



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
PIAUÍ - CAMPUS TERESINA - CENTRAL**

**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ANÁLISE E
PLANEJAMENTO ESPACIAL (MAPEPROF)**

**FAUNA EDÁFICA ASSOCIADA À UNIDADE DE CONSERVAÇÃO SOB
ZONA ECOTONAL DO MEIO NORTE**

MARCOS PAULO GOMES GONÇALVES

Orientadora: Profa. Dra. Bruna de Freitas Iwata

**Teresina
2023**

MARCOS PAULO GOMES GONÇALVES

**FAUNA EDÁFICA ASSOCIADA À UNIDADE DE CONSERVAÇÃO SOB
ZONA ECOTONAL DO MEIO NORTE**

Relatório final apresentado como requisito
para obtenção do título de Mestre pelo
Programa de Mestrado Profissional em
Análise e Planejamento Espacial –
MAPEPROF.

Área de concentração: Geografia
Linha de Pesquisa: Análise Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Bruna de Freitas
Iwata

**Teresina
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Gonçalves, Marcos Paulo Gomes

G635f Fauna edáfica associada à unidade de conservação sob zona ecotonal do
meio norte / Marcos Paulo Gomes Gonçalves. - 2023.
131 f.: il. color.

Dissertação (Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial) -
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus
Teresina Central, 2023.

Orientadora : Profa Dra. Bruna de Freitas Iwata.

1. Artrópodes do solo. 2. Biogeografia. 3. Biologia do solo. 4. Zoogeografia
. I. Título.

CDD - 910

Elaborado por Maria Rosismar Farias CRB 3/631

FAUNA EDÁFICA ASSOCIADA À UNIDADE DE CONSERVAÇÃO SOB ZONA ECOTONAL DO MEIO NORTE

Relatório final apresentado como requisito
para obtenção do título de Mestre pelo
Programa de Mestrado Profissional em
Análise e Planejamento Espacial –
MAPEPROF.

Área de concentração: Geografia

Linha de Pesquisa: Análise Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Bruna de Freitas
Iwata

Aprovada em: XX/XX/2023

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Bruna de Freitas Iwata
(Orientadora – Presidente)

Prof. Dr. Francílio de Amorim dos Santos– IFPI
(Examinador interno)

Profa. Dra. Maria Elizabeth Fernandes Correia –EMBRAPA
(Examinadora externa)

AGRADECIMENTOS

A DEUS, que é o meu sustentáculo. Sem Ele não teria tido estrutura física, mental e emocional para suportar as adversidades e desafios durante todo o percurso do mestrado.

Aos meus pais, Paulo e Lídia, e ao meu irmão, Paulo José, pelo amor, ajuda e incentivo que sempre me alicerçaram.

À minha orientadora, Dra. Bruna de Freitas Iwata, pela força durante o mestrado e pelo conhecimento valiosamente compartilhado.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), nomeadamente ao Gaspar da Silva Alencar, Gestor Chefe da FLONA de Palmares, pela essencial parceria.

Aos amigos do mestrado, especialmente à Jacqueline e Maria, pelo companheirismo e troca de experiências.

Ao Programa do Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial – Geografia (MAPEPROF) e a todos que trabalharam e trabalham em prol de sua existência.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação de grupos taxonômicos da fauna edáfica baseada no tamanho corporal.....	9
Figura 2 – Mapa de localização da Floresta Nacional (FLONA) de Palmares.....	12
Figura 3 – Imagem de satélite obtida pelo Google Earth Pro, data julho de 2021, da disposição das armadilhas no interior da FLONA.....	15
Figura 4 – Desenho esquemático adaptado da disposição das armadilhas para cada setor da UC Flona de Palmares.....	16
Figura 5 – Capa da Cartilha.....	19
Figura 6 – Sumário da Cartilha.....	19

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características de cada Zona.....	14
Quadro 2 – Diferentes grupos de invertebrados do solo capturados nas armadilhas de queda em diferentes períodos (Chuvoso e Seco) e Zonas da FLONA de Palmares.....	20
Quadro 3 – Grupos quanto às funções ecológicas.....	22
Quadro 4 – Subprodutos elaborados.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados meteorológicos dos dois períodos de coleta na UC Flona de Palmares.....	17
---	----

RESUMO

A Unidade de Conservação Floresta Nacional de Palmares (UC FLONA Palmares) é um refúgio natural para espécies da fauna regional, atraídas pela mata conservada e se insere em uma zona ecotonal, o que lhe proporciona uma estrutura e dinâmica ecológica diferenciadas, com características vegetacionais do Cerrado e Caatinga, principalmente. Dessa maneira, objetivou-se caracterizar a fauna edáfica que ocorre em seu interior, bem como estudar componentes ambientais que possam interferir em sua dinâmica. Assim, como produto, foi confeccionada uma cartilha para apresentar os grupos da fauna edáfica da Flona Palmares de forma clara e acessível com indicação dos papéis ecológicos. Como subprodutos, foram confeccionados três artigos para caracterizar a influência da variação sazonal e dos diferentes setores, bem como comparar a eficiência de duas armadilhas de queda (adaptada e *pitfall*). No que diz respeito aos efeitos da sazonalidade, constatou-se que o período chuvoso influencia positivamente a comunidade da fauna edáfica, com um maior registro de espécimes. Essa informação é relevante para entender os padrões de ocorrência e a dinâmica desses organismos ao longo do ano. A avaliação dos efeitos das diferentes Zonas da Floresta Nacional de Palmares revelou que não houve diferenças significativas entre as zonas de Uso Moderado, Infraestrutura e Diferentes Interesses Públicos em relação à comunidade da fauna edáfica. Isso sugere que, independentemente da zona, a diversidade e a abundância desses organismos são semelhantes, o que ressalta a importância de manter a conservação em todas as áreas da UC. A descrição dos papéis ecológicos dos grupos da fauna edáfica na Floresta Nacional de Palmares proporcionou um entendimento mais completo das interações ecológicas presentes nesse ecossistema. A comparação entre as armadilhas adaptada e *pitfall* evidenciou que ambas foram eficientes na captura da fauna edáfica. Essa informação é valiosa para futuros estudos e monitoramentos, pois indica que ambas as armadilhas podem ser utilizadas de forma complementar na pesquisa da fauna edáfica na FLONA Palmares. A descrição dos papéis ecológicos dos grupos da fauna edáfica na Floresta Nacional de Palmares proporcionou um entendimento mais completo das interações ecológicas presentes nesse ecossistema. Os grupos como das formigas, dos besouros e das minhocas, por exemplo, desempenham funções fundamentais na decomposição da matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes, contribuindo para a manutenção da saúde do solo e do ecossistema como um todo. A cartilha “Fauna Edáfica da Unidade de Conservação Floresta Nacional de Palmares” é uma valiosa ferramenta educativa que cumpre seu propósito de disseminar informações sobre a fauna do solo e promover a conservação ambiental.

Palavras-chave: artrópodes do solo; biogeografia; biologia do solo; zoogeografia.

ABSTRACT

The Palmares National Forest Conservation Unit (UC FLONA Palmares) is a natural refuge for species of regional fauna, attracted by the preserved forest. It is also inserted in an ecotonal zone, which gives it a structure and a differentiated ecological dynamic with vegetational characteristics of the Cerrado and Caatinga mainly. In this way, the objective was to characterize the soil fauna occurring within it and study environmental components that may interfere with its dynamics. As a product, a booklet was created to present the soil fauna groups of Flona Palmares in a clear and accessible manner, with indications of their ecological roles. As subproducts, three articles were produced to characterize the influence of seasonal variation and different sectors, as well as to compare the efficiency of two pitfall traps (adapted and pitfall). Regarding the effects of seasonality, it was found that the rainy period positively influences the soil fauna community, with a higher record of specimens. This information is relevant for understanding the occurrence patterns and dynamics of these organisms throughout the year. The evaluation of the effects of different zones within the Palmares National Forest revealed no significant differences between the zones of Moderate Use, Infrastructure, and Different Public Interests regarding the soil fauna community. This suggests that, regardless of the zone, the diversity and abundance of these organisms are similar, emphasizing the importance of conserving all areas of the conservation unit. The description of the ecological roles of soil fauna groups in the Palmares National Forest provided a more comprehensive understanding of the ecological interactions present in this ecosystem. Groups such as ants, beetles, and earthworms, for example, play fundamental roles in the decomposition of organic matter and nutrient cycling, contributing to the maintenance of soil and ecosystem health as a whole. The comparison between the adapted and pitfall traps showed that both were effective in capturing soil fauna. This information is valuable for future studies and monitoring, as it indicates that both traps can be used complementarily in soil fauna research in FLONA Palmares. The description of the ecological roles of soil fauna groups in the Palmares National Forest provided a more comprehensive understanding of the ecological interactions present in this ecosystem. The booklet "Fauna Edáfica da Unidade de Conservação Floresta Nacional de Palmares" is a valuable educational tool that fulfills its purpose of disseminating information about soil fauna and promoting environmental conservation.

Keywords: biogeography; soil arthropods; soil biology; zoogeography.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Questão Norteadora	3
1.2	Objetivos	3
1.2.1	Geral	3
1.2.2	Específicos	3
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	Biogeografia e análise ambiental	4
2.2	Relação solo-paisagem e qualidade ambiental	6
2.3	Fauna edáfica e qualidade ambiental	8
3	METODOLOGIA	12
3.1	Área de estudo	12
3.2	Procedimentos metodológicos	14
4	PRODUTO	18
5	SUBPRODUTOS	23
5.1	Fauna edáfica associada a diferentes Zonas da UC FLONA Palmares	24
5.2	Besouros (Coleoptera) edáficos associados a diferentes Zonas da UC FLONA Palmares	24
5.3	Dinâmica de bioindicadores Escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) associados a diferentes Zonas da UC FLONA PALMARES	25
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
	APÊNDICE A	35
	APÊNDICE B	71
	APÊNDICE C	92
	APÊNDICE D	113

1 INTRODUÇÃO

A fauna do solo é composta pela comunidade de seres vivos invertebrados que vive permanentemente ou que passa um ou mais fases de desenvolvimento no solo (AQUINO; CORREIA, 2005). Desempenham funções relevantes ao ambiente, devido às suas múltiplas interações nos ecossistemas (BROWN *et al.*, 2015; SILVA *et al.* 2021).

Estes invertebrados são de fundamental importância para a manutenção da qualidade dos solos, atuantes na redistribuição de nutrientes e de matéria orgânica, por meio de suas funções, sendo participantes diretos no equilíbrio do ecossistema, ocupantes dos níveis tróficos da cadeia alimentar (VIANA *et al.*, 2022).

Dada a importância pelo papel que desempenham no ambiente em que se encontram, a fauna edáfica é alvo de trabalhos de levantamento. Nunes *et al.* (2019) e Nunes *et al.* (2021) observaram a sazonalidade e associação da fauna edáfica a ambientes com diferentes coberturas vegetais no Piauí; Righi *et al.* (2018) e França *et al.* (2020) detectaram que processos de desmatamento de áreas de mata nativa podem levar à perda de espécies de besouros edáficos, causando alterações em sua comunidade na Mata Atlântica e Floresta Amazônica respectivamente.

Estudos na área da biogeografia ecológica, de acordo com Chirol e Costa (2018), concentram-se em questões contemporâneas relacionadas à interação entre o ambiente físico e os organismos, assim como entre os próprios organismos, em uma escala de tempo humana.

Essa abordagem busca compreender os fatores que influenciam a biodiversidade em um determinado ambiente, a relação entre a topografia e a distribuição dos organismos em uma área específica e os processos que levam à substituição de espécies, conforme Cox e Moore (2009) explicam. Nesse sentido, relata-se que os estudos de cunho biogeográfico (notadamente os zoogeográficos) padecem de letargia histórica no escopo da Geografia Física praticada no Brasil conforme Neto (2019), ainda que sejam fundamentais na compreensão das correlações ambientais e ecossistêmicas de um local

Apesar de toda a importância que os invertebrados edáficos possuem, há percepção negativa sobre eles. Por exemplo, percebe-se e se associa a palavra, “inseto” a um contexto de nocividade como relatado por Trindade *et al.* (2012). Tais animais são vistos a partir de um viés cultural, como “ameaçadores” ou “maléficos”

ou “nojentos”. Registra-se que essas reações negativas são construídas, porque as pessoas são mais informadas sobre os danos do que os benefícios que trazem e o desconhecimento de quais seres edáficos ocorrem em sua região. A mídia, como colocam Trindade *et al.* (2012), pode contribuir para construção dessa percepção negativa. Por meio do qual se informa que causam doenças, são pragas e que são sinônimos de perigo.

Diante disso, é importante o desenvolvimento de produtos como cartilhas informativas, para que de uma forma didática e acessível, se possa transmitir informações e conhecimentos sobre a fauna edáfica a diversos públicos. A cartilha pode ser útil para educar a comunidade local e visitantes sobre a riqueza e importância da biodiversidade presente no solo de uma determinada região.

Assim, por meio do reconhecimento do papel de cada componente biótico tem-se uma melhor compreensão do funcionamento de um sistema. Em uma percepção holística e multidisciplinar, todas as entidades físicas e biológicas de um determinado ecossistema formam um único sistema integrante unificado e complexo, em que se infere vinculação profunda, direta e essencial da fauna do solo com os processos ecológicos do ecossistema em que estão inseridos.

Nesse sentido, tendo em vista, conforme Tricart (1977), que um sistema é um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia, apresentando propriedades que lhe são inerentes e diferentes da soma das propriedades de seus componentes, a biota (em termos de diversidade e quantidade) pode ser considerada como a síntese ou resultado do sistema em que está inserida.

Como a Unidade de Conservação Floresta Nacional de Palmares (UC FLONA Palmares), conforme ICMBio (2022), é um refúgio natural para espécies da fauna regional, atraídas pela mata conservada e por se inserir em uma zona ecotonal, o que lhe proporciona uma estrutura e uma dinâmica ecológica diferenciada com características vegetacionais do Cerrado e Caatinga principalmente, tornou-se importante caracterizar a fauna edáfica que ocorre em seu interior, bem como estudar componentes ambientais que possam interferir em sua dinâmica.

Por meio da caracterização da fauna edáfica da FLONA Palmares, visou-se contribuir com a conscientização sobre a sua importância nesta Unidade de Conservação, promovendo, conseqüentemente, ações para a sua preservação. Ainda, por meio da elaboração dos produtos e dos subprodutos, em que ocorreu o

estudo de componentes ambientais que possam interferir na dinâmica da fauna edáfica, visou-se complementar a literatura científica para os pesquisadores que a estudam, fornecendo informações para estudos futuros.

1.1 Questão norteadora

Esta pesquisa foi desenvolvida a partir do seguinte questionamento: Quais são os grupos da fauna edáfica que se encontram na Floresta Nacional de Palmares e como a variação sazonal e os diferentes setores dessa Unidade de Conservação afetam a sua presença?

Dessa maneira, como produto, foi confeccionado uma cartilha para apresentar os grupos da fauna edáfica da Flona Palmares de forma clara e acessível com indicação dos papéis ecológicos, local e período de ocorrência (chuvoso ou seco). Contribuindo, assim, para uma melhor compreensão e valorização desses seres vivos. Como subprodutos, foram confeccionados três artigos para caracterizar a influência da variação sazonal e dos diferentes setores, bem como comparar a eficiência de duas armadilhas de queda (adaptada e *pitfall*) sobre a comunidade da fauna edáfica desta Unidade de Conservação.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Caracterizar a fauna edáfica da Floresta Nacional de Palmares, bem como estudar componentes ambientais que possam interferir em sua dinâmica.

1.2.2 Específicos

a) Avaliar os efeitos da sazonalidade (período chuvoso e seco) sobre a comunidade da fauna edáfica da Floresta Nacional de Palmares;

b) Avaliar os efeitos das diferentes Zonas (de Uso Moderado, de infraestrutura e de Diferentes Interesses Públicos) da Floresta Nacional de Palmares sobre a comunidade da fauna edáfica;

c) Descrever os papéis ecológicos dos principais grupos da fauna edáfica da Floresta Nacional de Palmares; e

d) Comparar a eficiência de duas armadilhas de queda quanto à captura da fauna edáfica: adaptada e *Pitfall*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Biogeografia e análise ambiental

A distribuição de espécies no planeta Terra não ocorre de modo aleatório conforme Sclater (1858) citado por Rosa (2015). Assim, de acordo com Lomolino *et al.* (2006) e Stein (2015), deve-se atentar aos fatores históricos e ecológicos que atuam na distribuição de cada ser vivo segundo suas próprias características. Nesse contexto, a biogeografia é uma área multidisciplinar que tem como objetivo identificar os padrões e os processos formadores da distribuição dos organismos com o objetivo de compreender melhor como e porque a biota de diferentes lugares do mundo possui características únicas de acordo com Nelson (1978) citado por Rosa (2015).

Stein (2015) destaca que, em uma abordagem histórica, a biogeografia procura explicar os padrões biogeográficos e as distribuições atuais dos organismos com base em eventos ocorridos no passado, alinhando as hipóteses com a história geológica; enquanto na abordagem ecológica procura explicar os padrões com base nas interações ecológicas que influenciam a distribuição dos organismos.

A Biogeografia Histórica, conforme Chirol e Costa (2018), aborda questões relacionadas à evolução de espécies ou biomas ao longo de uma escala de tempo geológico. Utilizando registros fósseis e palinológicos, essa abordagem busca reconstruir ambientes passados para compreender o cenário atual.

Por outro lado, a Biogeografia Ecológica, também mencionada por Chirol e Costa (2018), concentra-se em questões contemporâneas, observando as relações funcionais entre o ambiente físico e os organismos, bem como entre os próprios organismos, em uma escala de tempo humana.

De acordo com Cox e Moore (2009), a Biogeografia Ecológica investiga fatores que controlam a biodiversidade em uma determinada área, explora a relação

entre o relevo e a distribuição dos organismos nessa área, além de analisar os processos que levam à substituição de espécies em diferentes regiões.

Dada a multidisciplinaridade da biogeografia, Murara (2016) aponta que ela ultrapassa as ciências biológicas e geográficas e por não se constituir um campo exclusivo de uma ou de outra, aumenta sua complexidade quando desenvolvida por estes ou outros profissionais. Assim, de acordo com Camargo e Troppmair (2002, p.135):

um trabalho biogeográfico do ponto de vista do “geógrafo”, tem necessidade de explicar a distribuição dos seres vivos (fauna e flora) no espaço, e correlacioná-las sempre com os demais aspectos ambientais (fatores abióticos) e o próprio Homem (fatores culturais), apresentando, assim, uma visão muito mais ampla e complexa.

Dessa maneira, Casagrande e Grosso (2013) apresentam que a regionalização biogeográfica tornou-se um significativo produto da biogeografia, pois possibilita o conhecimento de alguns modelos espaciais da biodiversidade e a formulação de hipóteses biogeográficas sobre a formação da biota. Conforme Escalante *et al.* (2013), tal análise pode ser aplicada para determinação de áreas prioritárias e outras estratégias de conservação. Também, de acordo com Bueno e Furlan (2012), o estudo da fauna desempenha um papel essencial na compreensão da complexidade geográfica dos ambientes naturais, especialmente no que diz respeito às relações entre diferentes unidades espaciais em escalas variadas.

Apesar de ser uma informação fundamental, não há o conhecimento pleno da distribuição geográfica das espécies. Tal deficiência de conhecimento é denominado de “déficit wallaceano” conforme Stein (2015). Ao levar em consideração, de acordo com Forratini (1980), que não é de grande utilidade, o descrever qualquer quadro de distribuição como se o ambiente fosse totalmente estático e os dados obtidos imutáveis, os estudos biogeográficos devem ter percepção dinâmica.

Nesse sentido, Troppmair (2002) define a biogeografia como uma ciência que estuda as interações e organizações e os processos espaciais dando ênfase aos

seres vivos – vegetais e animais –que habitam determinado local: o Biotopo – onde constituem Biocenoses. Portanto, tendo em vista, conforme Tricart (1977), que um sistema é um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia, apresentando propriedades que lhe são inerentes e diferentes da soma das propriedades de seus componentes, a biota (em termos de diversidade e quantidade) pode ser considerada como a síntese ou resultado do sistema em que está inserida.

2.2 Relação solo-paisagem e qualidade ecossistêmica

A relação solo-paisagem, de acordo com Carré e Mcbratney (2005), é o conjunto dos atributos do solo e da paisagem e a interação entre ambos. Huggett (1975) citado por Campos (2012) apresenta que tal modelo tem como característica armazenar, transformar e transmitir forças, tendo entradas de materiais e de energia e saídas de sedimentos clásticos, coloides e materiais solúveis. Antes de adentrar no conceito propriamente dito do termo solo-paisagem e sua relação com a qualidade ecossistêmica é necessário compreender os dois termos – solo e paisagem– de forma separada, para buscar o caminho entre eles e a forma como é analisado em conjunto com a qualidade ecossistêmica.

A paisagem, conforme Delpoux (1974) *apud* Bueno e Furlan (2012), constitui-se por dois componentes: “o suporte ou forma (orogênese, estratigrafia e litologia) e a cobertura ou tecido ecológico (parâmetros climáticos, biogeográficos e antrópicos)”. Bertrand (2004, p.141) a conceitua como: “[...] o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.”

O solo é um componente importante do ambiente, pois é sobre este que as sociedades se estabelecem e buscam recursos para a sua reprodução

(PANDOVANI, 2015). Como componente da paisagem o solo tem grande importância para a sobrevivência humana, já que é usado direta e indiretamente para a realização de diversas atividades como agricultura, construção civil, dentre outras (PANDOVANI, 2015).

O solo está em constante e profundas transformações e possui vida, por abrigar várias espécies animais e vegetais, não podendo, portanto, ser considerado um produto estático e inerte (FAVARIM, 2012). O solo é também o suporte físico onde o trabalho humano transforma a paisagem e imprime seus traços, com isto o solo se torna um componente natural e social da paisagem (HOLZER, 1997). O solo como componente da paisagem está integrado aos demais elementos como: vegetação, corpos hídricos, fauna, culturas, habitações, dentre outros (PANDOVANI, 2015).

Desse jeito, o corpo do solo pode ser visto por uma perspectiva tridimensional, em que há possibilidade de migração, dissolução e percolação de constituintes minerais e orgânicos pela água, sendo condicionadas pelas formas da paisagem segundo Bockheim *et al.* (2005) citado por Campos (2012).

Ademais, infere-se, a partir de Carvalho e Carvalho (2016), que ao realizar um enfoque sobre a relação solo-paisagem – a qual é o conjunto dos atributos do solo e da paisagem e a interação entre ambos de acordo com Carré e Mcbratney (2005)– e sua biodiversidade, geram-se conhecimentos que podem ser utilizados para geração de novos conhecimentos ou ter valor de uso imediato. Conforme Carvalho e Carvalho (2016), esse enfoque possibilita a abertura de discussão sobre conservação dos ecossistemas e usos dos recursos naturais.

Pereira (2020) apresenta que se pode colocar a aplicabilidade da relação solo-paisagem nos estudos de preservação ambiental, conhecimento de áreas protegidas, levantamento de uso sustentável e planejamento de uso da terra.

Cita-se como exemplo Corrêa Neto *et al.* (2018) que constataram que a comunidade de artrópodes do solo varia entre os terços da encosta em função do

conteúdo de água no solo ao avaliar a influência do relevo na comunidade de artrópodes edáficos em áreas de plantio de eucalipto, *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake.

Dessa forma, Corrêa Neto *et al.* (2018) verificaram que o relevo promove alterações na comunidade da fauna do solo e, conseqüentemente, pode vir afetar a dinâmica da ciclagem de nutrientes dada a associação de invertebrados a esse processo. Em lugares onde há a exclusão ou diminuição da fauna do solo, as taxas de decomposição da serapilheira são diminuídas, principalmente sob condições de déficit hídrico em ecossistemas florestais tropicais (CASTANHO *et al.*, 2012).

Estudos dessa natureza são importantes, pois a fauna do solo fornece indicativos da sustentabilidade ecossistêmica uma vez que modificações edafoclimáticas resultam em alterações na estrutura e composição da comunidade da fauna do solo.

2.3 Fauna edáfica e qualidade ambiental

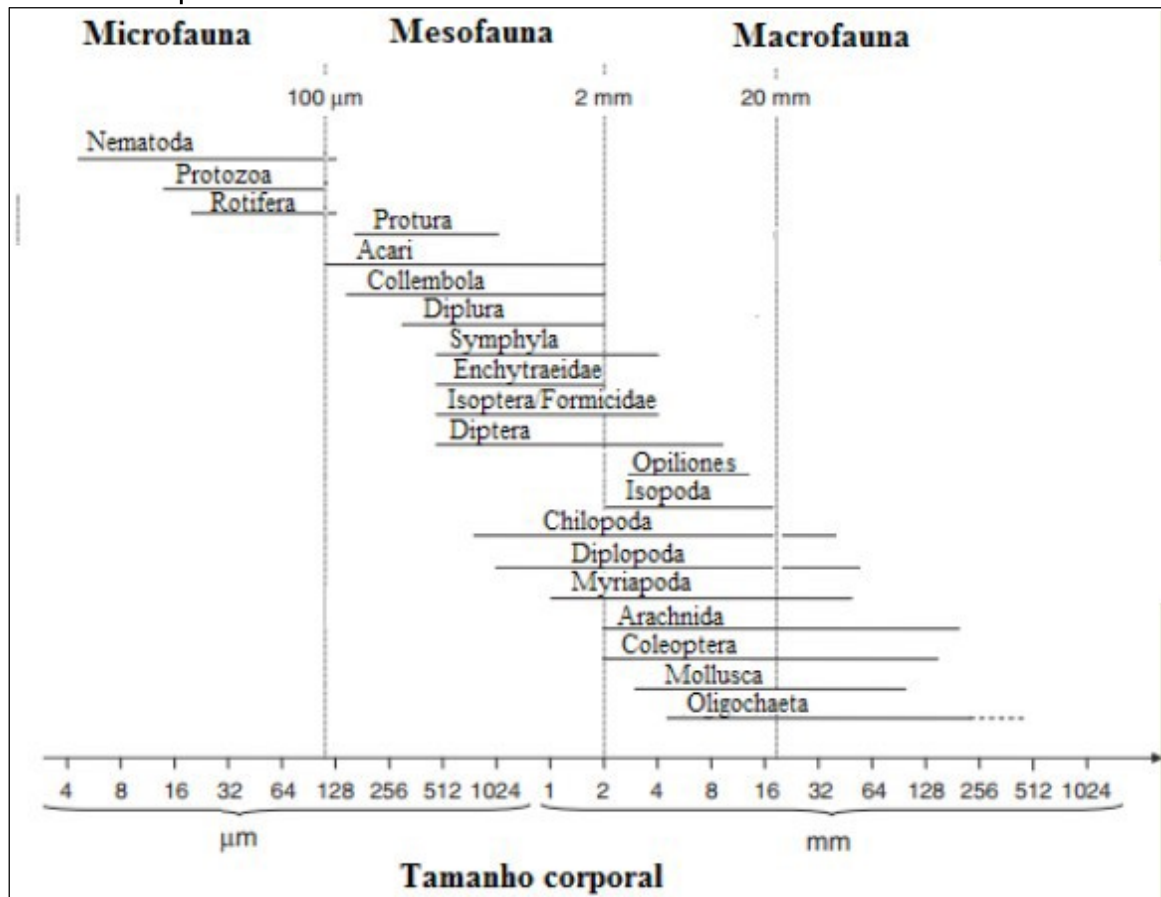
A fauna do solo é composta pela comunidade de seres vivos invertebrados que vive permanentemente ou que passa um ou mais fases de desenvolvimento no solo (AQUINO; CORREIA, 2005). Desempenham funções relevantes ao ambiente, devido as suas múltiplas interações nos ecossistemas (BROWN *et al.*, 2015; SILVA *et al.* 2021).

A fauna do solo é comumente categorizada em grupos para facilitar a compreensão da diversidade e das funções desempenhadas pelos organismos que a compõem. Uma dessas categorizações envolve a classificação dos seres do solo em classes de tamanho corporal, sendo elas: microfauna, mesofauna e macrofauna do solo (BROWN *et al.*, 2015).¹ Por meio da figura 1, observa-se representação de

¹ Outras classificações levam em consideração sua longevidade no solo, habitat preferencial, hábito alimentar, meio de locomoção e função desempenhada no solo (AQUINO; CORREIA, 2005; BARETTA, 2007).

grupos taxonômicos baseado no tamanho corporal.

Figura 1 – Representação de grupos taxonômicos da fauna edáfica baseada no tamanho corporal



Fonte: Adaptado de Melo *et. al.* (2009) e Swift *et al.* (1979)

A microfauna é composto, principalmente, pelos nematoides, rotíferos e protozoários que apresentam tamanho corporal de 2 μm a 100 μm (Swift *et al.*, 1979), tem como funcionalidade no solo a regulação das populações de fungos e bactérias, influenciando indiretamente a ciclagem de nutrientes no ambiente em que se encontram (AQUINO, 2001). Além disso, os organismos da microfauna, atuam na modificação da estrutura do solo (LAVELLE, 1996), e são presas para outras populações (WARDLE, 1997; CORREIA; OLIVEIRA, 2000).

Os organismos que compõem a mesofauna são ditos reguladores tróficos da microfauna e microflora, com variação no tamanho corporal de 100 μm a 2 mm

(SWIFT *et al.*, 1979). Apresentam-se com maior movimentação no solo ou na interface solo-serapilheira, são responsáveis pelo controle de outras populações edáficas, se alimentam principalmente de matéria orgânica em decomposição e são atuantes na fragmentação da serapilheira (BROWN *et al.*, 2015). Acari, Collembola, Diplura, Isoptera, Symphyla, Enchytraeidae e Protura são grupos dessa classe (Swift *et al.*, 1979).

Composta por seres que modificam as propriedades físicas e químicas do solo, a macrofauna é responsável pela formação de poros, galerias e túneis (LAVELLE *et al.* 2006; BLOUIN *et al.*, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2014), atuando na mistura de partículas orgânicas e minerais, na redistribuição da matéria orgânica e microrganismos, na promoção da humificação e na produção de pelotas fecais. (CORREIA; OLIVEIRA, 2000). Tal classe abrange invertebrados, com diâmetro corporal superior a 2 mm (SWIFT *et al.*, 1979).

Dentro dessa classificação, devido às suas atribuições, maior mobilidade e atuação no interstício do solo, alguns grupos são denominados de “engenheiros do ecossistema”, pois, suas atividades modificam as propriedades físicas e a disponibilidade de recursos (BROWN *et al.*, 2001; LAVELLE *et al.*, 2006; BLOUIN *et al.*, 2013).

Tais organismos “são sensíveis às práticas de manejo do solo, a impactos de origem antrópica, bem como a propriedades inerentes do próprio ecossistema, tais como o clima, o solo e a vegetação” (CORREIA, 2002, p. 8). Dessa maneira, esta qualidade, a qual integra as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, possibilita a utilização desses organismos na aferição da qualidade do solo (DORAN; ZEISS, 2000).

Os organismos edáficos se relacionam a qualidade ambiental do solo, como parte ativa e sensíveis às interferências no ambiente (BARETTA *et al.*, 2003), e podem ser afetados, por exemplo, por ações antrópicas – queimadas e desmatamentos – (NUNES *et al.*, 2012; FRANÇA *et al.*, 2020), quantidade e

qualidade de matéria orgânica (BLOUIN *et al.*, 2013; VRIES *et al.*, 2013; WAGG *et al.*, 2014), precipitação pluviométrica e temperatura do ar (RIGHI *et al.*, 2018), textura do solo (AYUKE *et al.*, 2011) e composição vegetal (COELHO *et al.* 2018; NUNES *et al.* (2021).

Assim, o meio em que a fauna edáfica se insere pode condicionar sua abundância, riqueza e a distribuição no espaço e no tempo; afetando, conseqüentemente, as suas funções ecossistêmicas que realizam (SILVA, 2021).

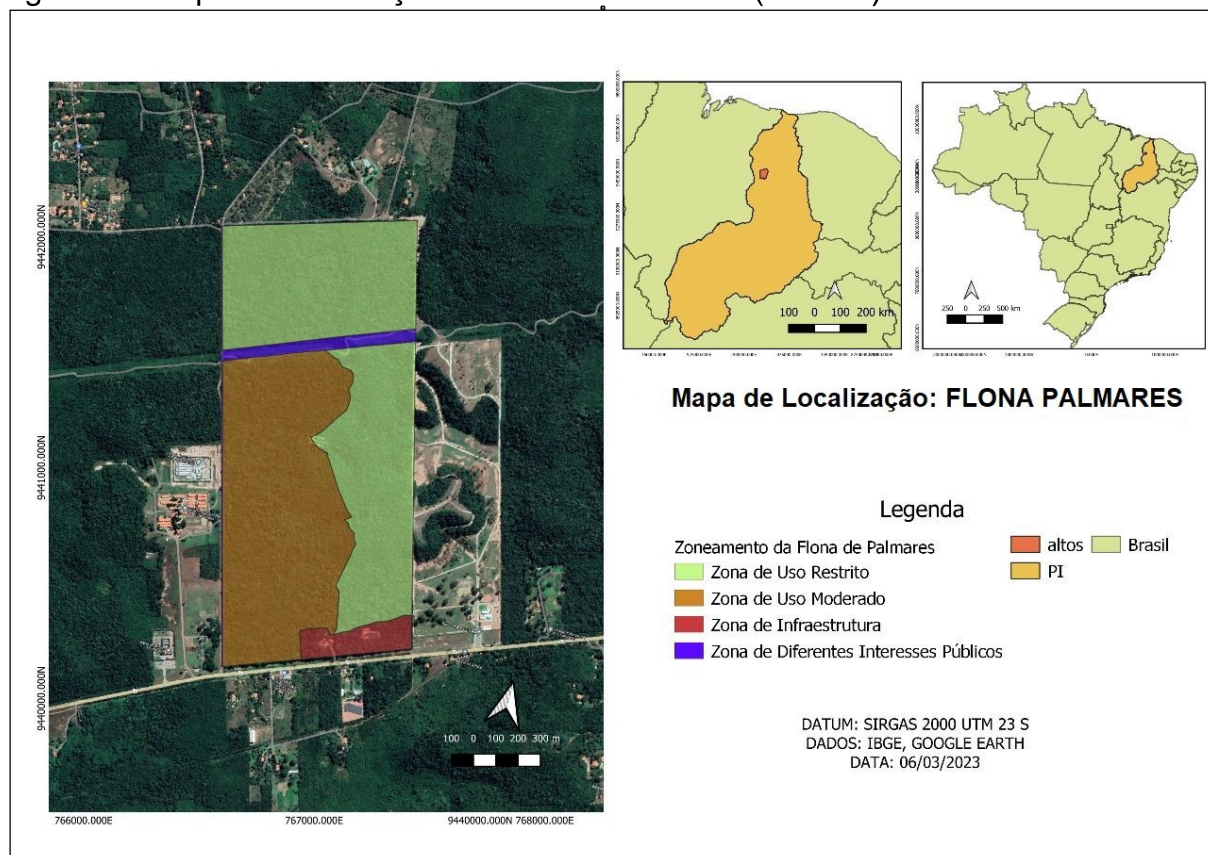
3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A Unidade de Conservação Floresta Nacional de Palmares localiza-se na divisa administrativa do município de Altos com o município de Teresina, no estado do Piauí, Brasil, com uma área de aproximadamente 170 ha, tendo sido criada pelo Decreto Federal de 21 de fevereiro de 2005.

Segundo o art. 1º do Decreto citado, em tal FLONA, objetivam-se a promoção do manejo de uso múltiplo dos recursos florestais, a manutenção de banco de germoplasma *in situ* de espécies florestais nativas e a proteção dos recursos florestais e da biodiversidade, a recuperação de áreas degradadas e a educação ambiental. Por meio da figura 2, observa-se o mapa de localização da referida Unidade de Conservação.

Figura 2 – Mapa de localização da Floresta Nacional (FLONA) de Palmares



Segundo Barbosa (2015), a UC FLONA de Palmares insere-se em um

contexto de transição natural, fitogeográfica e morfoclimática e tem como característica mais marcante a estacionalidade semidecidual da vegetação, formada eminentemente por espécies florestais. De acordo com ICMBio (2022), há ocorrência, entre outras espécies, de: sapucarana, *Eschweilera alvimii* S.A.Mori; sapucaia, *Lecythus pisonis* Cambess; jacarandá, *Sarcomphalus cinnamomum* (Triana & Planch.) Hauenschild; piquiá, *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.; angico-branco, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan; pau-urubu, *Dictyoloma vandellianum* A.Juss.; cundurú, *Duguetia marcgraviana* Mart.; ipê-amarelo, *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos; copaíba/podói, *Copaifera duckei* Dwyer; sipaúba, *Combretum mellifluum* Eichler; babaçu, *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.; tucum, *Bactris maraja* Mart.; pati, *Bactris gasipaes* Kunth; e coco-anajá, *Attalea dubia* (Mart.) Burret. Sendo estas quatro últimas espécies de palmeiras que caracterizam a composição florística da FLONA como Mata de Cocais segundo os mesmos autores.

O padrão de formas geomorfológicas da unidade está sustentado por um conjunto de estruturas geológicas da Bacia Sedimentar do Parnaíba, condicionado pela ação dos fatores atmosféricos e hidrológicos que regulam a dinâmica do sistema natural regional (BARBOSA, 2015). A FLONA apresenta-se sobre um divisor topográfico, em uma unidade de relevo constituída por superfícies aplainadas e degradadas, dissecadas em formas tabulares entre os talwegues que drenam a água que escoam dos topos e vertentes para os cursos d'água locais (BARBOSA, 2015). Dessa maneira, constitui-se em área de perda de sedimentos. Localmente, a extensão territorial da UC em si, apresenta dois compartimentos de relevo com níveis topográficos que variam de 155 a 221 metros de altitude (BARBOSA, 2015).

Conforme ICMBio (2022), na FLONA, os solos que mais ocorrem são os Latossolos, com solos profundos e evoluídos nos pontos mais planos e de menor altitude, e solos jovens, rasos e pedregosos nos pontos mais declivosos e de maiores altitudes, com ocorrência de Plintossolos, com alguns pontos de afloramentos rochosos.

Geograficamente, a região de transição em que se insere a FLONA concentra-se sobre os estados do Piauí e do Maranhão, porção mais oeste da região Nordeste, amplamente ocupada por formações dicótilo-palmáceas (IBGE, 1992). Farias e Castro (2004) descrevem o meio norte do Brasil – Piauí e Maranhão – como uma extensa zona ecotonal situada entre o subúmido amazônico e o

semiárido nordestino.

Quanto ao clima em que se insere a UC, com base na classificação de Köppen. Infere-se, a partir de Medeiros *et al.* (2020), que é Aw, clima tropical megatérmico, caracterizado, conforme ICMBio (2022), com duas estações bem definidas: uma chuvosa, abrangendo cerca de quatro meses (de janeiro a abril), e outra seca, nos meses de julho a outubro.

3.2 Procedimentos metodológicos

Para o levantamento da fauna edáfica, realizou-se este estudo em três diferentes Zonas – de Infraestrutura, de Uso moderado e de Interesse Público – na UC FLONA Palmares, em dois diferentes períodos do ano – seco e chuvoso – por meio de duas armadilhas diferentes – *pitfall* e adaptada.

Não houve a inclusão da Zona de Uso Restrito em nossa pesquisa na FLONA Palmares devido às notáveis semelhanças com a Zona de Uso Moderado em termos de vegetação e outras características ambientais. Essas similaridades sugeriram que a fauna do solo nessas duas zonas poderia ser muito parecida. Assim, houve a concentração dos esforços nas zonas mais distintas para obter informações mais relevantes, reconhecendo a importância da Zona de Uso Restrito em outras pesquisas sobre a conservação da área.

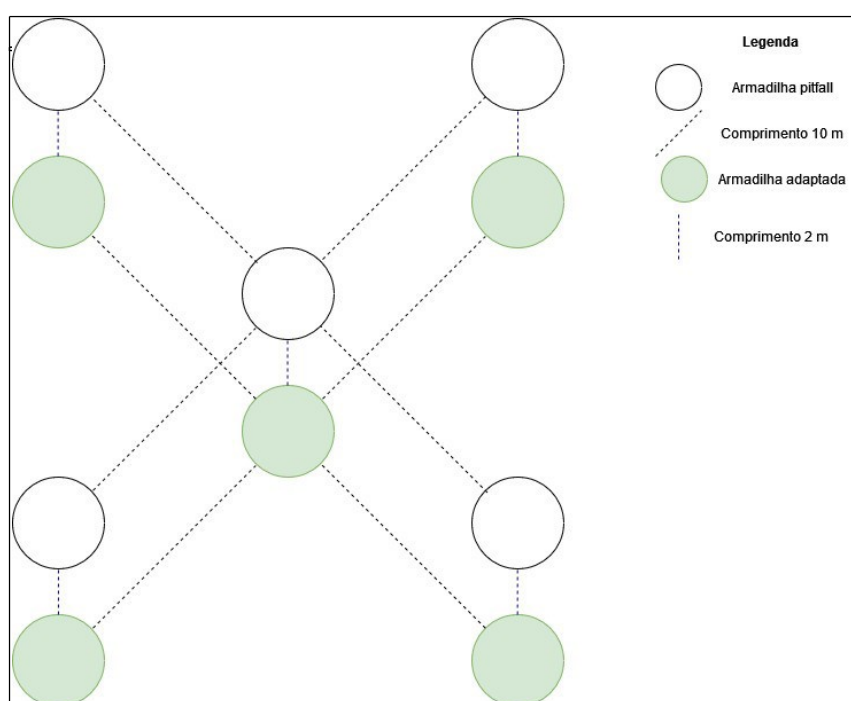
As características de cada Zona utilizada em termos de vegetação e ação antrópica, bem como as coordenadas geográficas das armadilhas instaladas, encontram-se no quadro 1 de maneira sucinta. Por meio da figura 3, observa-se a disposição das armadilhas no interior da FLONA na imagem de satélite.

Quadro 1 – Características de cada Zona

Zona	Ação antrópica	Altitude (m)	Vegetação	Coordenadas geográficas das armadilhas instaladas		Classe de relevo do local em que se instalaram as armadilhas
				Latitude	Longitude	
Zona de Infraestrutura	Presença das edificações da Administração da UC	160	Predomínio de espécimes de porte arbóreo (secundário médio a avançado, presença de espécies	- 5,056901°	- 42,592701°	Superfície plana

A armadilha de queda adaptada, com base em Koller, Castro e Almeida (2017), consistiu de frascos coletores confeccionados a partir de garrafas de polímero termoplástico descartáveis de dois litros. A parte superior da garrafa, com formato de funil, foi destacada e, de forma invertida, fixada no topo da parte restante da garrafa, para servir como um funil. Em ambas as armadilhas, colocou-se prato plástico de 21 cm de diâmetro suspenso por peças de madeira com aproximadamente 15 cm. Também, em cada recipiente, adicionou-se 100ml de álcool 70 % e 100ml de água.

Figura 4 – Desenho esquemático adaptado da disposição das armadilhas para cada setor da UC Flona de Palmares



Fonte: Autores (2023)

Para cada semestre, realizaram-se três coletas para abranger diferentes valores de precipitação pluviométrica, temperatura média compensada do ar e umidade média. No segundo semestre de 2021, as coletas ocorreram nas datas de 16, 23 e 30 de outubro. Enquanto, no primeiro semestre de 2022, nas datas de 19 e 26 de fevereiro e 5 de março. Para cada coleta, as armadilhas permaneceram em campo por 7 dias.

Para realização dos artigos, obtiveram-se dados meteorológicos da rede do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. A estação meteorológica do INMET da qual são originários os dados possui latitude e longitude respectivas de 5°2'20,16" S

e 42°48'14,77" O e altitude de 75 m. Os dados meteorológicos da temperatura média do ar compensada semanal, da umidade média do ar semanal e da precipitação pluviométrica acumulada relativos aos períodos que as armadilhas permaneceram em campo encontram-se na tabela 1.

Tabela 1 – Dados meteorológicos dos dois períodos de coleta na UC Flona de Palmares

Período de coleta	Temp. Média Comp. (°C)	Chuva (mm)	Umidade Média (%)
1 ^a (Seco)	29,17	37,4	63,03
2 ^a (Chuvoso)	27,03	167,6	80,17

Os espécimes capturados foram quantificados e identificados ao nível de grandes categorias taxonômicas ou famílias. Os grupos foram avaliados pelo número de indivíduos por armadilhas por Zona por dia, riqueza (número de grupos ou família) média e total, uniformidade (índice de Pielou) e diversidade (índice de Shannon).

O índice de diversidade foi calculado por meio da seguinte fórmula: $H = -\sum p_i \times \log_2 p_i$, em que p_i é a proporção da indivíduos que pertence ao iésimo grupo. Para o calculo do índice de uniformidade, utilizou-se da seguinte expressão: $U = H / \log nS$, onde H corresponde ao índice de Shannon, n é o número total de espécimes na comunidade e S é o número total de grupos encontrados.

Os resultados dos números de espécimes coletados e os de grupos ou famílias foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias. Utilizou-se o teste de Tukey a 5%. Realizou-se, ainda, a análise multivariada de componentes principais (ACP), utilizando-se o programa PAST versão 2.17c entre os grupos ou famílias e as diferentes Zonas e entre os grupos ou famílias e os diferentes tipos de armadilhas.

4. PRODUTO

A cartilha produzida recebe o título de **Fauna Edáfica da FLONA de Palmares** e foi criada utilizando a plataforma de design gráfico Canva, disponível digitalmente no link https://www.canva.com/design/DAFDP7nuAWs/HFrGo9kZ8lFQsBOuaif-A/view?utm_content=DAFDP7nuAWs&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink#14. A cartilha encontra-se no apêndice A deste relatório.

Seu objetivo principal é apresentar, de forma clara e acessível, a fauna edáfica presente na FLONA de Palmares, contribuindo assim para a compreensão e valorização desses animais nesta Unidade de Conservação.

A cartilha possui um formato A4 (297x210mm) e é composta por 35 páginas. Nela, são encontradas informações sobre a diversidade da fauna edáfica da FLONA, incluindo os papéis desempenhados por esses animais no ecossistema. Além disso, conta com ilustrações e fotos que tornam o conteúdo ainda mais interessante e fácil de compreender.

O documento foi elaborado para atender a todas as pessoas interessadas em aprender mais sobre a fauna edáfica da FLONA de Palmares, incluindo estudantes, pesquisadores, profissionais de conservação da natureza e visitantes da unidade de conservação.

Através da Figura 4 e 5, é possível visualizar a capa e o sumário da cartilha, respectivamente. O sumário revela que a cartilha está estruturada em 18 tópicos.

Figura 5 – Capa da Cartilha



Fonte: Autores (2023)

Figura 6 – Sumário da Cartilha

Sumário	
Apresentação.....	2
Sobre a Floresta Nacional de Palmares.....	4
O que é a fauna invertebrada do solo?.....	6
Fauna invertebrada do solo da FLONA Palmares.....	7
Besouros.....	11
Miriápodes.....	13
Tesourinha.....	15
Aracnídeos.....	16
Baratas.....	18
Grilos.....	19
Formigas-leão.....	20
Formigas.....	21
Cupins.....	22
Gastropodes.....	23
Minhocas.....	24
Armeças.....	26
Considerações Finais.....	29
Referências.....	31

Fonte: Autores (2023)

Nos tópicos **Apresentação** e **Um pouco mais sobre a cartilha**, são apresentados os objetivos da cartilha, o público a quem se destina, a importância da Floresta Nacional de Palmares e da fauna edáfica de seu interior.

A apresentação da cartilha tem como propósito receber os leitores e introduzi-los ao tema, ressaltando a relevância da FLONA de Palmares como área de conservação florestal e destacando a presença da fauna edáfica como parte integrante desse ecossistema. Essa introdução busca despertar o interesse e a curiosidade dos leitores, convidando-os a explorar o conteúdo informativo que será apresentado.

No tópico **Sobre a Floresta Nacional de Palmares** comenta-se sobre a localização da FLONA Palmares. Também, com base em ICMBio (2022), é realizada a identificação do ecossistema em que ela se insere, Mata de Cocais. Ainda, é feita a descrição de cada uma de suas Zonas (de Infraestrutura, de Diferentes Interesses Públicos, de Uso Moderado e de Uso Restrito) a partir de ICMBio (2022).

Assim, ao fornecer uma contextualização sobre a FLONA de Palmares quanto

à sua localização geográfica, características ambientais e importância para a conservação da biodiversidade, permite-se aos leitores que compreendam o contexto em que a fauna edáfica se insere, destacando a relevância dessa área protegida para a preservação dos animais que habitam o solo.

No tópico **O que é a fauna invertebrada do solo?**, com base em Korasaki *et al.* (2017), explica-se o que é a fauna invertebrada do solo. Também, mostra-se exemplos da fauna edáfica. No tópico **Fauna invertebrada do solo da FLONA Palmares**, inicialmente, é descrito, de forma sucinta, a metodologia utilizada para a captura destes seres vivos. As armadilhas (*pitfall* e adaptada), o número e as Zonas em que foram dispostas (de infraestrutura, de Diferentes Interesses Públicos e de Uso Moderado), bem como o período de coletas (chuvoso e seco), são apresentados neste tópico.

Essa descrição da metodologia permite aos leitores entenderem como os dados foram obtidos, proporcionando transparência e confiabilidade ao processo de coleta de informações.

A partir das coletas realizadas, elaborou-se o quadro 2, o qual consta no tópico **Fauna invertebrada do solo da FLONA Palmares**. Nesse quadro, os invertebrados do solo coletados são divididos em 12 grupos no período seco e 14 grupos no período chuvoso, registrando também as zonas da FLONA onde ocorreram.

Quadro 2 – Diferentes grupos de invertebrados do solo capturados nas armadilhas de queda em diferentes períodos (Chuvoso e Seco) e Zonas da FLONA de Palmares

Grupos		Zona de Infraestrutura	Zona de Uso Moderado	Zona de Diferentes Interesses Públicos
Nome popular	Nome Científico			
Seco				
Formigas	Formicidae	X	X	X
Besouros	Coleoptera	X	X	X
Grilos	Orthoptera	X	X	X
Baratas	Blattaria	X	X	X
Aranhas	Araneae	X	X	X
Miriápodes	Myriapoda	X	X	X
Cupins	Isoptera	X	X	X
Gastrópodes	Pulmonata			X
Tesourinha	Dermaptera	X	X	X
Aranha chicote	Amblypygi	X	X	
Opiliões	Opiliones	X	X	X
Escorpiões	Scorpiones		X	
Chuvoso				

Formigas	Formicidae	X	X	X
Besouros	Coleoptera	X	X	X
Grilos	Orthoptera	X	X	X
Baratas	Blattaria	X	X	X
Aranhas	Araneae	X	X	X
Miriápodes	Myriapoda	X	X	X
Cupins	Isoptera	X	X	X
Gastrópodes	Pulmonata	X	X	X
Aranhas chicotes	Amblypygi	X	X	
Tesourinha	Dermaptera	X		X
Opiliões	Opiliones	X		X
Escorpiões	Scorpiones	X		
Pseudo-escorpiões	Pseudoscorpiones	X		X
Formigas-leões	Myrmeleontidae	X		

Com base nos grupos identificados, foram elaborados tópicos específicos na cartilha, abordando: **Besouros**, **Miriápodes**, **Tesourinha**, **Aracnídeos**, **Baratas**, **Grilos**, **Formigas-leão**, **Formigas**, **Cupins**, **Gastrópodes**. Registra-se que no tópico dos **Miriápodes** encontram-se os quilópodes e os diplópodes e no dos **Aracnídeos** os opiliões, escorpiões, pseudo-escorpiões, aranhas chicote (amblipígio) e aranhas. Ressalta-se, conforme Carvalho *et al.* (2011), que há apenas uma espécie de amblipígio descrita no Piauí: *Heterophrynus longicornis* (Butler, 1873). Grupo este que foi identificado durante as coletas.

Embora não se tenha coletado minhocas, verificou-se a sua presença durante as instalações das armadilhas. Devido a sua importância no ambiente em que se encontram; fez-se um tópico denominado **Minhocas**. Discutiu-se, ainda, sobre o húmus neste tópico.

Com base em Correia e Oliveira (2000), Jeffery *et al.* (2010), Brown *et al.* (2015), Korasaki *et al.* (2017), comentaram-se as características de cada grupo e os papéis que desempenham no ecossistema em que se encontram. Esses tópicos permitem aos leitores conhecerem a variedade de grupos encontrados e compreenderem a importância de sua presença no ecossistema.

A partir de Brown *et al.* (2015), pode-se agrupar os grupos presentes na cartilha quanto à função ecológica que realizam conforme quadro 3.

Quadro 3 – Grupos quanto às funções ecológicas

Nome comum	Nome Científico	Grupo Funcional			
		Geófago/ Bioturbador	Detritívoro/ Decompositor	Fitófago	Predador
Formigas	Formicidae		X	X	X
Besouros	Coleoptera	X	X	X	X
Grilos	Orthoptera		X	X	
Baratas	Blattaria		X	X	
Aranhas	Araneae				X
Miriápodes	Myriapoda	X	X	X	X
Cupins	Isoptera	X	X	X	
Gastrópodes	Pulmonata		X	X	
Aranhas chicotes	Amblypygi				X
Tesourinha	Dermaptera		X	X	X
Opiliões	Opiliones				X
Escorpiões	Scorpiones				X
Pseudo- escorpiões	Pseudoscorpiones				X
Formigas- leões	Myrmeleontidae				X
Minhocas	Oligochaeta	X	X		

No tópico **Ameaças**, são relatadas as características e os malefícios da espécie exótica caramujo africano, *Achatina fulica*, com base em Zanol *et al.* (2010). Relata-se na cartilha o potencial de impacto ao meio ambiente que tal espécie pode oferecer quanto à competição por espaço e alimento com espécies nativas. Também, por ser transmissor de doenças, torna-se um risco à saúde pública. São discutidas também medidas de controle e prevenção desse caramujo.

Por fim, no tópico **Considerações Finais**, a cartilha encerra com uma mensagem de conscientização sobre a importância da conservação da fauna edáfica na FLONA de Palmares. Ressalta-se a relevância de promover a valorização e a preservação desses animais para manter os ecossistemas saudáveis e equilibrados.

5 SUBPRODUTOS

Como subprodutos, foram confeccionados três artigos para caracterizar a influência da variação sazonal e dos diferentes setores, bem como comparar a eficiência de duas armadilhas de queda (adaptada e *pitfall*) sobre a comunidade da fauna edáfica da Flona de Palmares. Por meio do quadro 4, verificam-se o título, a situação quanto à publicação, e se o mesmo foi apresentando em congresso ou evento acadêmico.

Quadro 4 – Subprodutos elaborados

Título	Situação quanto à publicação	Participação em congresso ou eventos acadêmicos
Fauna edáfica associada a diferentes Zonas da UC FLONA Palmares	Não publicado	Não
Besouros (Coleoptera) edáficos associados a diferentes Zonas da UC FLONA Palmares	Não publicado	I Encontro de Saberes e VI Mostra de Ciências da Floresta Nacional de Palmares
Dinâmica de bioindicadores Escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) associados a diferentes Zonas da UC FLONA PALMARES	Publicado nos anais do XIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental	XIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental

A FLONA Palmares desempenha um papel de extrema importância para a ciência, sendo reconhecida como uma área de grande valor para a pesquisa e o avanço do conhecimento científico. A preservação da mata oferece um ambiente propício para a realização de estudos científicos nas mais diversas áreas. Essa Unidade de Conservação é reconhecida como um refúgio natural para espécies da fauna regional.

Nesse contexto, é fundamental investigar os fatores ambientais que interferem na dinâmica da fauna edáfica e identificar as armadilhas mais adequadas para sua captura. Assim, para os três artigos, as coletas foram realizadas em três diferentes Zonas da FLONA Palmares – Zona de Infraestrutura, Zona de Uso moderado e Zona de Interesse Público – durante dois períodos distintos – seco e chuvoso – utilizando duas armadilhas diferentes – *pitfall* e adaptada.

A seguir é apresentado um resumo para cada um dos três artigos confeccionados. Artigos este que se encontram nos apêndices deste relatório.

5.1 Fauna edáfica associada a diferentes Zonas da UC FLONA Palmares

O artigo intitulado **Fauna edáfica associada a diferentes Zonas da UC FLONA Palmares** traz objetivou compreender a relação dos componentes ambientais com a fauna edáfica nessa Unidade de Conservação.

Os grupos registrados incluíram Formicidae, Coleoptera, Orthoptera, Blattaria, Araneae, Diplopoda, Chilopoda, Isoptera, Pulmonata, Amblypygi, Dermaptera, Opiliones, Scorpiones, Mantodea, Pseudoscorpiones e Myrmeleontidae. Destaca-se que Formicidae e Coleoptera foram os grupos mais abundantes em todas as Zonas e em ambos os períodos de estudo.

Verificou-se que a média do número de grupos registrados foi significativamente maior durante o período chuvoso. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as armadilhas *pitfall* e adaptada na captura de espécimes da fauna do solo e no registro do número de grupos, de acordo com a análise de variância. No entanto, a análise de componentes principais mostrou que o grupo Formicidae estava associado à armadilha *pitfall* no período seco, e os grupos Formicidae, Orthoptera e Coleoptera estavam associados à armadilha *pitfall* no período chuvoso. Além disso, embora não tenha havido diferença estatisticamente significativa entre as zonas, a análise de componentes principais revelou uma associação do grupo Coleoptera com a Zona de Infraestrutura durante o período chuvoso.

Dada a importância que a fauna edáfica possui, faz-se necessária a conservação dela na FLONA PALMARES, para tanto deve haver a manutenção das condições meteorológicas, bem como a conservação da vegetação que ocorre em seu interior.

5.2 Besouros (Coleoptera) associados a diferentes Zonas da UC FLONA Palmares

O artigo intitulado **Besouros (Coleoptera) associados a diferentes Zonas da UC FLONA Palmares** objetivou investigar a relação dos besouros com a sazonalidade e a diferentes Zonas da FLONA Palmares, utilizando duas armadilhas distintas - *pitfall* e adaptada.

Os resultados obtidos revelaram a presença das seguintes famílias de

besouros: Curculionidae, Chrysomelidae, Tenebrionidae, Scarabaeidae, Elateridae, Carabidae, Histeridae, Cerambycidae, Nitidulidae, Coccinellidae, Staphylinidae, Apioninae, Lampyridae e Lycidae. A família Curculionidae foi a mais abundante em todas as Zonas da FLONA, tanto no período chuvoso quanto no período seco.

Além disso, observou-se que a maior média de besouros registrada e o maior número de famílias ocorreram durante o período chuvoso. Entre as Zonas da FLONA, a Zona de Infraestrutura se destacou com a maior média de registro de besouros e o maior número de famílias identificadas. Não houve diferença estatística significativa entre as armadilhas *pitfall* e adaptada quanto à captura de coleópteros e ao registro de famílias, contudo a análise de componentes principais evidenciou associação das famílias Tenebrionidae e Chrysomelidae à armadilha de queda adaptada no período seco e da família Scarabaeidae à armadilha *pitfall* no período chuvoso.

A análise de componentes principais permitiu distinguir as diferentes Zonas da FLONA e demonstrou a correlação de um maior número de famílias com a Zona de Infraestrutura e de Uso Moderado. Por fim, dada a importância que os besouros possuem, faz-se necessária a permanência deles na FLONA PALMARES, para tanto deve haver a manutenção das condições meteorológicas, bem como a conservação da vegetação que ocorre em seu interior.

5.3. Dinâmica de bioindicadores Escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) associados a diferentes Zonas da UC FLONA PALMARES

O artigo intitulado **Dinâmica de bioindicadores Escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae)** associados a diferentes Zonas da UC FLONA PALMARES" objetivou investigar a relação dos besouros escarabeíneos à sazonalidade e a diferentes Zonas da FLONA Palmares, utilizando duas armadilhas distintas – *pitfall* e adaptada.

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as armadilhas *pitfall* e adaptada em relação à captura de escarabeíneos. Da mesma forma, não houve diferenças estatisticamente significativas entre as diferentes Zonas da FLONA Palmares em relação ao registro desses besouros.

Observou-se que a população de escarabeíneos mostrou uma dinâmica sazonal, com um maior registro de espécimes durante o período chuvoso. De

maneira geral, os escarabeíneos mostraram uma associação positiva com a precipitação pluviométrica e a umidade média.

Esses resultados destacam a importância da preservação das condições meteorológicas e da vegetação presente na FLONA Palmares para a presença destes besouros.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral de caracterização da fauna edáfica foi alcançado, permitindo uma compreensão mais aprofundada da biodiversidade presente nessa importante unidade de conservação.

No que diz respeito aos efeitos da sazonalidade, constatou-se que o período chuvoso influencia positivamente a comunidade da fauna edáfica, com um maior registro de espécimes. Essa informação é relevante para entender os padrões de ocorrência e a dinâmica desses organismos ao longo do ano.

A avaliação dos efeitos das diferentes Zonas da Floresta Nacional de Palmares revelou que não houve diferenças significativas entre as zonas de Uso Moderado, Infraestrutura e Diferentes Interesses Públicos em relação à comunidade da fauna edáfica. Isso sugere que, independentemente da zona, a diversidade e a abundância desses organismos são semelhantes, o que ressalta a importância de manter a conservação em todas as áreas da UC.

A descrição dos papéis ecológicos dos grupos da fauna edáfica na Floresta Nacional de Palmares proporcionou um entendimento mais completo das interações ecológicas presentes nesse ecossistema. Os grupos como das formigas, dos besouros e das minhocas, por exemplo, desempenham funções fundamentais na decomposição da matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes, contribuindo para a manutenção da saúde do solo e do ecossistema como um todo.

A comparação entre as armadilhas adaptada e *pitfall* evidenciou que ambas foram eficientes na captura da fauna edáfica. Essa informação é valiosa para futuros estudos e monitoramentos, pois indica que ambas as armadilhas podem ser utilizadas de forma complementar na pesquisa da fauna edáfica na FLONA Palmares.

A cartilha **Fauna Edáfica da Unidade de Conservação Floresta Nacional de Palmares** é uma valiosa ferramenta educativa que cumpre seu propósito de disseminar informações sobre a fauna do solo e promover a conservação ambiental. Seu conteúdo informativo, linguagem acessível e ilustrações atraentes tornam a cartilha um recurso eficaz para sensibilizar e envolver diferentes públicos na proteção desse importante componente dos ecossistemas. É recomendável que a cartilha continue sendo atualizada e amplamente divulgada, contribuindo para a conscientização e preservação da fauna edáfica da FLONA de Palmares.

No entanto, é importante considerar algumas possíveis melhorias para futuras edições da cartilha. Por exemplo, a inclusão de informações adicionais sobre a interação da fauna edáfica com outros organismos presentes na FLONA, como aves e mamíferos, poderia fornecer uma compreensão mais abrangente dos processos ecológicos que ocorrem nesse ambiente. Além disso, a incorporação de exemplos práticos e dicas sobre como os leitores podem contribuir para a conservação da fauna edáfica poderia estimular ações mais efetivas em prol do meio ambiente.

Quanto aos artigos produzidos, que forneceram informações para a compreensão da dinâmica da fauna edáfica na FLONA Palmares, podem servir como parâmetros para uma primeira descrição para estudos futuros que visem a realização de refinamentos taxonômicos e inflexões mais aprofundadas.

Em síntese, o produto e os subprodutos cumpriram com os objetivos propostos, fornecendo informações relevantes sobre a fauna edáfica na Floresta Nacional de Palmares. Esses conhecimentos contribuem para a gestão e conservação da UC, reforçando a importância de manter a integridade do ecossistema, preservar as condições ambientais e promover a conscientização sobre a relevância da biodiversidade presente na área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, A.M. **Manual para macrofauna do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001. (Embrapa-CNPAB. Documentos 130)
- AQUINO, A. M. de; CORREIA, M. E. F. Invertebrados edáficos e o seu papel nos processos do solo. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 54p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 201).
- AYUKE, F.O.; BRUSSAARD, L.; VANLAUWE, B.; SIX, J.; LELEI, D.K.; KIBUNJA, C.N.; PULLEMAN, M.M. Soil fertility management: Impacts on soil macrofauna, soil aggregation and soil organic matter allocation. **Applied Soil Ecology**, v. 48, n. 1, p. 53-62, 2011.
- BARDGETT, R.D.; PUTTEN, W.H. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. **Nature**, v. 515, p. 505-511, 2014.
- BARETTA, D. **Fauna do solo e outros atributos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com Araucaria angustifolia no Estado de São Paulo**. 2007. 158 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, 2007.
- BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; MAFRA, A.L.; WILDNER, L.P.; MIQUELLUTI, D.J. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. **Revista de Ciência Agroveterinária**, Lages, v. 2, n. 2, p. 97-106, 2003.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 8, p. 141-152, 2004.
- BLOUIN, M.; HODSON, M.E.; DELGADO, E.A.; BAKER, G.; BRUSSAARD, L.; BUTT, K. R.; et al. A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. **European Journal of Soil Science**, v. 64, n. 2, p. 161-182, 2013.
- BOCKHEIM, J. G.; GENNADIYEV, A. N.; HAMMER, R. D.; TANDARICH, J. P. Historical development of key concepts in pedology. **Geoderma**, v.124, n. 1-2, p.23–36, 2005.
- BROWN, G. G.; FRAGOSO, C.; BAROIS, I.; ROJAS, P.; PATRÓN, J.C.; BUENO, J.; MORENO, A.G et al. Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica em los ecosistemas tropicales mexicanos. **Acta Zoologica Mexicana**, p. 79-110, 2001.
- BROWN, G.G.; NIVA, C.C.; ZAGATTO, M.R.G.; FERREIRA, S.A.; NADOLNY, H.S.; CARDOSO, G.B.X.; SANTOS, A et al. Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. In: PARRON, L.M. et al. (Orgs.). **Serviços ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica**, p. 122-154, 2015.
- BUENO, E. S.; FURLAN, S. A. A fauna como instrumento de análise da complexidade geográfica dos ambientes naturais. O caso de *Carponis*

melanocephala no parque estadual Intervales e entorno– SP. **Revista do Departamento de Geografia**, [S. l.], v. 23, p. 152-186, 2012.

CAMARGO, J.C.G.; TROPPEMAIR, H. A evolução da Biogeografia no âmbito da ciência geográfica no Brasil. **Revista Geografia**. Rio Claro: AGETEO, vol. 27, n.3, 2002, p. 133-155. 2002.

CAMPOS, M.C.C. Relações solo-paisagem: conceitos, evolução e aplicações. **Ambiência**, v.8, n.3, p.963-982, 2012.

CARRÉ, F.; MCBRATNEY, A. B. Digital terrain mapping. **Geoderma**, v.128, n.3, p.340–353, 2005.

CARVALHO, T.M.; CARVALHO, C.M. Paisagens e ecossistemas. paisagens e ecossistemas. In: Silveira, E. D.; Camargo, S. A. F. (eds.). **Socioambientalismo de Fronteiras – v. III, Relações Homem-Ambiente na Amazônia**. 238p. 2016.

CARVALHO, L. S.; OLIVEIRA-MARQUES, F. N.; SILVA, P. R. R. Arachnida, Amblypygi, Heterophrynus longicornis (Butler, 1873): distribution extension for the state of Piauí northeastern Brazil. **Check List**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 267, 2011.

CASAGRANDA, D.; GROSSO, M. de. Areas of Endemism: Methodological and Applied Biogeographic Contributions from South America. **Current Progress in Biological Research** (ed. by M. Silva-Opps), p. 3–18, 2013.

CASTANHO, C. T.; LORENZO, L.; OLIVEIRA, A. A. The importance of mesofauna and decomposition environment on leaf decomposition in three forests in southeastern Brazil. **Plant Ecology**, Berlin, v. 213, n. 8, p. 1303-1313, 2012.

CHIROL, A. D.; COSTA, N. **Biogeografia- volume único**. Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2018.

COELHO, J.V.; IWATA, B.de F.; COSTA, T. G. A.; CUNHA, L.M.da ; LEOPOLDO, N.C.M.; CLEMENTINO, G.E.dosS.; MACIEL, A.C.R. Diversidade da fauna edáfica de um latossolo vermelho-amarelo sob diferentes usos no cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 5, n. 10, p. 655-663, Aug/2018.

CORREIA NETO, T.deA.; ANJOS, L.H.C. dos; CAMARA, R.; PEREIRA, M.G.; CORREIA, M.E.F.; JACCOUD, C.F.S. Relação fauna do solo-paisagem em plantio de eucalipto em topossequência. **Floresta**, v. 48, n. 2, p. 213-224, 2018.

CORREIA, M.E.F. **Potencial de utilização dos atributos das comunidades de fauna de solo e de grupos chave de invertebrados como bioindicadores de manejo do ecossistema**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002.

CORREIA, M.E.F.; OLIVEIRA, L.C.M. **Fauna do solo: Aspectos Gerais e Metodológicos**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 2000.

COX, C.B.; MOORE, P.D. **Biogeografia: uma abordagem ecológica e evolucionária**. São Paulo: LTC, 2009.

DELPOUX, M. Ecossistema e Paisagem. Tradução: May Christine Modenesi. **Métodos em Questão**, IGEO/USP, São Paulo, n.13, p. 1-23, 1974.

DORAN, J. W.; ZEISS, M. R. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 15, n. 1, p. 3-11, 2000.

ESCALANTE, T.; MORRONE J.J.; RODRÍGUEZ-TAPIA, G. Biogeographic regions of North American mammals based on endemism. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 110, n. 3, p. 485-499, 2013.

FAVARIM, L.C. 2012. **Representações sociais de solo e educação ambiental nas séries iniciais do ensino fundamental em Pato Branco** – PR. 91f. Dissertação (mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR.

FORRATTINI, O. P. Biogeografia, origem e distribuição da domiciliação de triatomíneos no Brasil. **Rev. Saúde públ.**, São Paulo, v. 14, n. 6, p. 265-269, 1980.

FRANÇA, F.M.; FERREIRA, J.; VAZ-DE-MELLO, F.Z.; MAIA, L.F; BERENGUER, E.; PALMEIRA, A.F.; FADINI R.; LOUZADA, J.; BRAGA, R.; OLIVEIRA, V. H.; BARLOW, J. El Niño impacts on human-modified tropical forests: consequences for dung beetle diversity and associated ecological processes. **Biotropica**, v. 52, n. 2, p. 252–262, 2020.

HÖFER, H; HANAGARTH, W.; GARCIA, M.; MARTIUS, C.; FRANKLIN, E.; RÖMBKE, J.; BECK, L. Structure and function of soil fauna communities in Amazonian anthropogenic and natural ecosystems. **European Journal of Soil Biology**, v.37, p.229-235, 2001.

HOLZER, W. Uma discussão fenomenológica sobre os conceitos de paisagem e lugar, território e meio ambiente. **Revista Território**, v. 2, n. 3, p. 77-85, 1997.

HUGGETT, R. J. Soil landscape systems: a model of soil genesis. **Geoderma**, v. 13, n. 1, p. 1-22, 1975.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Palmares**, Brasília, 2022.

JEFFERY, S.; GARDI, C.; JONES, A. **European atlas of soil biodiversity**. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2010. 130 p.

KORASAKI, V. et al. Macrofauna. TOMA, M. A.; BOAS, R. C. V.; MOREIRA, F. M. de (Ed.). **Conhecendo a vida do solo**. v.2. Editora UFLA: Lavras, 2017. 32p.

LAVELLE, P. Diversity of soil fauna and ecosystem function. **Biology International**, v. 33, p. 3-16, 1996.

LAVELLE, P.; DECAËNS, T.; AUBERT, M.; BAROT, S.; BLOUIN, M.; BUREAU, F. Soil

invertebrates and ecosystem services. **European Journal of Soil Biology**, v. 42, p. 3-15, 2006.

LI, W. et al. Soil fauna diversity at different stages of reed restoration in a lakeshore wetland at Lake Taihu, China. **Ecosystem Health and Sustainability**, v. 6, n. 1, p. 1-15, 2020.

LOMOLINO, M.V.; Riddle, B. R.; Brown, J. H. **Biogeography**. 3ªed. Sinauer Associates, Inc. Publisher Sunderland, Massachusetts, 2006.

MANHÃES, C. M. C. **Caracterização da fauna edáfica de diferentes coberturas vegetais no Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. 2011. 54 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) -Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2011.

MELO, F. V. de; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N. C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W. de ZANETTI, R. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. In: **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 1, p. 39-43, jan./abr. 2009.

MURARA, P.G. Caminhos da Biogeografia. **Revista Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 17, n. 58, p. 168-179, 2016.

NELSON, G. From Candolle to Croizat: comments on the history of Biogeography. **Journal of the History Biology**, v. 11, p. 269-305, 1978.

NETO, R. M. Zoogeomorfologia: Influências da fauna na evolução e dinâmica dos sistemas geomorfológicos. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 20, n. 72, p. 275–293, 2019.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO, A.S. F.; PESSOA, M.M. C.; SOUSA, R.S.; SILVA, J.D. C.; MATOS-FILHO, C.H. A. Edaphic fauna in a vegetation gradient in the Sete Cidades National Park. **Brazilian Journal of Biology**. v. 79, n. 1., p. 45-51, 2019.

NUNES, L. A. P. L.; PESSOA, M. M. C.; ARAUJO, A. S. F.; SOUSA, R. S.; SILVA, J. D. C.; LEITE, L. F. C.; BARBOSA, L. R. Characterization of edaphic fauna in different monocultures in Savanna of Piauí. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 81, n. 3, p. 657–664, 2021.

NUNES, L.A.P.L.; SILVA, D.I.B.; ARAÚJO, A.S.F.; LEITE, L.F.C.; CORREIA, M.E.F. Caracterização da fauna edáfica em sistemas de manejo para produção de forragens no Estado do Piauí. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.1, p.30-37, 2012.

OLIVEIRA, F.S.; VARAJÃO, A.F.D.C.; VARAJÃO, C.A.C.; SCHAEFER, C.E.G.R.; BOULANGÉ, B. The role of biological agents in the microstructural and mineralogical transformations in aluminium lateritic deposit in Central Brazil. **Geoderma**, v. 226, n. 1, p. 250-259, 2014.

PANDOVANI, M. T.. **Solos, lugar e paisagem: percepções e construção do conhecimento com estudantes da educação básica no campo**. 2015. 84f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 2015.

PEREIRA, B. C. **RELAÇÃO SOLO-PAISAGEM E SUA APLICABILIDADE: Uma ferramenta fundamental para o entendimento da caracterização da paisagem. Cadernos do Leste**. Belo Horizonte, v. 20, n. 20, p. 1-14, 2020.

PEREIRA, J. de M. *et al.* Fauna edáfica e suas relações com atributos químicos, físicos e microbiológicos em Floresta de Araucária. **Ciênc. Florest.**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 242-257, 2020.

RIGHI, C.A.; RODRIGUEZ, C.S.; FERREIRA, E.N.L.; GODOY, A.I.C. Microclimatic Conditions for Dung Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) Occurrence: Land Use System as a Determining Factor. **Environmental Entomology**, v. 47, n. 6, p.1420-1430, 2018.

ROSA, M.G.; KLAUBERG FILHO, O.; BARTZ, M.L.C.; MAFRA, Á.L.; SOUSA, J.P.F.A.; BARETTA, D. Macrofauna edáfica e atributos físicos e químicos em sistemas de uso do solo no Planalto Catarinense. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1544-1553, 2015.

ROSA, R.O.L. da. **Padrões biogeográficos da quiropterofauna brasileira**. 2015. 37 f., il. Dissertação (Mestrado em Zoologia)— Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

SCLATER, P.L. On the general geographical distribution of the members of the class Aves. Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London. **Zoology**, v. 2, n. 7, p. 130-136, 1858.

SILVA, R. A. **Diversidade, estrutura e relações de escala da fauna invertebrada e de fisionomias de cerrado**. 2021. 208 f., Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnológica) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.

STEIN, M. G. **Biogeografia e conservação dos anfíbios da Caatinga**. 2015. 60 f., il. Dissertação (Mestrado em Ecologia)—Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Oxford: Blackwell, 1979. 372p.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977. 91p.

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente**. 5a ed. Rio Claro: Helmut Troppemair, 2002.

VIANA, E.; CEZIMBRA, J.C. G.; SILVA, D.M. da; SILVA, D. A. A. da; RAMIRES, M.F.; BOHRER, R.E.G.; BISOGNIN, R.P.; GUERRA, D.; LANZANOVA, M.E.; SOUZA, E.L. de; REDIN, M. Diversity of soil fauna in soils with different management systems in the north of Rio Grande do Sul. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11,

n. 5, p. 1-11, 2022.

VRIES, F.T.; THÉBAULT, E.; LIIRI, M.; BIRKHOFFER, K.; TSIAFOULI, M.A.; BJØRNLUND, L. Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. **Proceeding of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 35, p. 14296-14301, 2013.

WAGG, C.; BENDER, S.F.; WIDMER, F.; VAN DER HEIJDEN, M.G.A. Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. **Proceeding of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 14, p. 5266-5270, 2014.

WARDLE, D.A.; LAVALLE, P. Linkages between soil biota, plant litter quality and decomposition. In: CADISCH, G.; GILLER, K. E. **Driven by nature: Plant litter quality and decomposition**. Cambridge: CAB International, p. 107-124, 1997.

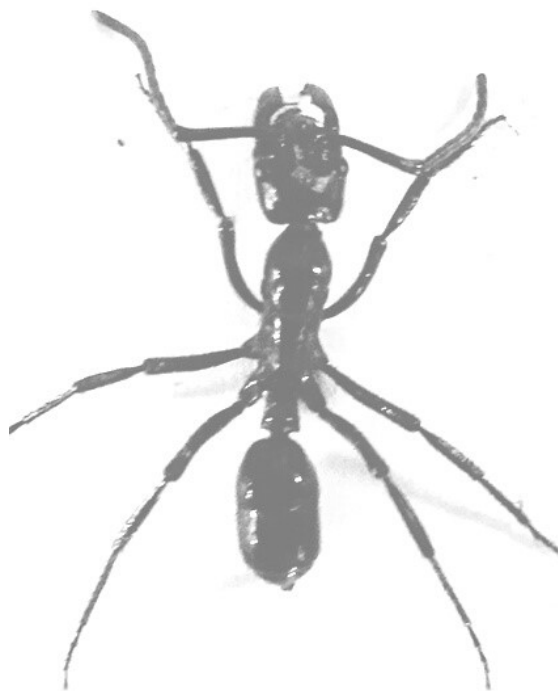
TRINDADE, O.S.N.; SILVA JUNIOR, J.C.; TEIXEIRA, P.M.M.. Um estudo das representações sociais de estudantes do ensino médio sobre os insetos. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.**, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 37-50, 2012.

ZANOL, Joana; et al. O caramujo exótico invasor *Achatina fulica* (Stylommatophora, Mollusca) no Estado do Rio de Janeiro (Brasil): situação atual. **Biota Neotrop.**, v.10, n.3, p.447-451, 2010.

**APÊNDICE A – Fauna Edáfica da Unidade de Conservação Floresta Nacional
de Palmares**

FAUNA EDÁFICA DA FLONA DE PALMARES

Cartilha técnica sobre a fauna do solo

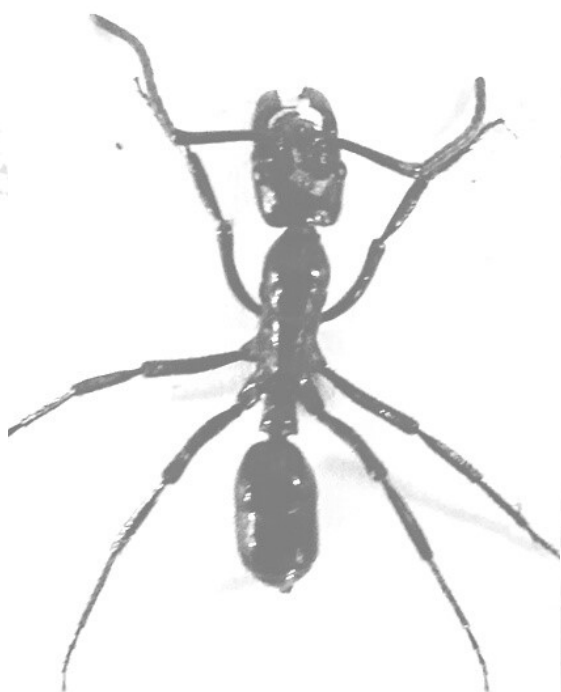


**Teresina, Piauí
2023**

Equipe técnica de elaboração

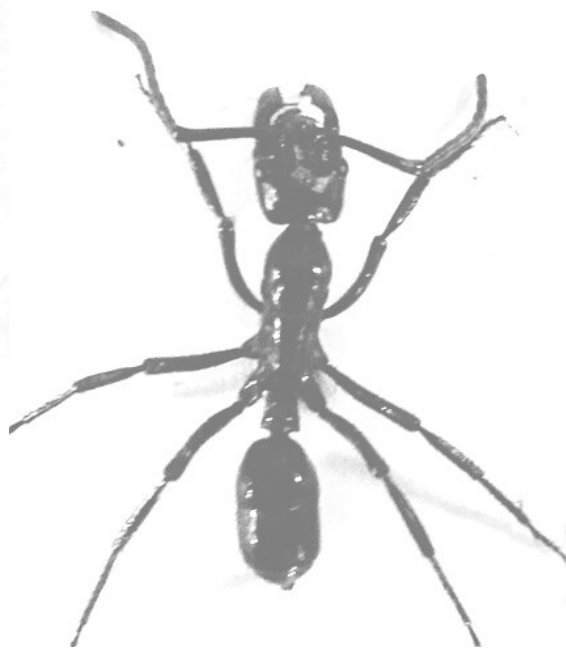
Eng. agrônomo Marcos Paulo Gomes Gonçalves
Profa. Dra. Bruna de Freitas Iwata

Cartilha apresentada como produto para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Mestrado Profissional em Análise e Planejamento Espacial – MAPEPROF.



Agradecimentos

Ao IFPI
Ao MAPEPROF
À Floresta Nacional de Palmares
Ao Sr. Gaspar da Silva Alencar





FAUNA EDÁFICA DA FLONA DE PALMARES

BELEZA SEM IGUAL!

Autor: Guardião de Palmares

Tu és bela!
Uma beleza sem igual!

Tu és bela!
Só comparável à beleza dos cedros do Líbano!

Tu és bela!
Assim comparável aos aromas dos melhores perfumes!

Tu és bela!
Para recepcionar as crianças nas suas aventuras em contato com a natureza viva!

Tu és bela!
Para atrair os esportistas naturais!
Amantes do ambiente natural!

Tu és bela!
Para desafiar os cientistas em suas investigações biogeográficas!

Tu és bela!
Por abrigar espécies raras, ameaçadas em perigo!

Tu és bela!
Suas trilhas rústicas!
Construídas pelos caçadores e corredores da natureza!
Transformadas em trilhas ecológicas para educação e investigação!

Tu és bela!
Um contato mais íntimo com seus encantos florestais!

Tu és bela!
Um lugar de paz, aconchego e medicinal!

Tu és bela!
Pelo verde, pela diversidade botânica, pela florística e beleza faunística!

Tu és bela!
Pela disponibilidade de proteínas vegetais para os animais! Em ciclos temporais!

Tu és bela!
Por oferecer abrigo seguro para os animais!

Tu és bela!
Pela sua natureza restaurada! Regenerada!
Onde os animais silvestres se sentem protegidos nos braços de suas trilhas que são com veias liberando vida por todos os poros de seus caminhos!

Tu és bela! Beleza dos babaquais tremulando
aso sabor das correntes de ar!

Tu és bela!
Pelas bromeliáceas, euforbiáceas e outros áceas!

Tu és bela! Floresta de Palmares.

Sumário

Apresentação.....	2
Sobre a Floresta Nacional de Palmares.....	4
O que é a fauna invertebrada do solo?.....	6
Fauna invertebrada do solo da FLONA Palmares.....	7
Besouros.....	11
Miriápodes.....	13
Tesourinha.....	15
Aracnídeos.....	16
Baratas.....	18
Grilos.....	19
Formigas-leão.....	20
Formigas.....	21
Cupins.....	22
Gastropodes.....	23
Minhocas.....	24
Ameaças.....	26
Considerações Finais.....	29
Referências.....	31

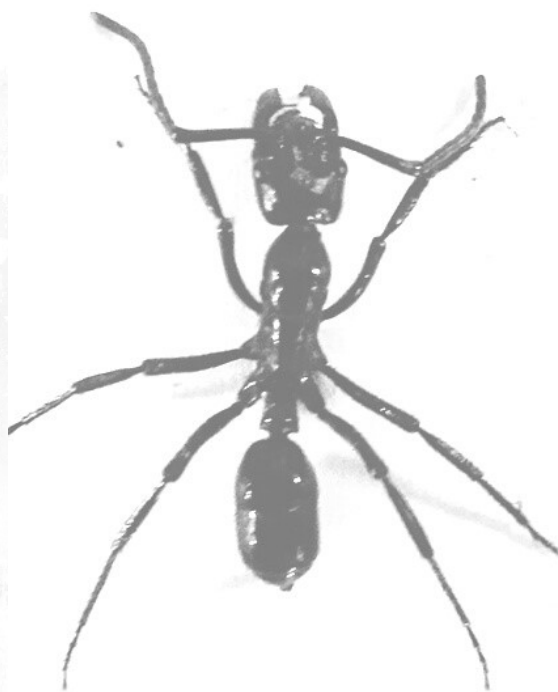
Apresentação

Bem-vindo à nossa cartilha sobre a fauna edáfica da Unidade de Conservação Floresta Nacional de Palmares!

Este documento foi criado para apresentar de forma clara e acessível a fauna edáfica da FLONA de Palmares.

A FLONA é uma importante área de conservação florestal que abriga uma variedade de espécies animais e vegetais, incluindo a fauna edáfica. A fauna do solo é composta por animais que vivem no solo, como minhocas, besouros, formigas e muito mais.

Estes animais são essenciais para a manutenção da saúde do solo e para o equilíbrio dos ecossistemas da FLONA.



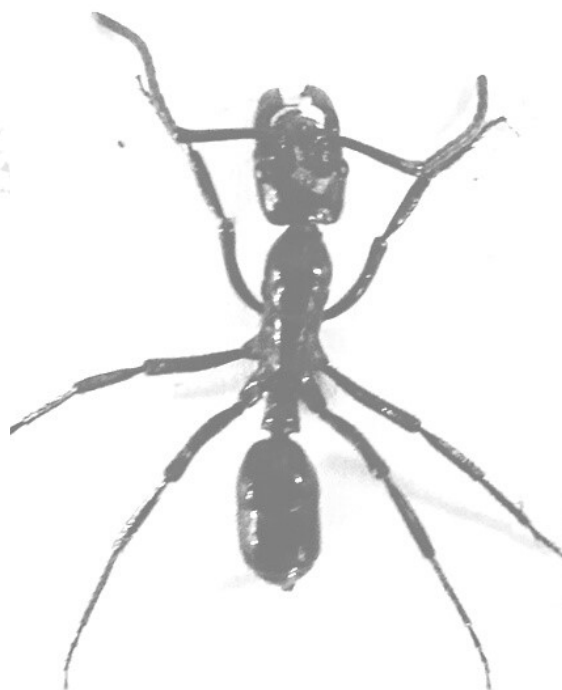
Um pouco mais sobre a cartilha

Nesta cartilha, você encontrará informações sobre a diversidade da fauna edáfica da FLONA, incluindo os papéis que desempenham no ecossistema.

Além disso, apresentaremos ilustrações e fotos que ajudarão a tornar o conteúdo ainda mais interessante e fácil de entender.

Este guia é destinado a todas as pessoas interessadas em aprender mais sobre a fauna edáfica da FLONA de Palmares, incluindo estudantes, pesquisadores, profissionais de conservação da natureza e visitantes da unidade de conservação.

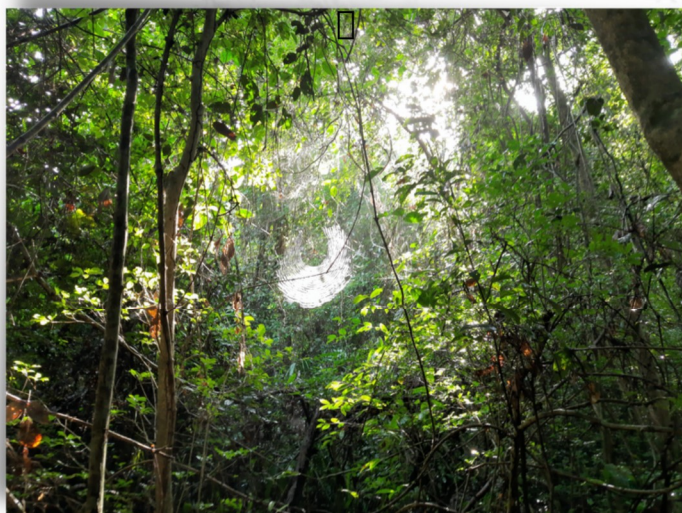
Esperamos que você encontre as informações nesta cartilha úteis e que elas contribuam para uma melhor compreensão e valorização da fauna edáfica da FLONA de Palmares.



Sobre a Floresta Nacional de Palmares

A Floresta Nacional de Palmares está situada entre os limites dos municípios de Altos e Teresina, às margens da BR-343, Km-323.

Esta Floresta, de cerca de 170 hectares, foi instituída como unidade de conservação no ano de 2005 para proteger um importante **fragmento da Mata dos Cocais, ecossistema de transição característico do Meio Norte do Brasil**, que apresenta espécies da fauna e da flora dos **biomas da Caatinga, Cerrado e Amazônia**.



A biodiversidade da FLONA é exuberante, sendo caracterizada por uma variedade de espécies vegetais típicas da **Floresta Estacional Decidual Mista**.

Dentre as espécies de destaque, encontram-se: o cedro, o ipê, tamboril, o babaçu e a sapucaia- algumas delas, inclusive emprestam o nome às trilhas da unidade.

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade é o órgão gestor dessa unidade. Além de traçar estratégias para a contínua conservação do lugar, também se preocupa e incentiva a visitação pública responsável e o ecoturismo.

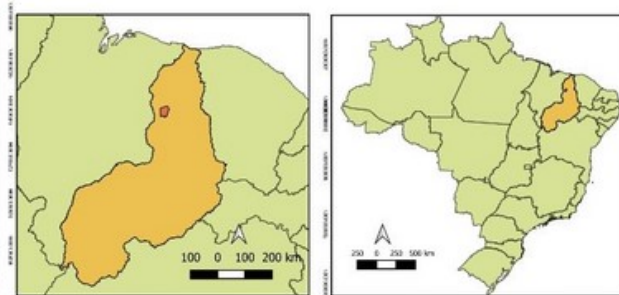
A FLONA Palmares é dividida em quatro Zonas: de Uso Restrito, de Uso Moderado, de Infraestrutura e de Diferentes Interesses Públicos.

A Zona de Uso Restrito contém ambientes naturais de relevante interesse ecológico e paisagístico, onde ocorreu pequena intervenção humana.

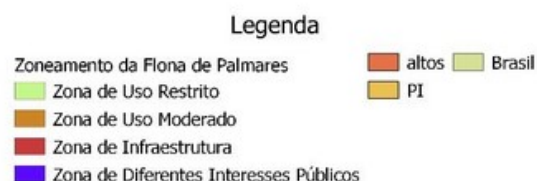
A Zona de Uso Moderado é constituída por áreas naturais ou moderadamente alteradas pelo homem.

A Zona de Infraestrutura é constituída por ambiente natural e por área significativamente antropizada. Nela são concentrados os serviços e instalações voltadas à visitação e à administração da área.

A Zona de Diferentes Interesses Públicos compreende a faixa de servidão das linhas de transmissão de energia que cortam a Flona de leste a oeste e a estrada de acesso às comunidades Soturno e Papagaio.



Mapa de Localização: FLONA PALMARES



DATUM: SIRGAS 2000 UTM 23 S
DADOS: IBGE, GOOGLE EARTH
DATA: 06/03/2023

O que é a fauna invertebrada do solo?

A fauna do solo é um conjunto dos seres vivos invertebrados que vivem toda ou parte de sua vida no solo. Em tal grupo, há uma diversa gama de organismos vivos distribuídos em diferentes classes, ordens, gêneros e espécies.

São representantes da fauna do solo as minhocas, formigas, cupins, besouros, lacraias, piolhos-de-cobra, baratas, tesourinhas, grilos, aranhas, opiliões, pseudoescorpiões, entre outros.

Por convenção, os seres vivos são classificados em categorias, as principais são:



Fauna invertebrada do solo da FLONA Palmares

Para conhecer melhor a fauna edáfica da FLONA PALMARES, foram utilizadas armadilhas de queda – pitfall e adaptada – , uma metodologia de coleta que permite capturar uma variedade de espécimes de diferentes grupos taxonômicos, em três Zonas desta Unidade – Zona de Infraestrutura, de Uso Moderado e de Diferentes Interesses Públicos –, em dois diferentes períodos do ano –chuvoso e seco.

Para cada Zona, dispôs-se de cinco armadilhas de cada tipo: pitfall e adaptada.

A armadilha pitfall consistiu da utilização de copo descartável de capacidade de 300ml, cuja borda enterrou-se até o nível do solo.



Armadilha



Armadilha *pitfall*

Já a armadilha de queda adaptada consistiu de frascos coletores confeccionados a partir de garrafas de polímero termoplástico descartáveis de dois litros.

A parte superior da garrafa, com formato de funil, foi destacada e, de forma invertida, fixada no topo da parte restante da garrafa, para servir como um funil.



Armadilha adaptada



Armadilha *pitfall*

Em ambas as armadilhas, colocou-se prato plástico de 21 cm de diâmetro suspenso por peças de madeira com aproximadamente 15 cm.

Também, em cada recipiente adicionou-se cerca de 150 ml de uma solução líquida (água, álcool 70% e gotas de detergente).

Das coletas, obtivemos diferentes grupos de invertebrados do solo capturados nas armadilhas de queda em diferentes períodos (Chuvoso e Seco) e Zonas da FLONA de Palmares como se pode observar no quadro abaixo

Grupos	Nome Científico	Zona de Infraestrutura	Zona de Uso Moderado	Zona de Diferentes Interesses Públicos
Seco				
Formigas	Formicidae	x	x	x
Besouros	Coleoptera	x	x	x
Grilos	Orthoptera	x	x	x
Baratas	Blattaria	x	x	x
Aranhas	Araneae	x	x	x
Miriápodes	Myriapoda	x	x	x
Cupins	Isoptera	x	x	x
Gastrópodes	Pulmonata			x
Tesourinha	Dermaptera	x	x	x
Aranha chicote	Amblypygi	x	x	
Opiliões	Opiliones	x	x	x
Escorpiões	Scorpiones		x	
Chuvoso				
Formigas	Formicidae	x	x	x
Besouros	Coleoptera	x	x	x
Grilos	Orthoptera	x	x	x
Baratas	Blattaria	x	x	x
Aranhas	Araneae	x	x	x
Miriápodes	Myriapoda	x	x	x
Cupins	Isoptera	x	x	x
Gastrópodes	Pulmonata	x	x	x
Aranhas chicotes	Amblypygi	x	x	
Tesourinha	Dermaptera	x		x
Opiliões	Opiliones	x		x
Escorpiões	Scorpiones	x		
Pseudoescorpiões	Pseudoscorpiones	x		x
Formigas-leões	Myrmeleontidae	x		



Besouros

Os besouros são um grupo diverso de animais que habitam o solo e são **essenciais para a manutenção da saúde do ecossistema**.

Foram registrados, na FLONA de Palmares, espécimes de besouros da família Scarabaeidae. Família esta importante para a **ciclagem de nutrientes no solo**.



Escarabeídeo



Escarabeídeo

Estes besouros ajudam a **decompor a matéria orgânica**, transformando-a em nutrientes que podem ser utilizados pelas plantas.

Dado ao **hábito** que algumas espécies desta família tem de tranpostar bolas de excrementos, são conhecidos como rola-bostas popularmente.



Também, foram registrados espécimes da família Carabidae que **são predadores naturais de outros insetos** que habitam o solo.

Eles se alimentam de larvas de moscas e outros insetos, ajudando a controlar as populações destes animais e **contribuindo para o equilíbrio ecológico da FLONA.**



Carabeídeo



Carabeídeo



Carabeídeo

Miriápodes



Diplópode: piolho de cobra

Os Miriápodes englobam a classe Diplopoda– a que pertencem os piolhos-de-cobra e os embuás, artrópodes com dois pares de membros locomotores por segmento – e a Chilopoda– em que se encontram as lacraias, artrópodes com um par de membros locomotores por segmento.

Os Miriápodes são um importante grupo de animais da fauna edáfica da FLONA de Palmares.

Os diplopodes desempenham um papel fundamental na **decomposição da matéria orgânica**, transformando-a em nutrientes que são utilizados pelas plantas e outros organismos do solo.



Diplópode: embuá

Além de seu papel na **decomposição da matéria orgânica**, os diplopodes também servem como **fonte de alimento** para outros animais, como aves e pequenos mamíferos.

Também, dada a sua capacidade de movimentação tanto na superfície quanto no subsolo, os diplopodes **exercem influência direta sobre a estrutura física do solo e da serrapilheira**, provocando modificações em sua porosidade, níveis de umidade e transporte de substâncias.

As lacraias são animais **predadores**, alimentando-se principalmente de insetos e outros artrópodes menores.

Elas possuem garras venenosas que utilizam para capturar suas presas e se defenderem de predadores.

Esse mecanismo de defesa eficiente contribui para a sua sobrevivência e permite que elas ocupem uma posição significativa na **teia alimentar do ecossistema**.

Tesourinha

As tesourinhas são insetos da ordem Dermaptera, conhecidos pelo seu par de pinças na extremidade do abdômen. Essas pinças são usadas para diversas funções, como defesa, caça e para se agarrar em superfícies.

Tais insetos alimentam-se de **matéria vegetal morta e em decomposição**, mas algumas espécies ocasionalmente são **predadoras ou se alimentam de plantas vivas**.



Tesourinha



Tesourinha

Também, alguns tipos de tesourinhas são considerados pragas agrícolas, pois podem causar danos às plantas.

Apesar de sua aparência intimidadora, as tesourinhas são inofensivas aos seres humanos e muitas vezes **desempenham um papel importante na cadeia alimentar**, servindo como presa para aves, mamíferos e outros predadores.

Aracnídeos

Os aracnídeos são um grupo diverso de animais que inclui espécies como aranhas, amblipígios, escorpiões, falsos escorpiões e opiliões. Todos estes registrados na FLONA Palmares.

Os aracnídeos desempenham diversos papéis no ecossistema do solo, incluindo **a predação de outros organismos e a decomposição da matéria orgânica.**



Aranha



Amblipígio: aranha-chicote

Os escorpiões são conhecidos por sua picada venenosa, que pode ser perigosa para os seres humanos.

Apesar disso, os escorpiões desempenham um importante papel no **controle de populações de insetos**, sendo predadores de outras espécies de artrópodes e contribuindo para a manutenção do equilíbrio ecológico.

Os falsos escorpiões, por sua vez, são aracnídeos que se assemelham aos escorpiões, mas não possuem a cauda com ferrão. Também, desempenham um papel importante na **predação de outros organismos do solo.**

Diferentemente das aranhas, os opiliões não possuem glândulas venenosas e não são considerados perigosos para os seres humanos. Eles se alimentam de pequenos insetos, detritos e até mesmo outros opiliões.



Falso escorpião



Escorpião

Os amblipígios são também conhecidos como aranhas-chicote em decorrência de uma analogia ao seu primeiro par de membros locomotores serem extremamente alongado, com funções sensoriais e semelhantes às antenas de alguns insetos.

No Piauí, há apenas uma única espécie de amblipígio descrita: *Heterophrynus longicornis* (Butler, 1873). Isso demonstra a importância da FLONA Palmares ser um reduto de **conservação ambiental que atrai a fauna regional.**

Baratas

As baratas, representantes da ordem Blattodea, são animais que vivem em diversos ambientes e **possuem grande capacidade de adaptação**, sendo encontradas em praticamente todo o mundo.

Apesar de muitas pessoas considerarem as baratas como animais incômodos ou indesejáveis, elas têm uma grande **importância ecológica** e podem ser indicadores da saúde do ecossistema.



Barata



Barata

São animais onívoros que se alimentam de diversos materiais, como restos de comida, folhas, frutas, e até mesmo outros insetos.

Assim, são importantes na **decomposição de matéria orgânica, auxiliando na ciclagem de nutrientes e incorporação do nitrogênio** no solo na FLONA Palmares.

Somado ao fato que servem de alimento para outros animais, como aranhas, escorpiões e pássaros, são importantes para a cadeia alimentar também.

Grilos

Os grilos são insetos da ordem Orthoptera, conhecidos por seu canto característico produzido pelos machos.

Eles são encontrados em diversas partes do mundo e podem viver em uma ampla variedade de habitats, desde florestas até áreas urbanas.

Os Grilos são um grupo diverso de espécies, muitas delas herbívoras, desempenhando um papel fundamental na manutenção do **equilíbrio ecológico** ao se alimentarem de uma ampla variedade de materiais vegetais, regulando populações de plantas e influenciando a estrutura de comunidades vegetais em diferentes habitats.

Algumas espécies, se alimentam de **matéria orgânica em decomposição**, consequentemente, participando da ciclagem de nutrientes.



Grilo

Além de seu canto característico, os grilos também desempenham **um papel importante na cadeia alimentar**, servindo como presa para aves, mamíferos e outros predadores da FLONA Palmares.

Formigas-leão

As formigas-leão são insetos pertencentes à família Myrmeleontidae, que são conhecidas por suas larvas serem habilidosas **predadoras de outros insetos**.

Essas larvas têm um aspecto peculiar, parecendo pequenos crocodilos ou leões, daí o nome "formigas-leão".

As larvas de formigas-leão constroem covas no solo para captura de suas presas, que incluem outros insetos, como formigas, besouros e mariposas.



Formiga-leão



Formiga-leão

Quando a presa cai na cova, a larva então a ataca e a captura com suas mandíbulas afiadas.

As formigas-leão são importantes para o **equilíbrio ecológico**, uma vez que contribuem para o controle de populações de outros insetos.

Além disso, as formigas-leão adultas são **polinizadoras** importantes para diversas espécies vegetais.

Formigas

As formigas são animais sociais que habitam o solo e desempenham um papel importante na manutenção dos ecossistemas terrestres.

Elas vivem em colônias (formigueiros) compostas pela casta fértil (rainha e macho) e estéril (soldados e operários).

Estes animais desempenham funções importantes na **ciclagem de nutrientes** e na **dispersão de sementes**, contribuindo para a manutenção da biodiversidade da região. Além disso, facilitam a **aeração e infiltração de água no solo** através da escavação de túneis e câmaras.

As formigas apresentam diferentes hábitos e características, o que resulta em **diferentes papéis ecológicos** na comunidade de organismos do solo.



Formiga



Formiga



Formiga

Cupins

Os cupins são animais que vivem em colônias e têm **uma grande importância ecológica** em ecossistemas terrestres, incluindo a FLONA de Palmares.

Os cupins possuem um importante papel na **decomposição da serrapilheira e ciclagem de nutrientes**, influenciando a fertilidade e estrutura do solo.

Ao decompor a madeira e outros materiais lignocelulósicos, os transforma em nutrientes que são disponibilizados para outras formas de vida no solo.

Por meio da construção dos ninhos abaixo e acima do solo ou galerias junto ao solo, acabam sendo responsáveis pela **distribuição de vários nutrientes** ao longo do perfil do solo



Cupim



Cupim

Gastrópodes

Os gastrópodes são animais pertencentes à classe Gastropoda, que é composta por diversos animais como caracóis, caramujos, lesmas, entre outros.

Esses animais são encontrados em diversos ambientes, desde água doce até ambientes terrestres, podendo ser encontrados em quase todos os continentes.



Concha de caramujo



Concha de caramujo

Os gastrópodes possuem um corpo alongado e mole, geralmente protegido por uma concha, que varia em forma, tamanho e cor entre as diferentes espécies. No caso da FLONA, os gastrópodes registrados são terrestres e possuem uma concha fechada.

Esses animais possuem uma dieta variada, **se alimentando de plantas, detritos, animais mortos e outros animais vivos.**

Minhocas

Como as armadilhas de queda não são próprias, não houve a captura de minhocas. Contudo, no ato de escavar o solo para instalação dessas armadilhas, verificamos a presença desses importantes invertebrados terrestres para a qualidade do solo.

As minhocas pertencem à classe Oligochaeta, e são conhecidas por serem animais anelídeos. Possuem o corpo alongado, cilíndrico e segmentado.



Minhoca



Minhoca

As minhocas desempenham um papel vital na **reciclagem de nutrientes no solo**, ajudando a **decompor materiais orgânicos e transformando-os em um composto rico**, que as plantas podem absorver para crescerem saudáveis.

Elas ingerem a matéria orgânica presente no solo e, durante o processo de digestão, excretam um material chamado **húmus**

O húmus é uma forma de matéria orgânica altamente nutritiva e benéfica para o solo, pois ajuda a **melhorar sua estrutura física e química, aumentando sua capacidade de retenção de água e nutrientes.**

Também, o húmus é uma importante fonte de alimento para outros organismos do solo, como bactérias e fungos, que por sua vez contribuem para o desenvolvimento das plantas.



Húmus



Húmus

Além disso, a atividade de escavação no solo das minhocas ajuda a **melhorar a estrutura do solo**, permitindo maior infiltração de água e ar, e a sua mobilidade **promove a dispersão de microorganismos benéficos.**

Portanto, as minhocas são essenciais para a **manutenção da fertilidade e saúde do solo**

Ameaças

A Flona Palmares é um importante patrimônio natural do nosso país, abrigando uma rica diversidade de espécies e desempenhando um papel fundamental na preservação ambiental.

No entanto, a introdução de **espécies exóticas** pode representar uma ameaça significativa para a biodiversidade deste lugar.

Neste contexto, a presença do **Caramujo Africano** (*Achatina fulica*) em Unidades de Conservações de Teresina tem despertado a preocupação devido aos **impactos negativos que pode causar**.

Tal caramujo é uma espécie originária do leste da África. Ele foi introduzido em várias regiões do mundo, inclusive no Brasil. Inicialmente para fins de alimentação. Esses caramujos têm uma **grande capacidade de reprodução e adaptação a diferentes ambientes**, o que contribui para seu rápido estabelecimento e disseminação.



Caramujo-africano

A presença do Caramujo Africano na Flona pode ter **consequências negativas para os ecossistemas locais. Ele compete com as espécies nativas por espaço e por alimento.**

Neste processo de competição supera as espécies nativas por ter tamanho maior, uma dieta variada e possuir uma taxa de crescimento e reprodução mais rápida e elevada. Além disso, o caramujo é hospedeiro de parasitas e pode **transmitir doenças aos seres humanos, representando um risco para a saúde pública.**

O controle do Caramujo Africano é um desafio complexo. A remoção manual dos indivíduos é uma estratégia comumente utilizada, mas é trabalhosa e nem sempre eficaz devido à capacidade de reprodução desses caramujos.

Outras medidas, como o uso de iscas tóxicas e a introdução de predadores naturais, têm sido propostas, mas seus efeitos e impactos devem ser cuidadosamente avaliados antes de sua implementação.



Caramujo-africano

Além das ações de controle, é fundamental promover a conscientização e o engajamento da comunidade local e visitantes sobre a problemática do Caramujo Africano. A divulgação de informações sobre a espécie exótica invasora, seus impactos e medidas de prevenção e controle pode contribuir para uma **maior conscientização e adoção de práticas sustentáveis**.



Caramujo-africano



Caramujo-africano

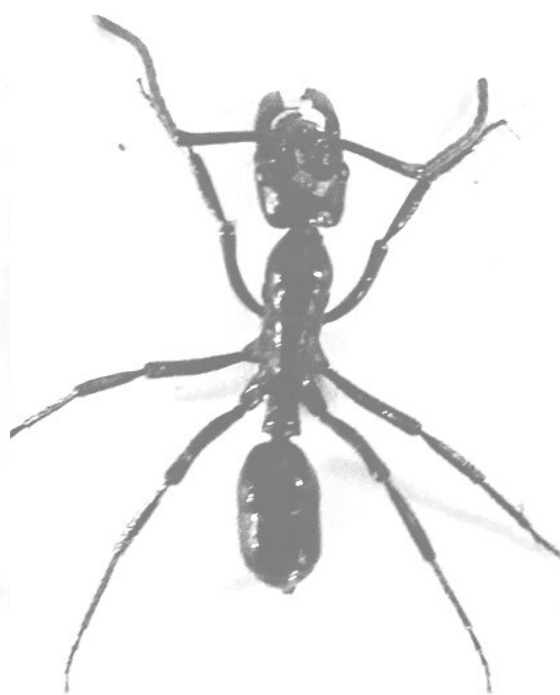
O Caramujo Africano representa um desafio para a conservação dos ecossistemas locais. O monitoramento contínuo, o desenvolvimento de estratégias eficazes de controle e a conscientização da comunidade são fundamentais para minimizar os impactos dessa espécie exótica invasora e preservar a biodiversidade. Ações coordenadas e o envolvimento de diferentes setores são essenciais para **prevenção da disseminação de espécies exóticas nocivas**.

Considerações Finais

A partir das informações e da riqueza de imagens apresentadas, fica evidente quão rica é a fauna do solo presente na FLONA PALMARES, destacando a importância da preservação do seu ecossistema para manutenção da vida e equilíbrio do meio ambiente.

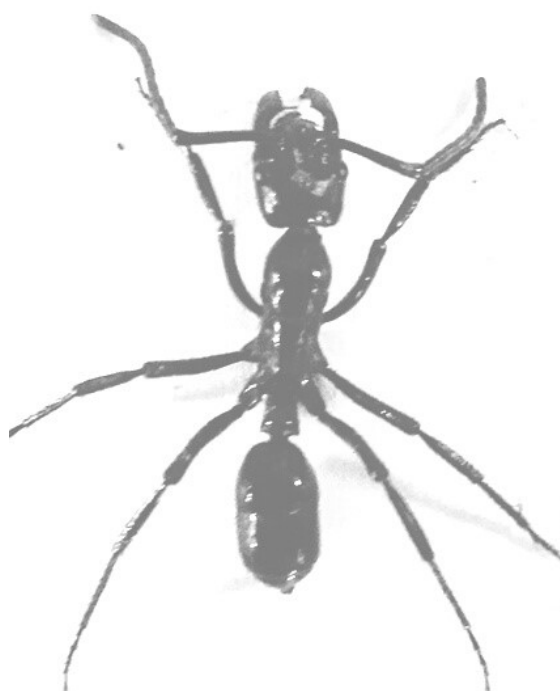
A partir da metodologia utilizada, através de armadilhas de queda, foi possível coletar uma variedade de grupos, o que destaca a importância da realização de pesquisas e monitoramentos periódicos em áreas de preservação, visando aprimorar o conhecimento e a conservação da fauna edáfica e, conseqüentemente, do ecossistema como um todo.

Foi possível observar a relevância ecológica e funcional de diversos grupos apresentados nesta cartilha, como as minhocas, que desempenham um papel fundamental na ciclagem de nutrientes e aeração do solo.





Além disso, ressalta-se a necessidade de ampliar os estudos sobre a fauna edáfica, visando compreender melhor suas interações com o ambiente e com outras espécies.



Por fim, esta cartilha sobre a fauna edáfica da Flona Palmares é uma importante ferramenta de disseminação de conhecimento e sensibilização para a conservação do ecossistema da unidade de conservação.

Esperamos que ela possa ser útil para pesquisadores, estudantes e visitantes, despertando o interesse e a curiosidade em relação à biodiversidade do solo e sua importância para a manutenção da vida no planeta.



Referências

BROWN, G.G.; NIVA, C.C.; ZAGATTO, M.R.G.; FERREIRA, S.A.; NADOLNY, H.S.; CARDOSO, G.B.X.; SANTOS, A. Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. In: PARRON, L.M. et al. (Orgs.). **Serviços ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica**, p. 122-154, 2015.

CARVALHO, L. S.; OLIVEIRA-MARQUES, F. N.; SILVA, P. R. R. Arachnida, Amblypygi, *Heterophrynus longicornis* (Butler, 1873): distribution extension for the state of Piauí northeastern Brazil. **Check List**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 267, 2011.

CORREIA, M.E.F.; OLIVEIRA, L.C.M. **Fauna do solo: Aspectos Gerais e Metodológicos**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 2000. 46p.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Palmares**. Brasília, 2022.

JEFFERY, S.; GARDI, C.; JONES, A. **European atlas of soil biodiversity**. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2010. 130 p.

KORASAKI, V. et al. Macrofauna. TOMA, M. A.; BOAS, R. C. V.; MOREIRA, F. M. de (Ed.). **Conhecendo a vida do solo**. v.2. Editora UFLA: Lavras, 2017. 32p.

ZANOL, Joana; et al. O caramujo exótico invasor *Achatina fulica* (Stylommatophora, Mollusca) no Estado do Rio de Janeiro (Brasil): **31** situação atual. **Biota Neotrop.**, v.10, n.3, p.447-451, 2010.

APÊNDICE B – FAUNA EDÁFICA ASSOCIADA A DIFERENTES ZONAS DA UC FLONA PALMARES

Resumo: Tendo em vista que a Unidade de Conservação Floresta Nacional de Palmares- UC FLONA Palmares é um refúgio natural para espécies da fauna regional, atraídas pela mata conservada, torna-se importante estudar os componentes ambientais que possam interferir na dinâmica da fauna edáfica, bem como armadilhas que melhor se adaptam a região para a sua captura. Portanto, objetivou-se analisar a relação da fauna edáfica à sazonalidade e às diferentes Zonas da FLONA Palmares – de Infraestrutura, de Uso moderado e de Interesse Público–, obtida por meio de duas diferentes armadilhas – *pitfall* e adaptada. Neste trabalho, houve o registro dos seguintes grupos: Formicidae, Coleoptera, Orthoptera, Blattaria, Araneae, Diplopoda, Chilopoda, Isoptera, Pulmonata, Amblypygi, Dermaptera, Opiliones, Scorpiones, Mantodea, Pseudoscorpiones e Myrmeleontidae. Formicidae e Coleoptera destacaram-se em todas as Zonas em ambos os períodos de estudo. Significativamente, a maior média do número de grupos ocorreu no período chuvoso. Não houve diferença estatística significativa, por meio de análise de variância, entre as armadilhas *pitfall* e adaptada, quanto à captura de espécimes da fauna edáfica e ao registro do número de grupos, contudo a análise de componentes principais evidenciou associação do grupo Formicidae à armadilha *pitfall* no período seco e dos grupos Formicidae, Orthoptera e Coleoptera à armadilha *pitfall* no período chuvoso. Também, não houve diferença estatística significativa entre as Zonas, contudo a análise de componentes principais evidenciou associação do grupo Coleoptera à Zona de Infraestrutura no período chuvoso. Por fim, dada a importância que a fauna edáfica possui, faz-se necessária a permanência deles na FLONA PALMARES para tanto deve haver a manutenção das condições meteorológicas, bem como a conservação da vegetação que ocorre em seu interior.

Palavras-chave: artrópodes do solo; biologia do solo; zoogeografia.

Abstract: Considering that the Palmares National Forest Conservation Unit - UC FLONA Palmares is a natural refuge for species of regional fauna attracted by the preserved forest, it is important to study the environmental components that can interfere with the dynamics of the soil fauna, as well as traps that best adapt to the region for their capture. Therefore, the objective was to analyze the relationship between the soil fauna and seasonality and the different Zones of FLONA Palmares – Infrastructure Zone, Moderate Use Zone, and Public Interest Zone – using two different traps – pitfall and adapted traps. In this study, the following groups were recorded: Formicidae, Coleoptera, Orthoptera, Blattaria, Araneae, Diplopoda, Chilopoda, Isoptera, Pulmonata, Amblypygi, Dermaptera, Opiliones, Scorpiones, Mantodea, Pseudoscorpiones, and Myrmeleontidae. Formicidae and Coleoptera stood out in all Zones during both study periods. Significantly, the highest average number of groups occurred during the rainy season. There was no statistically significant difference, as determined by analysis of variance, between the pitfall traps and the adapted traps regarding the capture of specimens from the soil fauna and the recording of the number of groups. However, principal component analysis revealed an association of the Formicidae group with the pitfall trap during the dry period, and the Formicidae, Orthoptera, and Coleoptera groups with the pitfall trap

during the rainy period. Additionally, there was no statistically significant difference among the Zones. Nevertheless, principal component analysis indicated an association of the Coleoptera group with the Infrastructure Zone during the rainy period. Finally, given the importance of the soil fauna, it is necessary for them to remain in FLONA PALMARES, and for this, meteorological conditions must be maintained, as well as the conservation of the vegetation within it.

Keywords: soil arthropods; soil biology; zoogeography.

1 INTRODUÇÃO

A fauna do solo é composta pela comunidade de seres vivos invertebrados que vive permanentemente ou que passa um ou mais fases de desenvolvimento no solo (AQUINO; CORREIA, 2005). Desempenham funções relevantes ao ambiente, devido as suas múltiplas interações nos ecossistemas (BROWN *et al.*, 2015; SILVA *et al.* 2021).

Estes invertebrados são de fundamental importância para a manutenção da qualidade dos solos, atuantes na redistribuição de nutrientes e de matéria orgânica, por meio de suas funções, sendo participantes diretos no equilíbrio do ecossistema, ocupantes dos níveis tróficos da cadeia alimentar (VIANA *et al.*, 2022). Dada a importância pelo papel que desempenham no ambiente em que se encontram, a fauna edáfica é alvo de trabalhos de levantamento.

Por exemplo, Nunes *et al.* (2019) e Nunes *et al.* (2021) observaram a sazonalidade e associação da fauna edáfica a ambientes com diferentes coberturas vegetais no Piauí; Righi *et al.* (2018) e França *et al.* (2020) detectaram que processos de desmatamento de áreas de mata nativa podem levar à perda de espécies de besouros edáficos, causando alterações em sua comunidade, na Mata Atlântica e Floresta Amazônica, respectivamente.

Estudos na área da biogeografia ecológica, de acordo com Chirol e Costa (2018), concentram-se em questões contemporâneas relacionadas à interação entre o ambiente físico e os organismos, assim como entre os próprios organismos, em uma escala de tempo humana.

Essa abordagem busca compreender os fatores que influenciam a biodiversidade em um determinado ambiente, a relação entre a topografia e a distribuição dos organismos em uma área específica e os processos que levam à substituição de espécies, conforme Cox e Moore (2009) explicam.

Nesse sentido, tendo em vista, conforme Tricart (1977), que um sistema é um

conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia, apresentando propriedades que lhe são inerentes e diferentes da soma das propriedades de seus componentes, a biota (em termos de diversidade e quantidade) pode ser considerada como a síntese ou resultado do sistema em que está inserida.

Dessa maneira, como a Unidade de Conservação Floresta Nacional de Palmares- UC FLONA Palmares, conforme ICMBio (2022), é um refúgio natural para espécies da fauna regional, atraídas pela mata conservada, torna-se importante estudar os componentes ambientais que possam interferir na dinâmica da fauna edáfica na referida Unidade de Conservação, bem como armadilhas que melhor se adaptam a região.

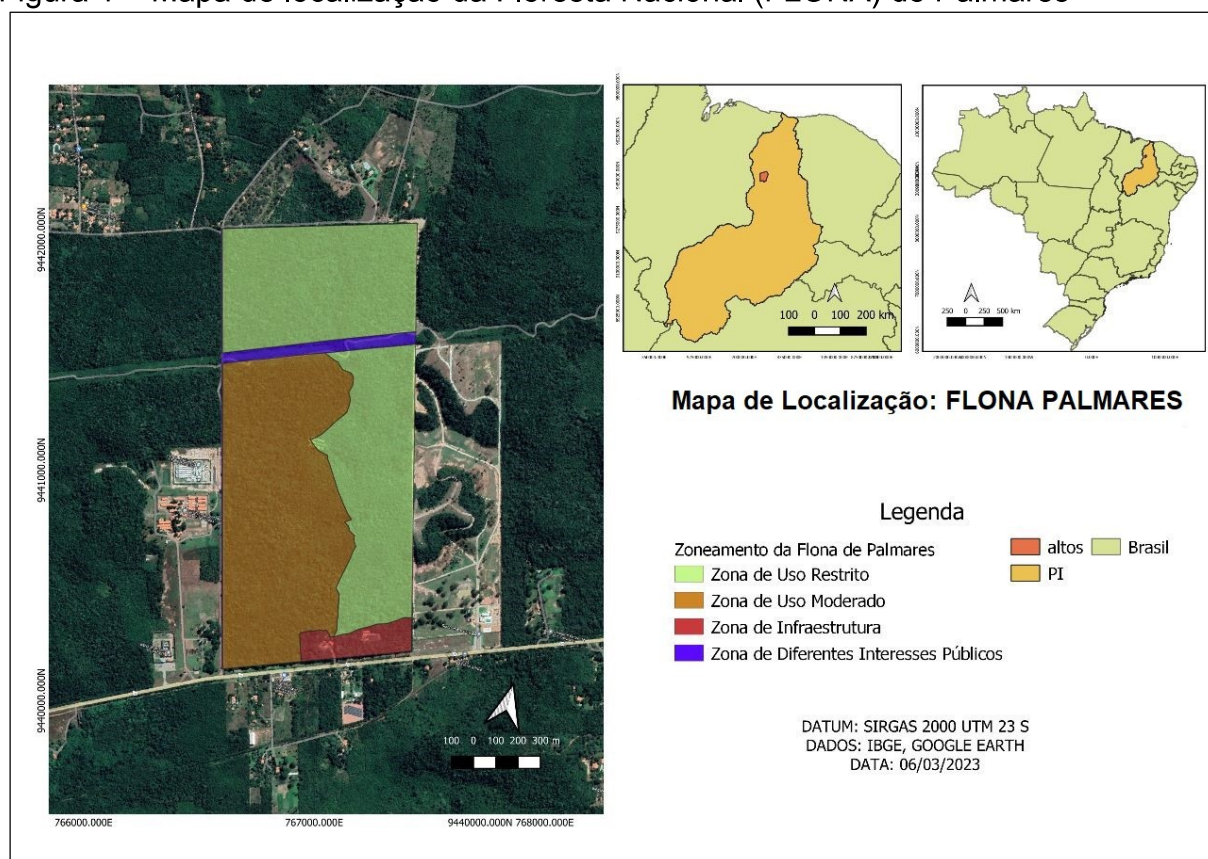
2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A Unidade de Conservação Floresta Nacional de Palmares- UC FLONA Palmares localiza-se na divisa administrativa do município de Altos com o município de Teresina, no estado do Piauí, Brasil, com uma área de aproximadamente 170 ha, tendo sido criada pelo Decreto Federal de 21 de fevereiro de 2005.

Segundo o art. 1º do Decreto citado, em tal FLONA, objetivam-se a promoção do manejo de uso múltiplo dos recursos florestais, a manutenção de banco de germoplasma *in situ* de espécies florestais nativas e a proteção dos recursos florestais e da biodiversidade, a recuperação de áreas degradadas e a educação ambiental. Por meio da figura 1, observa-se o mapa de localização da referida Unidade de Conservação.

Figura 1 – Mapa de localização da Floresta Nacional (FLONA) de Palmares



Segundo Barbosa (2015), a UC FLONA de Palmares insere-se em um contexto de transição natural, fitogeográfica e morfoclimática e tem como característica mais marcante a estacionalidade semidecidual da vegetação, formada

eminentemente por espécies florestais. De acordo com ICMBio (2022), há ocorrência, entre outras espécies, de: sapucarana, *Eschweilera alvimii* S.A.Mori; sapucaia, *Lecythus pisonis* Cambess; jacarandá, *Sarcomphalus cinnamomum* (Triana & Planch.) Hauenschild; piquiá, *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.; angico-branco, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan; pau-urubu, *Dictyoloma vandellianum* A.Juss.; cundurú, *Duguetia marcgraviana* Mart.; ipê-amarelo, *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos; copaíba/podói, *Copaifera duckei* Dwyer; sipaúba, *Combretum mellifluum* Eichler; babaçu, *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.; tucum, *Bactris maraja* Mart.; pati, *Bactris gasipaes* Kunth; e coco-anajá, *Attalea dubia* (Mart.) Burret. Sendo estas quatro últimas espécies de palmeiras que caracterizam a composição florística da FLONA como Mata de Cocais segundo os mesmos autores.

O padrão de formas geomorfológicas da unidade está sustentado por um conjunto de estruturas geológicas da Bacia Sedimentar do Parnaíba, condicionado pela ação dos fatores atmosféricos e hidrológicos que regulam a dinâmica do sistema natural regional (BARBOSA, 2015). A FLONA apresenta-se sobre um divisor topográfico, em uma unidade de relevo constituída por superfícies aplainadas e degradadas, dissecadas em formas tabulares entre os talwegues que drenam a água que escoia dos topos e vertentes para os cursos d'água locais (BARBOSA, 2015). Dessa maneira, constitui-se em área de perda de sedimentos. Localmente, a extensão territorial da UC em si, apresenta dois compartimentos de relevo com níveis topográficos que variam de 155 a 221 metros de altitude (BARBOSA, 2015).

Conforme ICMBio (2022), na FLONA, os solos que mais ocorrem são os Latossolos, com solos profundos e evoluídos nos pontos mais planos e de menor altitude, e solos jovens, rasos e pedregosos nos pontos mais declivosos e de maiores altitudes, com ocorrência de Plintossolos, com alguns pontos de afloramentos rochosos.

Geograficamente, a região de transição em que se insere a FLONA concentra-se sobre os estados do Piauí e do Maranhão, porção mais oeste da região Nordeste, amplamente ocupada por formações dicótilo-palmáceas (IBGE, 1992). Farias e Castro (2004) descrevem o meio norte do Brasil – Piauí e Maranhão – como uma extensa zona ecotonal situada entre o subúmido amazônico e o semiárido nordestino.

Quanto ao clima em que se insere a UC, com base na classificação de

Köppen. Infere-se, a partir de Medeiros *et al.* (2020), que é Aw, clima tropical megatérmico, caracterizado, conforme ICMBio (2022), com duas estações bem definidas: uma chuvosa, abrangendo cerca de quatro meses (de janeiro a abril), e outra seca, nos meses de julho a outubro.

2.2 Procedimentos metodológicos

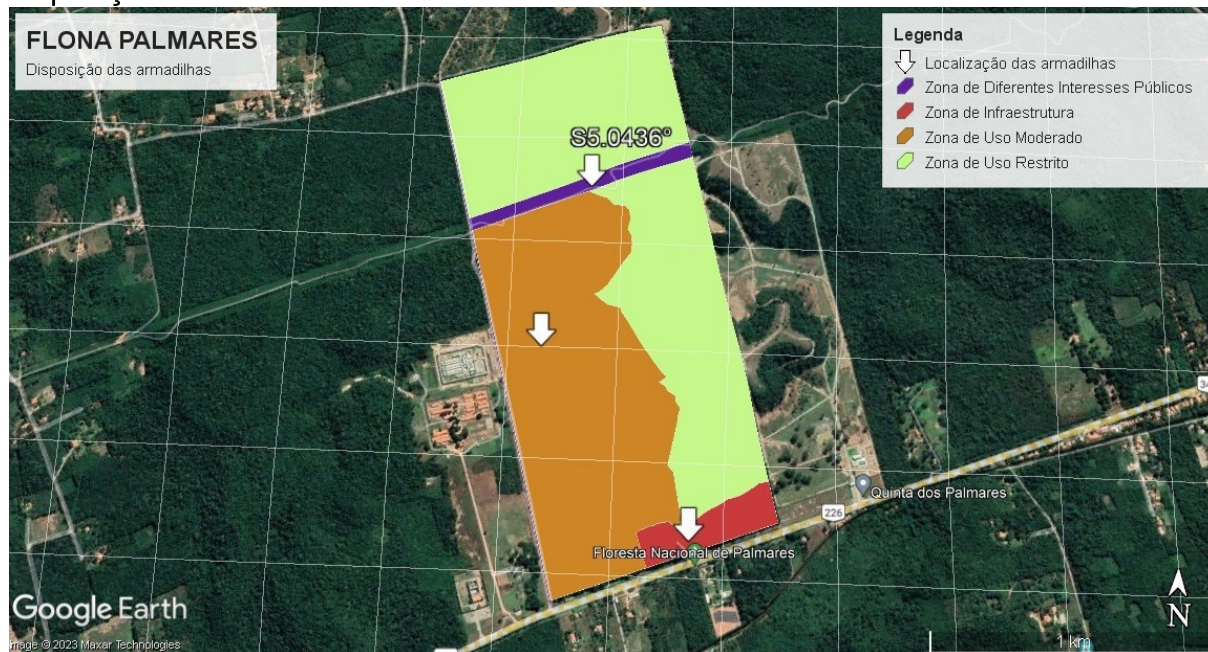
Realizou-se este estudo em três diferentes Zonas – de Infraestrutura, de Uso moderado e de Interesse Público – na UC FLONA Palmares, em dois diferentes períodos do ano – seco e chuvoso – por meio de duas armadilhas diferentes – *pitfall* e adaptada. As características de cada Zona em termos de vegetação e ação antrópica, bem como as coordenadas geográficas das armadilhas instaladas, encontram-se no quadro 1 de maneira sucinta. Por meio da figura 2, observa-se a disposição das armadilhas no interior da FLONA na imagem de satélite.

Quadro 1 -- Características de cada Zona

Zona	Ação antrópica	Vegetação	Coordenadas geográficas das armadilhas instaladas		Classe de relevo do local em que se instalaram as armadilhas
			Latitude	Longitude	
Zona de Infraestrutura	Presença das edificações da Administração da UC	Predomínio de espécimes de porte arbóreo (secundário médio a avançado, presença de espécies frutíferas)	- 5,056901°	- 42,592701°	Superfície plana
Zona de Uso Moderado	Uso direto de moderado impacto nos recursos naturais, além da realização de atividades de pesquisa e visitação de médio grau de intervenção	Predomínio de espécimes de porte arbóreo (secundário médio a avançado)	- 5,050786°	- 42,597689°	Ondulado
Zona de Diferentes	Infraestrutura da rede da linha de	Predomínio de espécimes de porte	- 5,045410°	- 42,595618°	Fortemente ondulado

Interesses Públicos	transmissão de energia elétrica	herbáceo-arbustivo intercalado com de porte arbóreo (secundário inicial)	o	o
------------------------	------------------------------------	---	---	---

Figura 2 – Imagem de satélite obtida pelo Google Earth Pro, data julho de 2021, da disposição das armadilhas no interior da FLONA

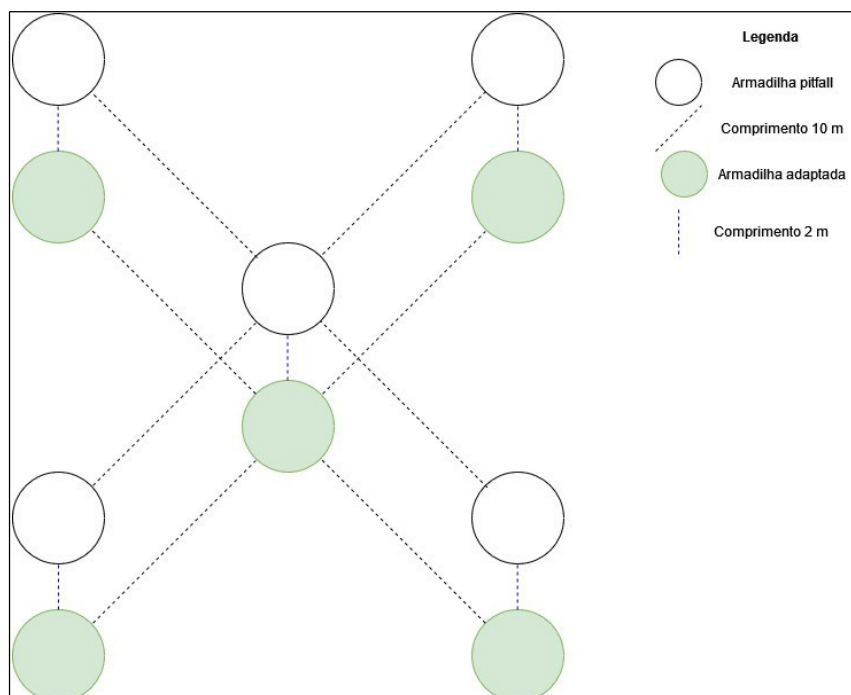


Fonte: Autores (2023)

Para cada zona, como se observa pela figura 3, dispôs-se de cinco armadilhas de cada tipo: *pitfall* e adaptada. A armadilha *pitfall*, com base em Gonçalves (2017), consistiu da utilização de copo descartável de capacidade de 300ml, cuja borda enterrou-se até o nível do solo.

A armadilha de queda adaptada, com base em Koller, Castro e Almeida (2017), consistiu de frascos coletores confeccionados a partir de garrafas de polímero termoplástico descartáveis de dois litros. A parte superior da garrafa, com formato de funil, foi destacada e, de forma invertida, fixada no topo da parte restante da garrafa, para servir como um funil. Em ambas as armadilhas, colocou-se prato plástico de 21 cm de diâmetro suspenso por peças de madeira com aproximadamente 15 cm. Também, em cada recipiente, adicionou-se 100ml de álcool 70 % e 100ml de água.

Figura 3 – Desenho esquemático adaptado da disposição das armadilhas para cada setor da UC Flona de Palmares



Fonte: Autores (2023)

Para cada semestre, realizaram-se três coletas para abranger diferentes valores de precipitação pluviométrica, temperatura média compensada do ar e umidade média. No segundo semestre de 2021, as coletas ocorreram nas datas de 16, 25 e 30 de outubro. Enquanto, no primeiro semestre de 2022, nas datas de 19 e 26 de fevereiro e 5 de março. Para cada coleta, as armadilhas permaneceram em campo por 7 dias.

Os dados meteorológicos foram obtidos através da rede do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. A estação meteorológica do INMET da qual são originários os dados possui latitude e longitude respectivas de 5°2'20,16" S e 42°48'14,77" O e altitude de 75 m. Os dados meteorológicos da temperatura média do ar compensada semanal, da umidade média do ar semanal e da precipitação pluviométrica acumulada relativos aos períodos que as armadilhas permaneceram em campo encontram-se na tabela 1.

Tabela 1 – Dados meteorológicos dos dois períodos de coleta na UC Flona de Palmares

Período de coleta	Temp. Média Comp. (°C)	Chuva (mm)	Umidade Média (%)
1 ^a (Seco)	29,17	37,4	63,03
2 ^a (Chuvoso)	27,03	167,6	80,17

Os espécimes capturados foram quantificados e identificados ao nível de grandes categorias taxonômicas ou famílias. Os grupos foram avaliados pelo número de indivíduos por armadilhas por Zona por dia, riqueza (número de grupos) média e total, uniformidade (índice de Pielou) e diversidade (índice de Shannon).

O índice de diversidade foi calculado por meio da seguinte fórmula: $H = -\sum p_i \times \log_2 p_i$, em que p_i é a proporção da indivíduos que pertence ao iésimo grupo. Para o calculo do índice de uniformidade, utilizou-se da seguinte expressão: $U = H/\log nS$, onde H corresponde ao índice de Shannon, n é o número total de espécimes na comunidade e S é o número total de grupos encontrados.

Os resultados dos números de espécimes coletados e os de grupos foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias. Utilizou-se o teste de Tukey a 5%. Realizou-se, ainda, a análise multivariada de componentes principais (ACP), utilizando-se o programa PAST versão 2.17c entre os grupos e as diferentes Zonas e entre os grupos e as diferentes armadilhas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, conforme tabela 2, verifica-se que houve o registro dos seguintes grupos: Formicidae, Coleoptera, Orthoptera, Blattaria, Araneae, Diplopoda, Chilopoda, Isoptera, Pulmonata, Amblypygi, Dermaptera, Opiliones, Scorpiones, Mantodea, Pseudoscorpiones e Myrmeleontidae. No período seco, houve o registro de 12 grupos, enquanto, no chuvoso, 16. Tanto no período seco quanto no chuvoso Formicidae e Coleoptera obtiveram os maiores valores para a distribuição relativa.

Tabela 2 – Distribuição relativa (%) dos diferentes grupos em diferentes Zonas, períodos e armadilhas

	Zona de Infraestrutura		Zona de Uso Moderado		Zona de Diferentes Interesses Públicos		
	Pitfall	Adaptada	Pitfall	Adaptada	Pitfall	Adaptada	Total
	Seco						
Formicidae	57,01	54,26	74,16	48,59	82,00	73,26	65,40
Coleoptera	37,38	25,58	8,99	25,35	10,00	20,93	19,95
Orthoptera	1,87	10,08	12,36	20,42	1,33	2,33	8,84
Blattaria	0,00	0,78	2,81	0,70	2,67	0,00	1,39
Araneae	0,93	2,33	0,00	0,70	0,00	0,00	0,63
Diplopoda	1,87	1,55	0,56	1,41	0,00	2,33	1,14
Isoptera	0,00	1,55	0,00	0,70	2,67	0,00	0,88
Pulmonata	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,13
Amblypygi	0,00	0,78	0,56	0,00	0,00	0,00	0,25
Dermaptera	0,00	0,78	0,00	0,70	0,00	1,16	0,38
Opiliones	0,93	2,33	0,00	1,41	0,67	0,00	0,88
Scorpiones	0,00	0,00	0,56	0,00	0,00	0,00	0,13
	Chuvoso						
Formicidae	24,53	34,92	12,50	46,56	48,99	29,41	32,15
Coleoptera	58,87	44,44	42,65	24,43	24,16	45,88	42,41
Orthoptera	7,17	6,88	27,94	12,98	13,42	3,53	11,52
Blattaria	3,77	4,23	4,41	2,29	3,36	4,71	3,77
Araneae	1,89	2,65	2,94	6,87	3,36	2,35	3,14
Diplopoda	2,26	2,12	5,15	4,58	2,68	0,00	2,83
Isoptera	0,38	0,00	3,68	1,53	1,34	9,41	1,88
Pulmonata	0,75	2,12	0,74	0,00	1,34	2,35	1,15
Amblypygi	0,38	0,00	0,00	0,76	0,00	0,00	0,21
Dermaptera	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	2,35	0,31
Opiliones	0,00	0,53	0,00	0,00	0,67	0,00	0,21

Scorpiones	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
Mantodea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,10
Pseudoscorpiones	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
Myrmeleontidae	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10

A predominância de Formicidae e Coleoptera deste trabalho corrobora outros já desenvolvidos no Piauí. Nunes *et al.* (2012) registraram-nos predominantes em Mata de Cocal no município de Teresina no período chuvoso. Em São Gonçalo do Gurguéia, cerrado piauiense, Coelho *et al.* (2018) obtiveram o predomínio deles em sistema de agrofloresta e em monocultivo da soja respectivamente. Ao avaliar o efeito do gradiente vegetacional formado por Campo Graminóide, Cerrado Sensu Stricto, Cerradão e Floresta Estacional Semidecídua sobre a densidade, diversidade e composição da comunidade da fauna edáfica em duas épocas do ano do Parque Nacional de Sete Cidades, Nunes *et al.* (2019) registraram, entre os táxons dominantes, Formicidae e Coleoptera. Também, em Regeneração, Nunes *et al.* (2021) verificaram o predomínio de Formicidae em área florestal nativa de Cerrado tanto no período seco quanto no período chuvoso.

O predomínio de Formicidae – insetos conhecidos como formigas– em regiões tropicais pode ser um reflexo da elevada riqueza de espécies que esta família possui conforme Silva e Silvestre (2004). Já o sucesso dos coleópteros, conhecidos popularmente como besouros, é atribuído principalmente aos diversos hábitos alimentares que suas espécies possuem, além da presença de élitros (DOYEN *et al.*, 1998; FRANÇA *et al.*, 2020). Marinoni (2001) categoriza os coleópteros em cinco grupos tróficos: carnívoros; detritívoros; fungívoros; herbívoros; e algívoros. Gallo *et al.* (2002) afirmam que apenas não se registrou a hematofagia, hábito de se alimentar com sangue para essa ordem.

Neste trabalho, conforme tabela 3, não houve distinção, quando se leva em consideração o erro padrão, dos valores para as médias dos espécimes da fauna coletados entre os períodos na Zona de Diferentes Interesses Públicos e na Zona de Uso Moderado quando da utilização da armadilha adaptada, contudo na Zona de Infraestrutura as maiores médias ocorreram no período chuvoso e na Zona de Uso Moderado, quando da utilização da armadilha *pitfall*, no período seco.

Tabela 3 – Espécimes/dia (erro padrão) de grupos capturados por meio da armadilha *pitfall* e de queda adaptada em diferentes Zonas na FLONA PALMARES, nas estações chuvosa e seca

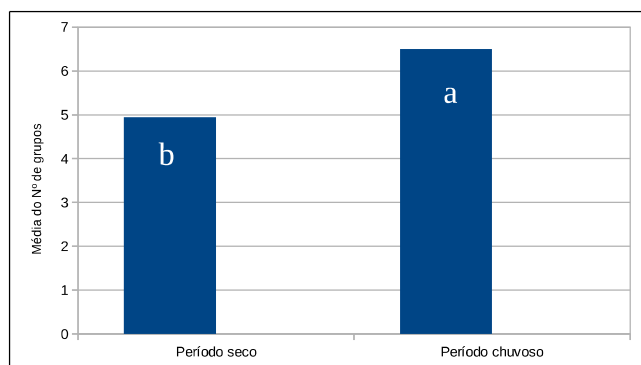
Zona de Infraestrutura		Zona de Uso Moderado		Zona de Diferentes Interesses Públicos	
Pitfall	Adaptada	Pitfall	Adaptada	Pitfall	Adaptada
Seco					
15,29 ($\pm 1,05$)	18,43 ($\pm 0,86$)	25,43 ($\pm 1,83$)	20,29 ($\pm 0,95$)	21,43 ($\pm 1,70$)	12,29 ($\pm 1,05$)
Chuvoso					
37,86 ($\pm 2,05$)	27 ($\pm 1,09$)	19,43 ($\pm 0,88$)	18,71 ($\pm 0,88$)	21,28 ($\pm 0,91$)	12,14 ($\pm 0,57$)

Registra-se que, conforme figura 4, de maneira estatística significativa, houve as maiores médias do número de grupos no período chuvoso, contudo não ocorreu diferenciação estatística do número de grupos por Zona e da média dos táxons da fauna edáfica por período e nem por Zona.

Nunes *et al.* (2021) averiguou que a sazonalidade apresentou efeito sobre o número de grupos da fauna edáfica obtidos: o período úmido mostrou valores mais expressivos. Como no período chuvoso ocorre uma maior diversidade de recursos alimentares, há um ambiente propício para um maior número de espécies (Marinoni e Ganho, 2003). Possivelmente, na Flona Palmares não foi diferente, uma maior disponibilidade e diversidade de alimentos proporcionou uma maior número de grupos registrados da fauna edáfica no período com maior precipitação pluviométrica.

Também, as alterações na umidade do solo podem modificar a distribuição e abundância da fauna edáfica tanto no sentido de ocupação vertical como horizontal do solo (Nunes *et al.* 2012). Alguns estudos têm mostrado que no período de baixa umidade as condições de colonização do meio ficam limitadas para poucas espécies mais resistentes ao déficit hídrico em detrimentos de outras que podem ter migrado para a subsuperfície ou para outras áreas (BANDEIRA; HARADAS, 1998; NUNES *et al.*, 2009).

Figura 4 – Médias do número de grupos em diferentes períodos e Zonas da UC-FLONA PALMARES. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)



Ao se comparar diferentes áreas, a literatura científica demonstra que a fauna edáfica se apresenta com diferenças em sua abundância. Por exemplo, Nunes *et al.* (2012), ao estudar a presença da fauna do solo em diferentes sistemas de manejo para pastagens, os quais já foram discriminados neste, obtiveram maior associação da fauna edáfica na área de Leucena. Coelho *et al.* (2018) obtiveram o predomínio deles em sistema de agrofloresta em comparação ao monocultivo da soja. Ao comparar o efeito do gradiente vegetacional formado por Campo Graminóide, Cerrado Sensu Stricto, Cerradão e Floresta Estacional Semidecidual sobre a densidade, diversidade e composição da comunidade da fauna edáfica do Parque Nacional de Sete Cidades, Nunes *et al.* (2019) registraram associação da ordem Coleoptera à Floresta Estacional Semidecidual. Nunes *et al.* (2021), ao comparar áreas de monocultivo de soja em sistema de plantio direto, eucalipto, pastagem e área de mata nativa de cerrado, obtiveram predomínio da fauna edáfica nas áreas de pastagem, eucalipto e mata.

Provavelmente, neste estudo, apesar da Zona de Infraestrutura e a de Diferentes Interesses Públicos se apresentarem com ações antrópicas – em andamento durante as coletas na Zona de Diferentes Interesses Públicos em decorrência da instalação da linha de transmissão da rede de distribuição de energia elétrica e já consolidadas na Zona de Infraestrutura, edificações–, tais possíveis efeitos negativos foram menores do que os efeitos da vegetação presente nestas Zonas. Isso, possivelmente, resultou na não diferenciação estatística significativa entre as Zonas.

Entre as armadilhas, não houve diferença estatística significativa quanto ao registro dos artrópodes dos grupos identificados e do número de grupos. Do mesmo

modo, aconteceu com a interação entre Zona e período; Zona e armadilha; armadilha e período; armadilha, período e Zona.

Registra-se que Derengoski *et al.* (2019) obtiveram a mesma eficiência (resultado igual a deste trabalho em qual não se obteve diferença significativa entre as armadilhas) na coleta de fauna edáfica em fragmento de floresta ciliar em Dois Vizinhos- PR, quando se utilizaram de armadilhas diferentes: *provid* e *pitfall*. Sendo a *provid*, também, uma armadilha de queda adaptada e confeccionada de polímero termoplástico descartável, mesmo material da armadilha adaptada utilizada neste estudo. Dessa maneira, as armadilhas adaptadas podem ser uma opção prática e econômica, além delas apresentarem eficiência semelhante aos métodos comumente utilizados.

De maneira geral, conforme tabela 4, os maiores valores para a riqueza total (exceto na Zona de Uso Moderado quando se utilizou da armadilha *pitfall*) e para os índice de diversidade e equitabilidade (neste último, exceto na Zona de Infraestrutura quando se utilizou da armadilha adaptada) ocorreram no período chuvoso; em contrapartida, no período seco, ocorreram os maiores valores para a riqueza média (exceto na Zona de Infraestrutura quando se utilizou da armadilha *pitfall*). No período seco, para esses atributos analisados, os maiores valores obtidos foram na Zona de Infraestrutura e os menores na Zona de Diferentes Interesses Públicos, em ambas com a utilização da armadilha adaptada. No período chuvoso, os maiores valores de riqueza total, do índice de diversidade e da riqueza média foram obtidos na Zona de Infraestrutura, para os dois primeiros quando se utilizou da armadilha adaptada e para o último, *pitfall*; para o índice de equitabilidade, o maior valor foi obtido na Zona de Diferentes Interesses Públicos, iguais para ambas as armadilhas; em contrapartida, a Zona de Uso Moderado obteve os menores valores para os atributos analisados quando do uso da armadilha adaptada.

Tabela 4 – Riqueza Total e Média, Índices de Shannon e de Pielou sob diferentes Zonas da UC FLONA PALMARES, obtidos por diferentes armadilhas, em dois períodos

	Zona de Infraestrutura		Zona de Uso Moderado		Zona de Diferentes Interesses Públicos	
	Pitfall	Adaptada	Pitfall	Adaptada	Pitfall	Adaptada
	Seco					
Riqueza total	6	10	7	9	7	5
Riqueza Média	4	7	5	6	5	3
Índice de Shannon (Diversidade)	0,92	1,84	1,21	1,15	1,33	0,78
Índice de Pielou (Equitabilidade)	0,52	0,95	0,68	0,55	0,74	0,49
	Chuvoso					
Riqueza total	9	12	8	8	10	8
Riqueza Média	6	7	6	6	7	7
Índice de Shannon (Diversidade)	1,53	1,89	1,54	1,47	1,78	1,63
Índice de Pielou (Equitabilidade)	0,79	0,82	0,86	0,76	0,91	0,91

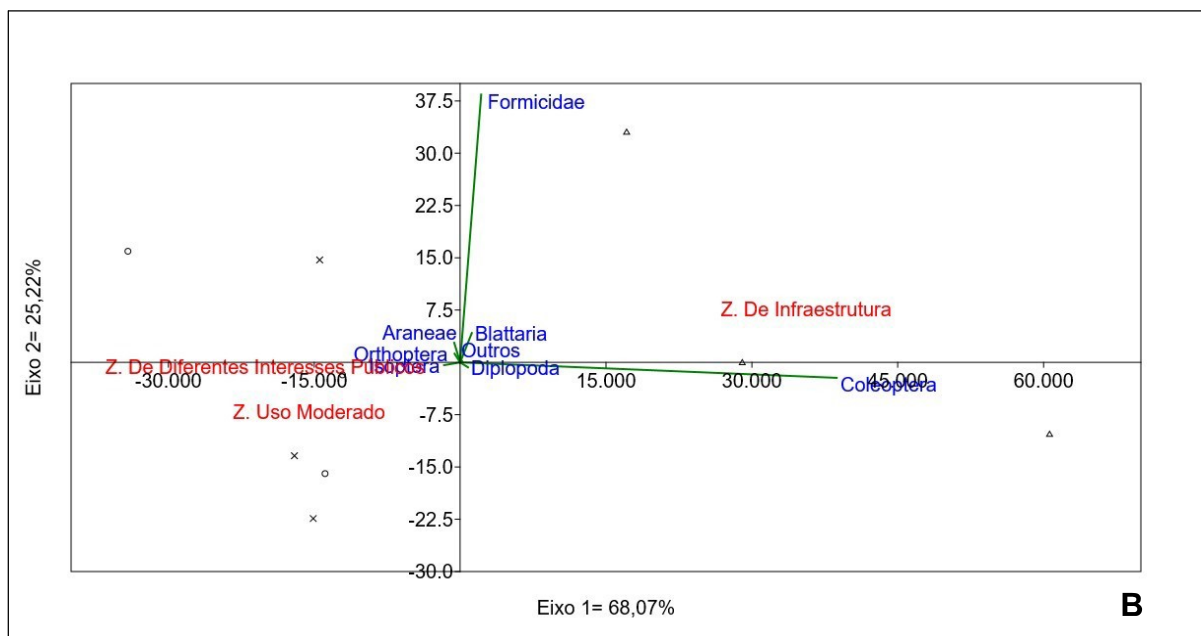
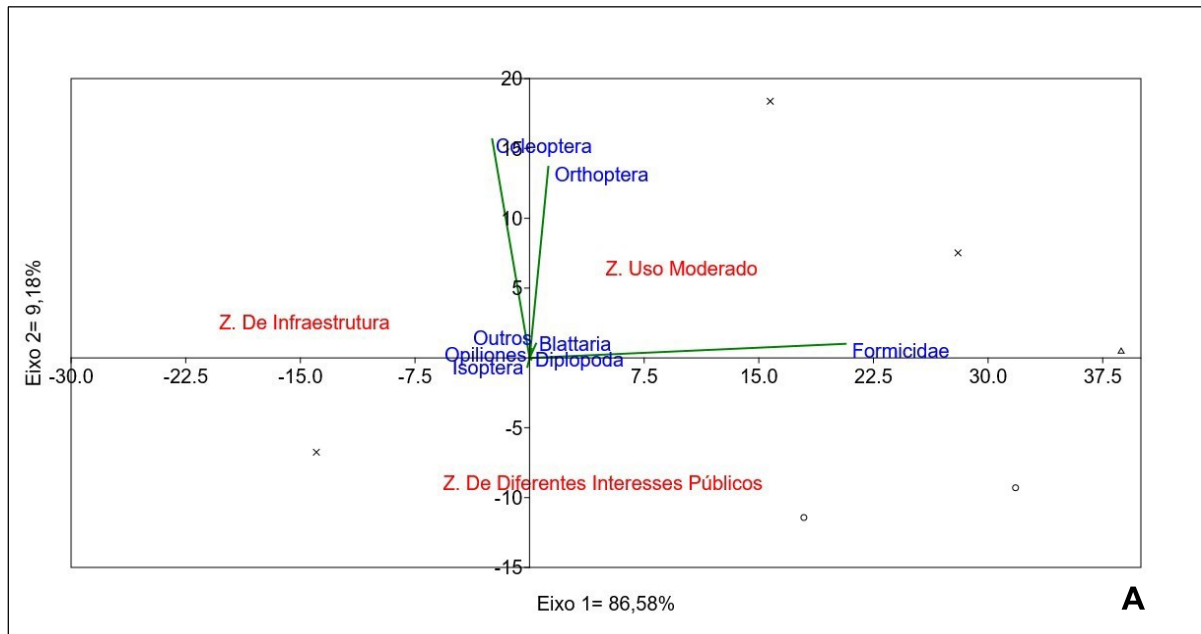
O estudo da relação entre a distribuição de espécimes de cada grupo e as diferentes Zonas foi realizado por meio de uma ordenação gerada pelos componentes principais conforme figura 5. As variáveis foram distribuídas em dois componentes principais que explicaram 95,76% (86,58% para o primeiro e 9,18%, para o segundo componente) no período seco, e 93,29% da variabilidade total entre as diferentes Zonas (68,07% para o primeiro e 25,22% para o segundo componente), no período chuvoso.

Na figura 5, destaca-se que, ao longo da dimensão do eixo principal, Coleoptera e a Zona de Infraestrutura encontram-se a extrema à direita (com valores positivos) demonstrando, assim, uma associação no período chuvoso. Já no período seco mostra-se Formicidae na extrema à direita (valor positivo), enquanto a Zona de Infraestrutura na extrema à esquerda (valor negativo).

Também, o estudo da relação entre a distribuição de espécimes de cada grupo e as diferentes armadilhas foi realizado por meio de uma ordenação gerada pelos componentes principais conforme figura 6. As variáveis foram distribuídas em dois componentes principais que explicaram 99,31% (91,01% para o primeiro e 8,30%, para o segundo componente) no período seco, e 93,29% da variabilidade

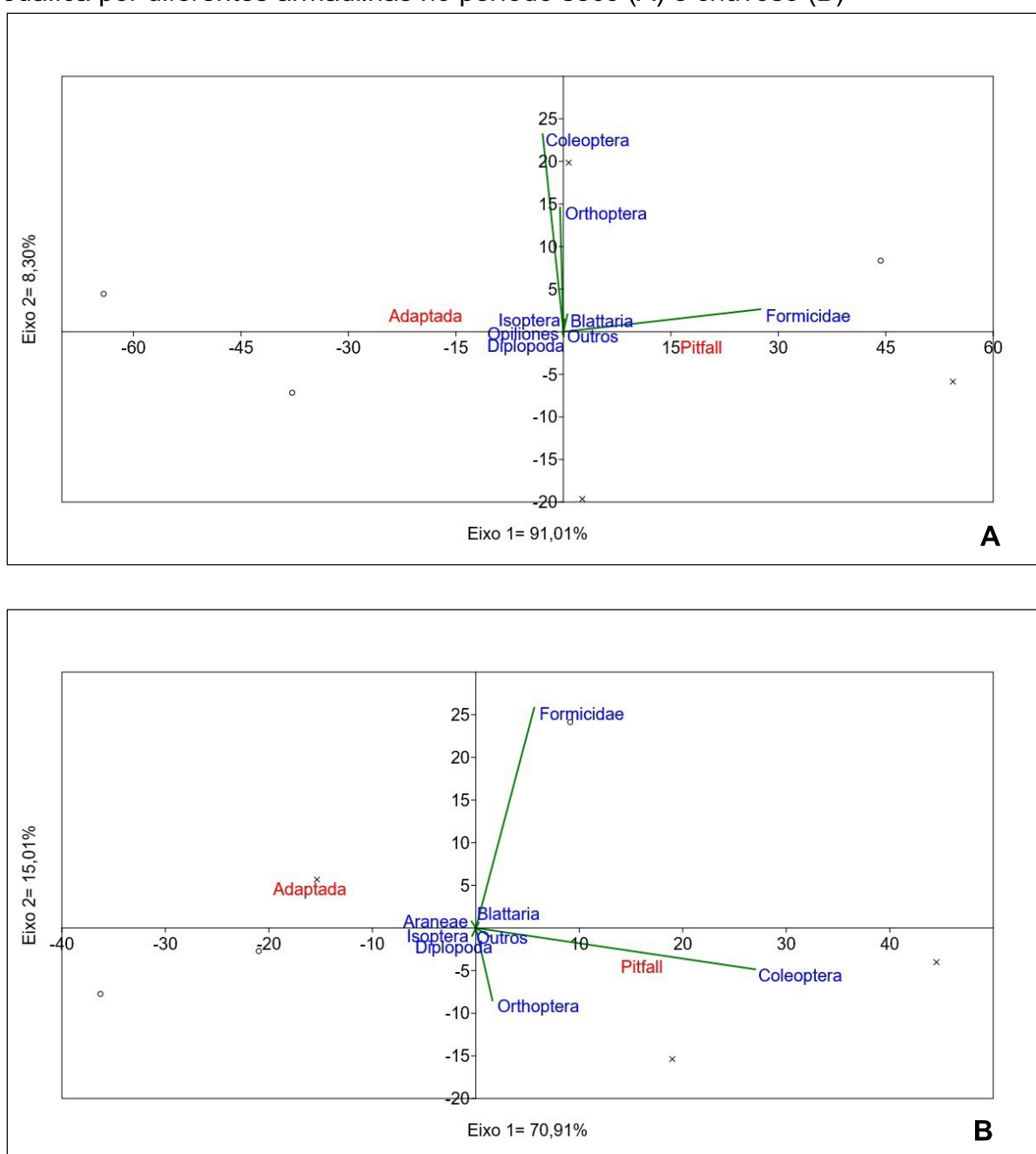
total entre as diferentes armadilhas (68,07% para o primeiro e 25,22% para o segundo componente), no período chuvoso.

Figura 5 – Análise dos componentes principais do registro dos grupos da fauna edáfica em diferentes Zonas no período seco (A) e chuvoso (B)



Na figura 6, destaca-se que ao longo da dimensão do eixo principal Formicidae e a armadilha *pitfall* encontram-se a extrema à direita (com valores positivos) demonstrando, assim, uma associação no período seco. No período chuvoso, Formicidae, Orthoptera e Coleoptera encontram-se associados à armadilha *pitfall*. Em nenhum período, houve associação de qualquer grupo à armadilha adaptada.

Figura 6 – Análise dos componentes principais do registro dos grupos da fauna edáfica por diferentes armadilhas no período seco (A) e chuvoso (B)



Deve-se registrar que o relevo, ou posição topográfica, é capaz de alterar o conteúdo de água do solo em função da altitude e exposição ao sol, consequentemente modificando a temperatura do solo, bem como é responsável por variações no nível do lençol freático e intensidade dos processos de remoção e deposição de sedimentos (CHAGAS et al., 2013; BRESSIANI et al., 2018).

Na Zona de Diferentes Interesses Públicos, por ter maior altitude, há uma maior influência do material de origem no fornecimento de nutrientes por meio do intemperismo dos minerais primários, enquanto, nas demais Zonas, há maior influência de sedimentos coluviais e aluviais já intemperizados.

Contudo, no presente estudo não se observou um padrão claro da influência do relevo na comunidade da fauna edáfica da FLONA Palmares. Provavelmente, com base em Vasconcelos *et al.* (2003), isso foi reflexo da influência de outros fatores: textura do solo, estoque de serapilheira disposto sobre a superfície do solo, densidade de árvores, entre outros. Possivelmente, a complexidade das inter-relações entre os atributos físicos, químicos e biológicos do solo proporcionaram a não formação de padrão.

4 CONCLUSÕES

- Formicidae e Coleoptera destacaram-se em ambos os períodos e em todas as Zonas.
- Não houve diferença estatística significativa entre as armadilhas *pitfall* e adaptada quanto à captura de espécimes da fauna edáfica e ao registro do número de grupos, contudo a análise de componentes principais evidenciou associação do grupo Formicidae à armadilha *pitfall* no período seco e dos grupos Formicidae, Orthoptera e Coleoptera à armadilha *pitfall* no período chuvoso.
- Não houve diferença estatística significativa entre as Zonas quanto à captura de espécimes da fauna edáfica e ao registro do número de grupos, contudo a análise de componentes principais evidenciou associação do grupo Coleoptera à Zona de Infraestrutura no período chuvoso.
- O número de grupos de fauna edáfica mostra-se sazonal com um maior registro no período chuvoso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, A. M. de; CORREIA, M. E. F. Invertebrados edáficos e o seu papel nos processos do solo. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 54p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 201).

BANDEIRA, A. G.; HARADA, A. Y. Densidade e distribuição vertical de macroinvertebrados em solos argilosos e arenosos na Amazônia central. **Acta Amazônica**, v. 28, n. 2, p.191-204, Jun./1998.

BARBOSA, L. G. **Análise de sistemas em Biogeografia: estudo diagnóstico da cobertura vegetal da Floresta Nacional de Palmares, Altos, Piauí/Brasil**. 2015, 177 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) — Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2015.

BRESSIANI, J. X.; SCHMIDT, M.A.R.; PEREIRA, C.E. Identificação de Áreas Urbanas Inundáveis pela Avaliação de Áreas Variáveis de Afluência. **Anuário do Instituto de Geociência**– UFRJ, v.. 41, n. 2, p. 677-684, 2018.

BROWN, G.G.; NIVA, C.C.; ZAGATTO, M.R.G.; FERREIRA, S.A.; NADOLNY, H.S.; CARDOSO, G.B.X.; SANTOS, A et al. Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais. In: PARRON, L.M. et al. (Orgs.). **Serviços ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica**, p. 122-154, 2015.

CHIROL, A. d.; COSTA, N. **Biogeografia**- volume único. Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2018.

COELHO, J.V.; IWATA, B.de F.; COSTA, T. G. A.; CUNHA, L.M.da ; LEOPOLDO, N.C.M.; CLEMENTINO, G.E.dosS.; MACIEL, A.C.R. Diversidade da fauna edáfica de um latossolo vermelho-amarelo sob diferentes usos no cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 5, n. 10, p. 655-663, Ago./2018.

COX, C.B.; MOORE, P.D. **Biogeografia: uma abordagem ecológica e evolucionária**. São Paulo: LTC, 2009.

CHAGAS, C. S.; FONTANA, A.; CARVALHO JUNIOR, W.; CAIRES, S. M. Atributos topográficos na diferenciação de Argissolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1441-1453, 2013.

DERENGOSKI, J.A.; RUTHES, B.E.S.; ZANELATO, D.C.; TESSARO, D. Metodologias de coleta na avaliação da comunidade epígea em fragmento floresta ciliar. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 2, p. 62- 76, 2019.

DOYEN, J.T.; DALY, H.V.; PURCELL, A.H. **Introduction to Insect Biology and Diversity**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

FARIAS, R.R.S.; CASTRO, A.A.J.F. Fitossociologia de trechos da vegetação do

Complexo Campo Maior, PI, Brasil. **Acta. Bot. Bras**, v. 18, n. 4., p. 949-963, 2004.

FRANÇA, F.M.; FERREIRA, J.; VAZ-DE-MELLO, F.Z.; MAIA, L.F.; BERENGUER, E.; PALMEIRA, A.F.; FADINI R.; LOUZADA, J.; BRAGA, R.; OLIVEIRA, V. H.; BARLOW, J. El Niño impacts on human-modified tropical forests: consequences for dung beetle diversity and associated ecological processes. **Biotropica**, v. 52, n. 2, p. 252–262, 2020.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, S.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GONCALVES, M.P.G. Relação entre tempo e besouros em Mata de Cocal. **Rev. bras. meteorol.**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 543-554, Dec./2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira Série Manuais Técnicos em Geociências**. n. 1. Rio de Janeiro: Ed. IBGE, 1992.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Palmares**, Brasília, 2022.

KOLLER, W. W.; CASTRO, L. C. S.; ALMEIDA, R. G. de. **Adaptações úteis em uma armadilha de queda**. Embrapa Gado de Corte. Comunicado técnico, 139, Brasília, DF: Embrapa, 2017. 7 p.

LI, W. et al. Soil fauna diversity at different stages of reed restoration in a lakeshore wetland at Lake Taihu, China. **Ecosystem Health and Sustainability**, v. 6, n. 1, p. 1-15, 2020.

MANHÃES, C. M. C. **Caracterização da fauna edáfica de diferentes coberturas vegetais no Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. 2011. 54 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) -Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2011.

MARINONI, R.C. Os grupos tróficos em Coleoptera. **Rev. Bras. Zool.**, Curitiba, v. 18, n. 1, p. 205-224, mar./2001.

MARINONI, R.C.; GANHO, N.G. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil: abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas malaise. **Rev. Bras. Zoologia**, Curitiba, v. 20, n. 4, p. 737-744, dec./2003.

MEDEIROS, R. M.; CAVALCANTI, E. P.; DUARTE, J. M. Classificação climática de Koppen para o estado do Piauí- Brasil. **Revista Equador**, v. 9, nº 3, p.82 – 99, jul./2020.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A.; MENEZES, R. I. Q. Diversidade da fauna

edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semi-árido nordestino. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 25, n. 01, p. 43-49, Mar.-Apr./2009.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO, A.S. F.; PESSOA, M.M. C.; SOUSA, R.S.; SILVA, J.D. C.; MATOS-FILHO, C.H. A. Edaphic fauna in a vegetation gradient in the Sete Cidades National Park. **Brazilian Journal of Biology**. v. 79, n. 1., p. 45-51, Jan.-Mar./2019.

NUNES, L. A. P. L.; PESSOA, M. M. C.; ARAUJO, A. S. F.; SOUSA, R. S.; SILVA, J. D. C.; LEITE, L. F. C.; BARBOSA, L. R. Characterization of edaphic fauna in different monocultures in Savanna of Piauí. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 81, n. 3, p. 657–664, 2021.

NUNES, L. A. P. L.; SILVA, D. I. B. da; ARAÚJO, A. S. F. de; LEITE, L. F. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em sistemas de manejo para produção de forragens no Estado do Piauí. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 30-37, Mar./2012.

RIGHI, C.A.; RODRIGUEZ, C.S.; FERREIRA, E.N.L.; GODOY, A.I.C. Microclimatic Conditions for Dung Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) Occurrence: Land Use System as a Determining Factor. **Environmental Entomology**, v. 47, n. 6, p.1420-1430, Nov./2018.

SILVA, R. A. **Diversidade, estrutura e relações de escala da fauna invertebrada e de fisionomias de cerrado**. 2021. 208 f., Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnológica) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.

SILVA, R. R.; SILVESTRE, R. Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 1-11, Ago./2004.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 91 p., 1977.

VASCONCELOS, H. L.; MACEDO, A. C. C.; VILHENA, J. M. S. Influence of topography on the distribution of ground-dwelling ants in an Amazonian Forest. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, London, v. 38, n. 2, p. 115-124, 2003.

VIANA, E.; CEZIMBRA, J.C. G.; SILVA, D.M. da; SILVA, D. A. A. da; RAMIRES, M.F.; BOHRER, R.E.G.; BISOGNIN, R.P.; GUERRA, D.; LANZANOVA, M.E.; SOUZA, E.L. de; REDIN, M. Diversity of soil fauna in soils with different management systems in the north of Rio Grande do Sul. Research, Society and Development, [S. l.], v. 11, n. 5, p. 1-11, 2022.

APÊNDICE C: BESOUROS (COLEOPTERA) ASSOCIADOS A DIFERENTES ZONAS DA UC FLONA PALMARES

Resumo: Tendo em vista que a Unidade de Conservação Floresta Nacional de Palmares- UC FLONA Palmares é um refúgio natural para espécies da fauna regional, atraídas pela mata conservada, torna-se importante estudar os componentes ambientais que possam interferir na dinâmica dos besouros, bem como armadilhas que melhor se adaptam a região para a sua captura. Portanto, objetivou-se analisar a relação dos besouros à sazonalidade e às diferentes Zonas da FLONA Palmares – de Infraestrutura, de Uso moderado e de Interesse Público–, obtida por meio de duas diferentes armadilhas – *pitfall* e adaptada. Neste trabalho, houve o registro das seguintes famílias: Curculionidae, Chrysomelidae, Tenebrionidae, Scarabaeidae, Elateridae, Carabidae, Histeridae, Cerambycidae, Nitidulidae, Coccinellidae, Staphylinidae, Apioninae, Lampyridae e Lycidae. Curculionidae destacou-se em todas as Zonas em ambos os períodos de estudo. Significativamente, a maior média de besouros registrada e número de famílias ocorreu no período chuvoso. Também, significativamente, entre as Zonas, a de Infraestrutura se destacou com a maior média do registro de besouros e número de famílias. Não houve diferença estatística significativa, por meio de análise de variância, entre as armadilhas *pitfall* e adaptada, quanto à captura dos besouros e ao número de suas famílias identificadas. A análise de componentes principais individualizou as Zonas entre si e demonstrou a correlação de um maior número de famílias com a Zona de Infraestrutura e de Uso Moderado. Por fim, dada a importância que os besouros possuem, faz-se necessária a permanência deles na FLONA PALMARES, para tanto deve haver a manutenção das condições meteorológicas, bem como a conservação da vegetação que ocorre em seu interior.

Palavras-chave: artrópodes do solo; biologia do solo; zoogeografia.

Abstract: Considering that the Palmares National Forest Conservation Unit– UC FLONA Palmares is a natural refuge for species of regional fauna attracted by the preserved forest, it is important to study the environmental components that can interfere with the dynamics of beetles, as well as traps that best adapt to the region for their capture. Therefore, the objective was to analyze the relationship of beetles with seasonality and the different Zones of FLONA Palmares- Infrastructure Zone, Moderate Use Zone, and Public Interest Zone - using two different traps - pitfall and adapted traps. In this study, the following families were recorded: Curculionidae, Chrysomelidae, Tenebrionidae, Scarabaeidae, Elateridae, Carabidae, Histeridae, Cerambycidae, Nitidulidae, Coccinellidae, Staphylinidae, Apioninae, Lampyridae and Lycidae. Curculionidae stood out in all Zones during both study periods. Significantly, the highest average number of beetles recorded and number of families occurred during the rainy season. Additionally, significantly, among the Zones, the Infrastructure Zone stood out with the highest average of beetle records and number of families. There was no statistically significant difference, through analysis of variance, between the pitfall and adapted traps regarding the capture of beetles and the number of their identified families. Principal component analysis distinguished the Zones from each other and demonstrated the correlation of a higher number of families with the Infrastructure and Moderate Use Zones. Finally, given the importance of beetles, it is necessary for them to remain in FLONA PALMARES, and

for this, meteorological conditions must be maintained, as well as the conservation of the vegetation within it.

Keywords: soil arthropods; soil biology; zoogeography.

1 INTRODUÇÃO

A ordem Coleoptera Linnaeus, 1758, de acordo com Lawrence e Britton (1991), é a maior entre todas da classe Insecta, possui cerca de 350 mil espécies conhecidas. No Brasil, conforme Casari e Ide (2012), são registradas aproximadamente 28 mil espécies distribuídas em 105 famílias.

Os coleópteros, os quais são conhecidos popularmente como besouros, são indicadores importantes da qualidade do meio ambiente, devido à ocorrência em quantidade e diversidade de habitats que ocupam de acordo com Gonçalves (2017). Doyen *et al.* (1998) explicam que o sucesso desta ordem é atribuído principalmente à presença de élitros e aos diversos hábitos alimentares que suas espécies possuem.

Quanto aos hábitos alimentares, Marinoni (2001) categoriza os coleópteros em cinco grupos tróficos: carnívoros; detritívoros; fungívoros; herbívoros; e algívoros. Gallo *et al.* (2002) afirmam que apenas não se registrou a hematofagia, hábito de se alimentar com sangue para essa ordem.

Costa *et al.* (2014) consideram que os besouros se constituem em importantes organismos do ponto de vista econômico e ecológico por apresentarem representantes que podem ser pragas (florestais e agrícolas), inimigos naturais (predadores), decompositores de matéria orgânica e ainda polinizadores, o que torna a ordem alvo de trabalhos de levantamento.

Por exemplo, Nunes *et al.* (2019) observaram associação dos coleópteros aos fatores bióticos – relação com os vegetais –; Gonçalves (2017) e Oliveira *et al.* (2021), aos fatores abióticos – como a sazonalidade com suas características de temperatura, umidade do ar, pluviosidade e insolação–; Righi *et al.* (2018) e França *et al.* (2020), a ações antrópicas– detectaram que processos de desmatamento de áreas de mata nativa podem levar à perda de espécies de besouros, causando alterações em sua comunidade, na Mata Atlântica e Floresta Amazônica, respectivamente.

Estudos na área da biogeografia ecológica, de acordo com Chirol e Costa

(2018), concentram-se em questões contemporâneas relacionadas à interação entre o ambiente físico e os organismos, assim como entre os próprios organismos, em uma escala de tempo humana.

Essa abordagem busca compreender os fatores que influenciam a biodiversidade em um determinado ambiente, a relação entre a topografia e a distribuição dos organismos em uma área específica e os processos que levam à substituição de espécies, conforme Cox e Moore (2009) explicam.

Nesse sentido, tendo em vista, conforme Tricart (1977), que um sistema é um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia, apresentando propriedades que lhe são inerentes e diferentes da soma das propriedades de seus componentes, a biota (em termos de diversidade e quantidade) pode ser considerada como a síntese ou resultado do sistema em que está inserida.

Dessa maneira, como a Unidade de Conservação Floresta Nacional de Palmares- UC FLONA Palmares, conforme ICMBio (2022), é um refúgio natural para espécies da fauna regional, atraídas pela mata conservada, torna-se importante estudar os componentes ambientais que possam interferir na dinâmica dos besouros na referida Unidade de Conservação, bem como armadilhas que melhor se adaptam a região.

2 METODOLOGIA

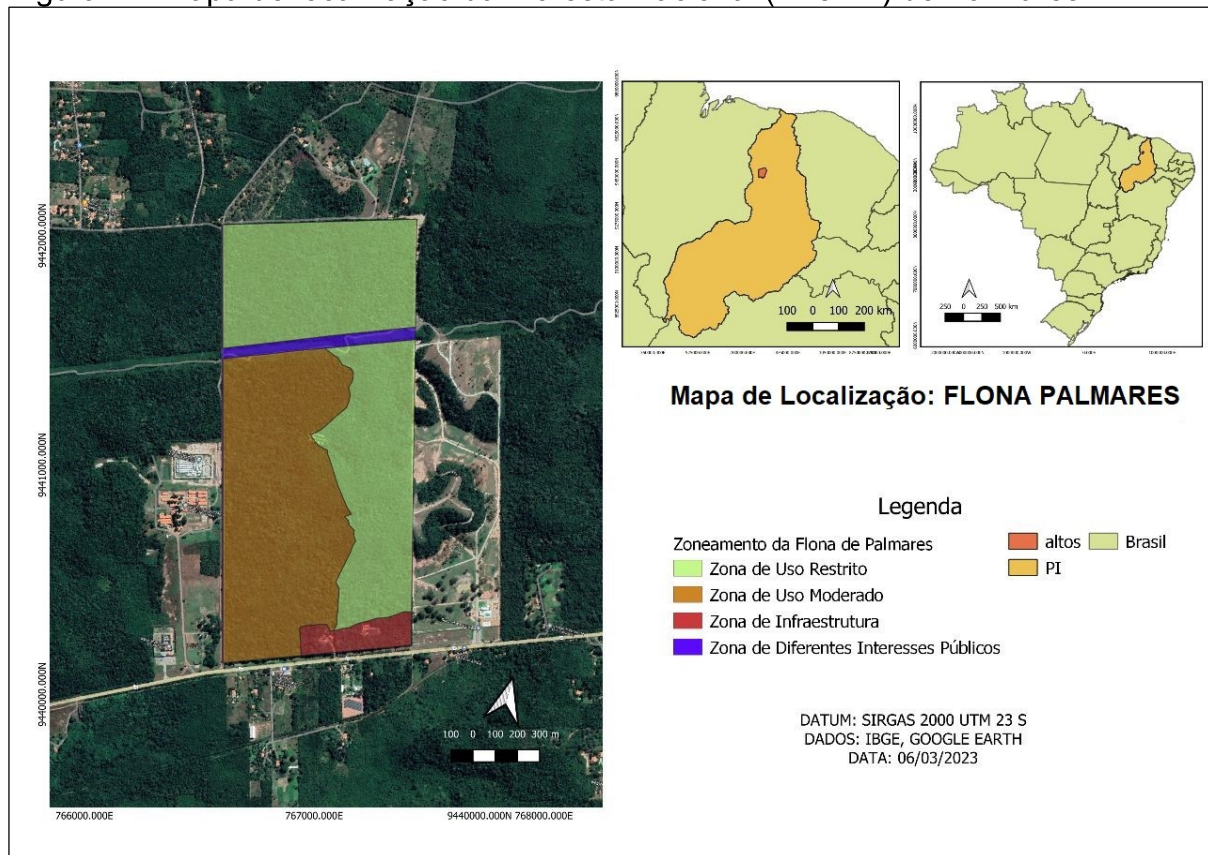
2.1 Área de estudo

A Unidade de Conservação Floresta Nacional de Palmares- UC FLONA Palmares localiza-se na divisa administrativa do município de Altos com o município de Teresina, no estado do Piauí, Brasil, com uma área de aproximadamente 170 ha, tendo sido criada pelo Decreto Federal de 21 de fevereiro de 2005.

Segundo o art. 1º do Decreto citado, em tal FLONA, objetivam-se a promoção do manejo de uso múltiplo dos recursos florestais, a manutenção de banco de germoplasma *in situ* de espécies florestais nativas e a proteção dos recursos florestais e da biodiversidade, a recuperação de áreas degradadas e a educação ambiental. Por meio da figura 1, observa-se o mapa de localização da referida Unidade de Conservação.

Por meio da figura 1, observa-se o mapa de localização da referida Unidade de Conservação.

Figura 1 – Mapa de localização da Floresta Nacional (FLONA) de Palmares



Segundo Barbosa (2015), a UC FLONA de Palmares insere-se em um contexto de transição natural, fitogeográfica e morfoclimática e tem como característica mais marcante a estacionalidade semidecidual da vegetação, formada eminentemente por espécies florestais. De acordo com ICMBio (2022), há ocorrência, entre outras espécies, de: sapucarana, *Eschweilera alvimii* S.A.Mori; sapucaia, *Lecythus pisonis* Cambess; jacarandá, *Sarcomphalus cinnamomum* (Triana & Planch.) Hauenschild; piquiá, *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.; angico-branco, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan; pau-urubu, *Dictyoloma vandellianum* A.Juss.; cundurú, *Duguetia marcgraviana* Mart.; ipê-amarelo, *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos; copaíba/podói, *Copaifera duckei* Dwyer; sipaúba, *Combretum mellifluum* Eichler; babaçu, *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.; tucum, *Bactris maraja* Mart.; pati, *Bactris gasipaes* Kunth; e coco-anajá, *Attalea dubia* (Mart.) Burret. Sendo estas quatro últimas espécies de palmeiras que caracterizam a composição florística da FLONA como Mata de Cocais segundo os mesmos autores.

Conforme Barbosa (2015), o padrão de formas geomorfológicas da unidade está sustentado por um conjunto de estruturas geológicas da Bacia Sedimentar do Parnaíba, condicionado pela ação dos fatores atmosféricos e hidrológicos que regulam a dinâmica do sistema natural regional. A FLONA apresenta-se sobre um divisor topográfico, em uma unidade de relevo constituída por superfícies aplainadas e degradadas, dissecadas em formas tabulares entre os talwegues que drenam a água que escoar dos topos e vertentes para os cursos d'água locais (BARBOSA, 2015). Dessa maneira, constitui-se em área de perda de sedimentos. Localmente, a extensão territorial da UC em si, apresenta dois compartimentos de relevo com níveis topográficos que variam de 155 a 221 metros de altitude (BARBOSA, 2015).

Conforme ICMBio (2022), na FLONA, os solos que mais ocorrem são os Latossolos, com solos profundos e evoluídos nos pontos mais planos e de menor altitude, e solos jovens, rasos e pedregosos nos pontos mais declivosos e de maiores altitudes, com ocorrência de Plintossolos, com alguns pontos de afloramentos rochosos.

Geograficamente, a região de transição em que se insere a FLONA concentra-se sobre os estados do Piauí e do Maranhão, porção mais oeste da região Nordeste, amplamente ocupada por formações dicótilo-palmáceas (IBGE, 1992). Farias e Castro (2004) descrevem o meio norte do Brasil – Piauí e Maranhão

– como uma extensa zona ecotonal situada entre o subúmido amazônico e o semiárido nordestino.

Quanto ao clima em que se insere a UC, com base na classificação de Köppen. Infere-se, a partir de Medeiros *et al.* (2020), que é Aw, clima tropical megatérmico, caracterizado, conforme ICMBio (2022), com duas estações bem definidas: uma chuvosa, abrangendo cerca de quatro meses (de janeiro a abril), e outra seca, nos meses de julho a outubro.

2.2 Procedimentos metodológicos

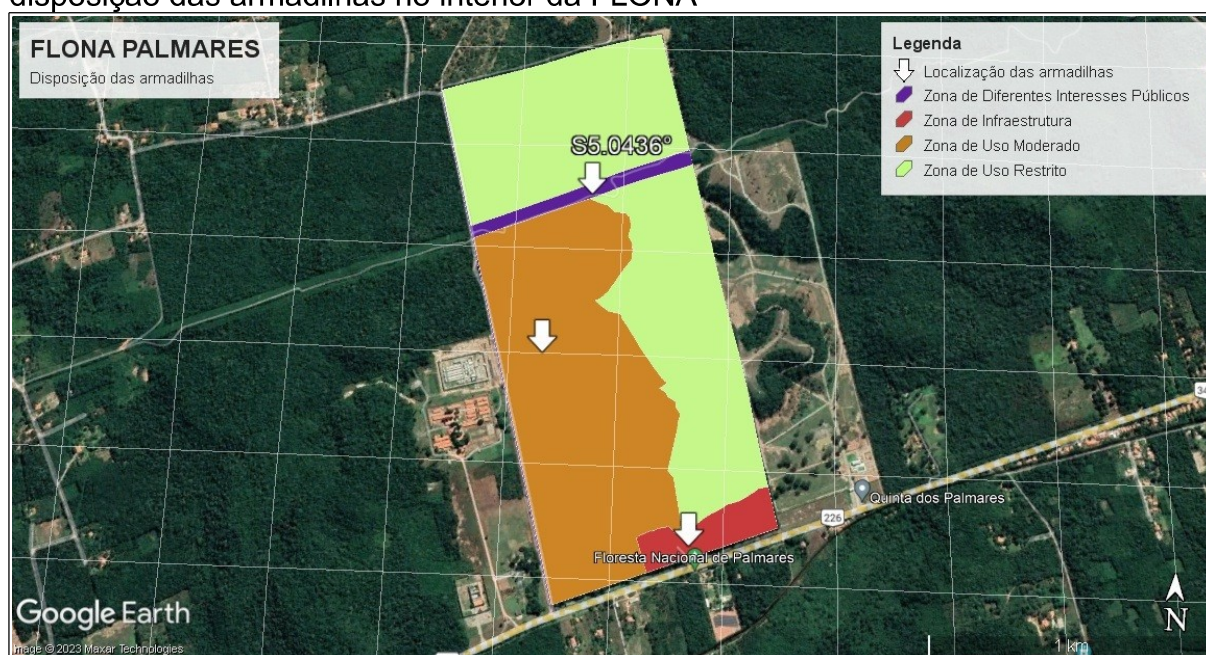
Realizou-se este estudo em três diferentes Zonas – de Infraestrutura, de Uso moderado e de Interesse Público – na UC FLONA Palmares, em dois diferentes períodos do ano – seco e chuvoso – por meio de duas armadilhas diferentes – *pitfall* e adaptada. As características de cada Zona em termos de vegetação e ação antrópica, bem como as coordenadas geográficas das armadilhas instaladas, encontram-se no quadro 1 de maneira sucinta. Por meio da figura 2, observa-se a disposição das armadilhas no interior da FLONA na imagem de satélite.

Quadro 1 -- Características de cada Zona

Zona	Ação antrópica	Altitude (m)	Vegetação	Coordenadas geográficas das armadilhas instaladas		Classe de relevo do local em que se instalaram as armadilhas
				Latitude	Longitude	
Zona de Infraestrutura	Presença das edificações da Administração da UC	160	Predomínio de espécimes de porte arbóreo (secundário médio a avançado, presença de espécies frutíferas)	- 5,056901°	- 42,592701°	Superfície plana
Zona de Uso Moderado	Uso direto de moderado impacto nos recursos naturais, além da realização de atividades de pesquisa e visitação de	170	Predomínio de espécimes de porte arbóreo (secundário médio a avançado)	- 5,050786°	- 42,597689°	Ondulado

	médio grau de intervenção					
Zona de Diferentes Interesses Públicos	Infraestrutura da rede da linha de transmissão de energia elétrica	200	Predomínio de espécimes de porte herbáceo-arbustivo intercalado com de porte arbóreo (secundário inicial)	- 5,045410°	- 42,595618°	Fortemente ondulado

Figura 2 – Imagem de satélite obtida pelo Google Earth Pro, data julho de 2021, da disposição das armadilhas no interior da FLONA

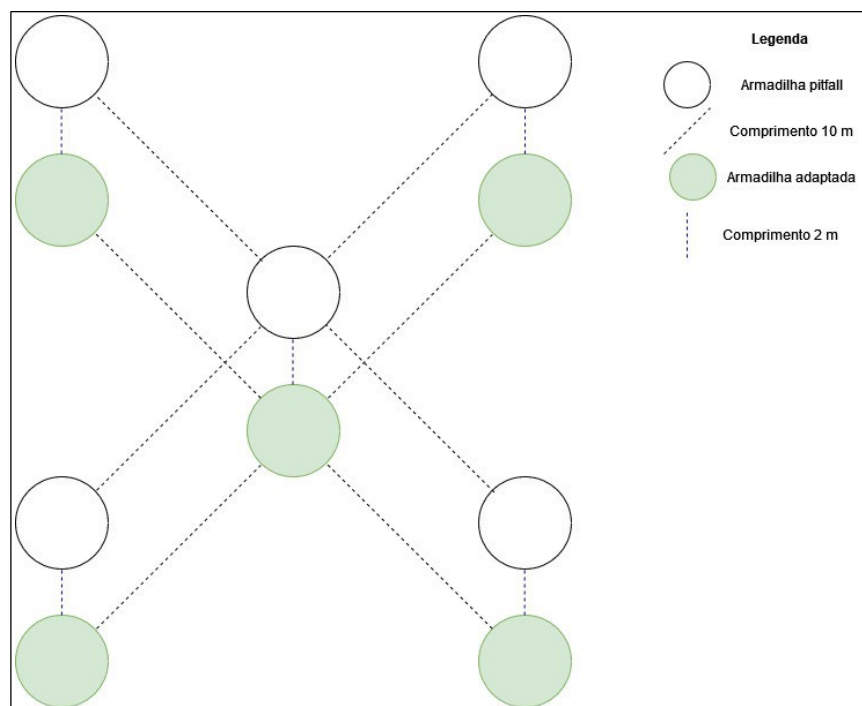


Fonte: Autores (2023)

Para cada zona, como se observa pela figura 3, dispôs-se de cinco armadilhas de cada tipo: *pitfall* e adaptada. A armadilha *pitfall*, com base em Gonçalves (2017), consistiu da utilização de copo descartável de capacidade de 300ml, cuja borda enterrou-se até o nível do solo. A armadilha de queda adaptada, com base em Koller, Castro e Almeida (2017), consistiu de frascos coletores confeccionados a partir de garrafas de polímero termoplástico descartáveis de dois litros. A parte superior da garrafa, com formato de funil, foi destacada e, de forma invertida, fixada no topo da parte restante da garrafa, para servir como um funil. Em ambas as armadilhas, colocou-se prato plástico de 21 cm de diâmetro suspenso por

peças de madeira com aproximadamente 15 cm. Também, em cada recipiente, adicionou-se 100ml de álcool 70 % e 100ml de água.

Figura 3 – Desenho esquemático adaptado da disposição das armadilhas para cada setor



Fonte: Autores (2023)

Para cada semestre, realizaram-se três coletas para abranger diferentes valores de precipitação pluviométrica, temperatura média compensada do ar e umidade média. No segundo semestre de 2021, as coletas ocorreram nas datas de 16, 25 e 30 de outubro. Enquanto, no primeiro semestre de 2022, nas datas de 19 e 26 de fevereiro e 5 de março. Para cada coleta, as armadilhas permaneceram em campo por 7 dias.

Os dados meteorológicos foram obtidos através da rede do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. A estação meteorológica do INMET da qual são originários os dados possui latitude e longitude respectivas de 5°2'20,16" S e 42°48'14,77" O e altitude de 75 m. Os dados meteorológicos da temperatura média do ar compensada semanal, da umidade média do ar semanal e da precipitação pluviométrica acumulada relativos aos períodos que as armadilhas permaneceram em campo encontram-se na tabela 1.

Tabela 1 – Dados meteorológicos dos dois períodos de coleta

Período de coleta	Temp. Média Comp. (°C)	Chuva (mm)	Umidade Média (%)
1 ^a (Seco)	29,17	37,4	63,03
2 ^a (Chuvoso)	27,03	167,6	80,17

Os espécimes capturados foram quantificados e identificados ao nível de família. As famílias de Coleoptera foram avaliadas pelo número de indivíduos por armadilhas por Zona por dia, riqueza (número de grupos) média e total, uniformidade (índice de Pielou) e diversidade (índice de Shannon). O índice de diversidade foi calculado por meio da seguinte fórmula: $H = -\sum p_i \log_2 p_i$, em que p_i é a proporção da indivíduos que pertence a i ésima família. Para o cálculo do índice de uniformidade, utilizou-se da seguinte expressão: $U = H/\log nS$, onde H corresponde ao índice de Shannon, n é o número total de espécimes na comunidade e S é o número total de famílias encontradas.

Os resultados dos números de espécimes coletados e os de famílias foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias. Utilizou-se o teste de Tukey a 5%. Realizou-se, ainda, a análise multivariada de componentes principais (ACP), utilizando-se o programa PAST versão 2.17c entre as famílias e as diferentes Zonas e entre as famílias e as diferentes armadilhas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ordem Coleoptera é bastante específica quando se refere ao seu habitat. Cada família ou espécie pode se relacionar a diversos fatores como o clima, o solo, o tipo de vegetação, entre outros. No estado do Piauí, já houve estudos com a presente ordem de insetos, por exemplo: em área de cana-de-açúcar com fragmentos de vegetação de Mata de Cocal no município de União, Branco (2008) obteve 22 famílias de coleópteros, cujos insetos predominantes encontraram-se distribuídos nas seguintes famílias: Hydrophilidae, Scarabaeidae, Gyrinidae, Carabidae, Metasidae, Buprestidae e Platypodidae; em área de Mata de Cocal em Teresina, Gonçalves (2017) obteve 16 táxons diferentes, sendo os predominantes: Scarabaeidae, Scolytidae (Subfamília de Curculionidae), Carabidae e Tenebrionidae.

No presente estudo, conforme tabela 2, verifica-se que houve o registro das seguintes famílias: Curculionidae, Chrisomelidae, Tenebrionidae, Scarabaeidae, Elateridae, Carabidae, Histeridae, Cerambycidae, Nitidulidae, Coccinellidae, Staphylinidae, Apioninae, Lampyridae e Lycidae. No período seco, houve o registro de 8 famílias, enquanto, no chuvoso, 12 famílias. No período seco, Curculionidae e Tenebrionidae se destacaram, já, no chuvoso, Scarabaeidae e Curculionidae.

Tabela 2 – Distribuição relativa (%) das famílias em diferentes Zonas, períodos e armadilhas

	Zona de Infraestrutura		Zona de Uso Moderado		Zona de Diferentes Interesses Públicos		
	<i>Pitfall</i>	<i>Adaptada</i>	<i>Pitfall</i>	<i>Adaptada</i>	<i>Pitfall</i>	<i>Adaptada</i>	Total
Seco							
Curculionidae	92,5	60,0	81,3	75,0	86,7	75,7	77,0
Tenebrionidae	0,0	14,3	18,8	8,3	0,0	7,6	8,0
Chrisomelidae	5,0	11,4	0,0	11,1	0,0	3,1	7,1
Carabidae	0,0	0,0	0,0	2,8	6,7	7,6	2,2
Cerambycidae	2,5	2,9	0,0	2,8	0,0	2,0	2,2
Nitidulidae	0,0	5,7	0,0	0,0	6,7	4,1	2,2
Histeridae	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
Elateridae	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
Chuvoso							
Scarabaeidae	60,05	29,03	77,86	39,5	32,98	0	46
Curculionidae	22,2	55,08	18,7	16,5	30,33	72,63	36,12
Carabidae	5,21	4,57	1,72	21,11	5,56	0	5,2
Tenebrionidae	6,19	2,19	1,72	7,63	4,68	9,13	4,5
Histeridae	3,18	4,57	0	7,63	12,11	0	3,72

Chrisomelidae	3,18	4,57	0	7,63	0	0	2,73
Coccinellidae	0	0	0	0	0	9,13	0,49
Staphylinidae	0	0	0	0	4,78	0	0,25
Apioninae	0	0	0	0	0	4,56	0,25
Lampyridae	0	0	0	0	0	4,56	0,25
Lycidae	0	0	0	0	4,78	0	0,25
Elateridae	0	0	0	0	4,78	0	0,25

Há estudos em que houve o maior registro de espécimes de besouros amostrados na estação chuvosa. Santos (2005), em um fragmento de Mata Atlântica na Reserva Ecológica de Gurjaú – PE, obteve 71,5% do total de besouros na estação chuvosa (maio e julho de 2003) e 28,5% na estação seca (outubro e novembro de 2003). Nunes *et al.* (2019), no Parque Nacional de Sete Cidades-PI, registrou um maior número de coleópteros no período chuvoso. Analogicamente, Lira Júnior (2021), em três fitofisionomias (mata de galeria, cerrado sensu stricto e campo sujo) de Cerrado do Distrito Federal, obteve maior abundância e riqueza de besouros em meses chuvosos.

Neste trabalho, de maneira geral, conforme tabela 3, registraram-se os maiores valores para as médias de besouros coletados no período chuvoso (exceto na Zona de Uso Moderado quando do uso da armadilha de queda adaptada). Registra-se que, conforme figuras 4 e 5, de maneira estatística significativa, houve as maiores médias do total de coleópteros e do número de famílias identificadas no período chuvoso.

Tanto Gonçalves (2017) quanto Oliveira *et al.* (2021) obtiveram correlação positiva da ordem Coleoptera à precipitação pluviométrica. Segundo Marinoni e Ganho (2003), a sazonalidade dos besouros é relacionada ao período chuvoso, pois há ocorrência de maior disponibilidade e diversidade de recursos alimentares, o que proporciona uma maior abundância e riqueza de espécies. Possivelmente, na Flona Palmares não foi diferente, uma maior disponibilidade e diversidade de alimentos proporcionou uma maior média de besouros e de famílias registradas no período com maior precipitação pluviométrica.

Tabela 3 – Espécimes/dia (erro padrão) de coleópteros capturados por meio da armadilha *pitfall* e de queda adaptada em diferentes Zonas na FLONA PALMARES, nas estações chuvosa e seca

	Zona de Infraestrutura		Zona de Uso Moderado		Zona de Diferentes Interesses Públicos	
	<i>Pitfall</i>	Adaptada	<i>Pitfall</i>	Adaptada	<i>Pitfall</i>	Adaptada
Seco						
Coleoptera	5,71 ($\pm 1,24$)	5,00 ($\pm 0,39$)	2,29 ($\pm 0,71$)	5,14 ($\pm 0,58$)	2,14 ($\pm 0,57$)	2,57 ($\pm 0,41$)
Chuvoso						
Coleoptera	22,29 ($\pm 1,69$)	12 ($\pm 0,86$)	8,29 ($\pm 1,17$)	4,57 ($\pm 0,20$)	5,14 ($\pm 0,20$)	5,57 ($\pm 0,52$)

Figura 4. Médias do número de famílias em diferentes períodos e Zonas da UC-FLONA PALMARES. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

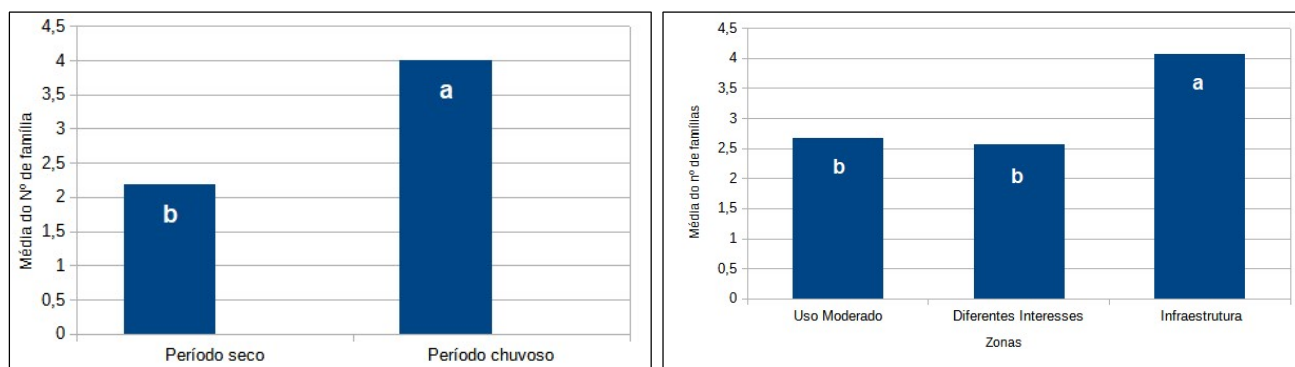
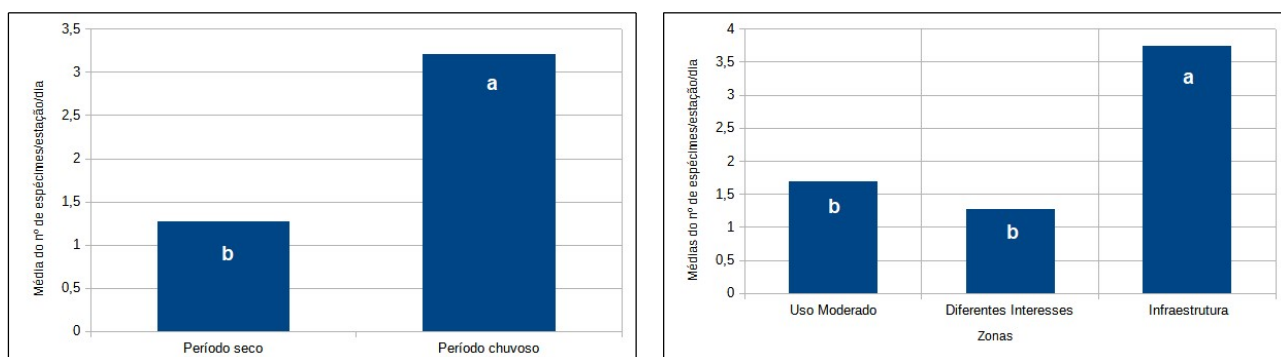


Figura 5. Médias do número de espécimes em diferentes períodos e Zonas da UC-FLONA PALMARES. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)



Ao se comparar diferentes áreas, a literatura científica demonstra que a ordem Coleoptera se apresenta com diferenças em sua abundância. Por exemplo, Nunes *et al.* (2012), ao estudar a presença da fauna do solo em diferentes áreas em

Teresina-PI – Capim Tanzania, Capim Tifton, Capim Andropogon, Leucena e Mata de Cocais–, obtiveram maior associação de besouros à área de Capim Tanzania, Capim Tifton e de Leucena tanto no período chuvoso quanto no seco. Ao comparar o efeito do gradiente vegetacional formado por Campo Graminóide, Cerrado Sensu Stricto, Cerradão e Floresta Estacional Semidecidual sobre a densidade, diversidade e composição da comunidade da fauna edáfica do Parque Nacional de Sete Cidades, Nunes *et al.* (2019) registraram associação da ordem Coleoptera à Floresta Estacional Semidecidual.

No presente estudo, entre as Zonas, conforme figura 4 e 5, com diferença estatística significativa, se destacou a Zona de Infraestrutura com as maiores médias de besouros e de número de famílias. Provavelmente, apesar da Zona de Infraestrutura se apresentar com ações antrópicas consolidadas – edificações–, tais possíveis efeitos negativos foram menores do que os efeitos da vegetação presente nesta Zona. Vegetação esta composta por espécies, entre outras, frutíferas como mangueira (*Mangifera indica* L.), cajazeira (*Spondias mombin* L.), cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), umbuzeiro (*Spondias tuberosa* L.), o que proporciona a ocorrência de uma diversidade de alimento e a atração de mamíferos, cujas fezes servem de alimento para espécies de besouros coprófagos.

Entre as armadilhas, não houve diferença estatística significativa quanto ao registro dos insetos da ordem Coleoptera e do número de famílias. Do mesmo modo, aconteceu com a interação entre Zona e período; Zona e armadilha; armadilha e período; armadilha, período e Zona.

Registra-se que Derengoski *et al.* (2019) obtiveram a mesma eficiência (resultado igual a deste trabalho em qual não se obteve diferença significativa entre as armadilhas) na captura de besouros quando se utilizaram de armadilhas diferentes: *provid* e *pitfall*. Sendo a *provid*, também, uma armadilha de queda adaptada e confeccionada de polímero termoplástico descartável, mesmo material da armadilha adaptada utilizada neste estudo. Dessa maneira, as armadilhas adaptadas podem ser uma opção prática e econômica, além delas apresentarem eficiência semelhante aos métodos comumente utilizados.

Houve os maiores valores, conforme tabela 4, para os atributos estruturais (riqueza média, riqueza total, uniformidade e diversidade) da comunidade de besouros coletados no período seco quando da utilização da armadilha adaptada na Zona de Infraestrutura. Todos os valores dos atributos analisados foram maiores

quando da utilização da armadilha adaptada no período chuvoso.

No período chuvoso, os maiores valores obtidos para riqueza média e total ocorreram respectivamente quando da utilização da armadilha adaptada na Zona de Infraestrutura e quando da utilização da armadilha *pitfall* na Zona de Diferentes Interesses Públicos, enquanto os maiores valores para equitabilidade e diversidade ocorreram respectivamente quando da utilização da armadilha adaptada na Zona de Uso Moderado e quando da utilização da armadilha *pitfall* na Zona de Diferentes Interesses Públicos.

Tabela 4 – Riqueza Total e Média, Índices de Shannon e de Pielou sob diferentes Zonas da UC FLONA PALMARES, obtidos por diferentes armadilhas, em dois períodos

	Zona de Infraestrutura		Zona de Uso Moderado		Zona de Diferentes Interesses Públicos	
	Pitfall	Adaptada	Pitfall	Adaptada	Pitfall	Adaptada
Seco						
Riqueza total	3	7	2	5	3	6
Riqueza Média	2	4	1	3	1	2
Índice de Shannon (Diversidade)	0,43	1,57	0,48	1,42	0,49	0,85
Índice de Pielou (Equitabilidade)	0,31	0,88	0,70	0,88	0,74	1,04
Chuvoso						
Riqueza total	6	6	4	6	8	5
Riqueza Média	5	6	3	4	4	3
Índice de Shannon (Diversidade)	1,36	1,30	0,81	1,69	1,74	1,36
Índice de Pielou (Equitabilidade)	0,76	0,72	0,50	0,87	0,84	0,84

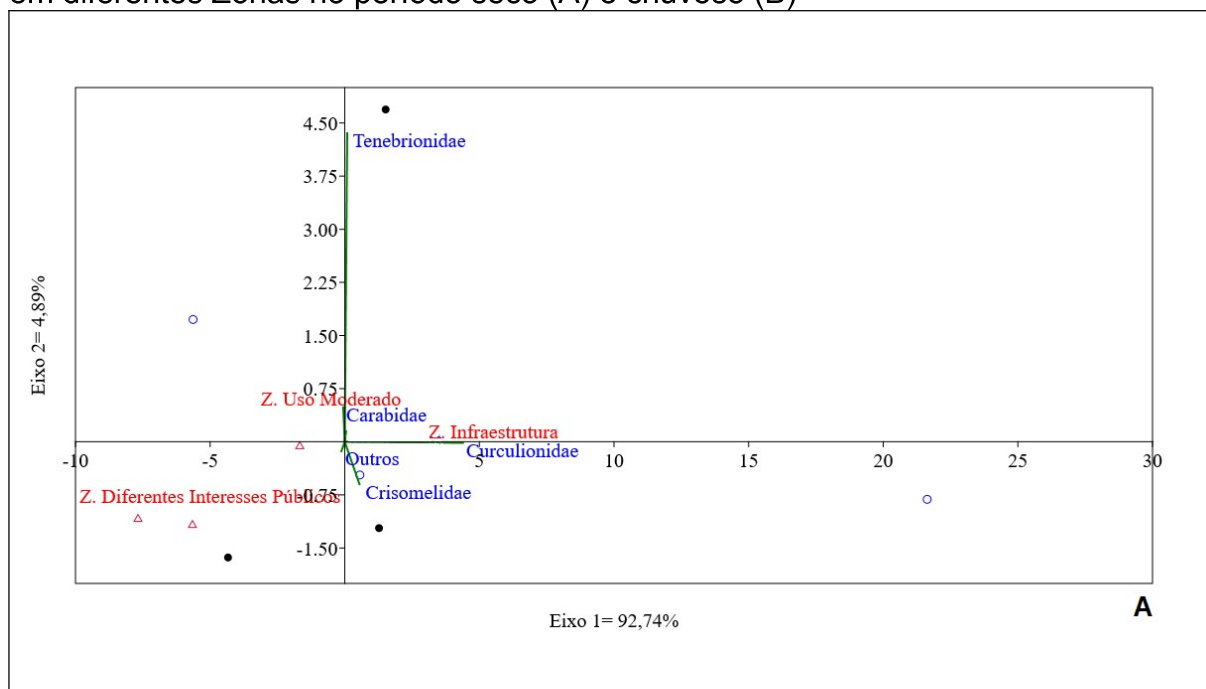
O estudo da relação entre a distribuição de espécimes de cada família e as diferentes Zonas foi realizado por meio de uma ordenação gerada pelos componentes principais conforme figura 6. As variáveis foram distribuídas em dois componentes principais que explicaram 97,63% (92,74% para o primeiro e 4,89%, para o segundo componente) no período seco, e 97,41% da variabilidade total entre as diferentes Zonas (78,60% para o primeiro e 19,81% para o segundo componente), no período chuvoso.

No período seco, as famílias Tenebrionidae e Chrisomelidae não se associaram à nenhuma Zona, já os curculionídeos, os carabídeos e os outros – grupo este formado pelos espécimes das famílias Histeridae, Elateridae, Cerambycidae e Nitidulidae – associaram-se à Zona de Uso Moderado e à de

Infraestrutura, sendo que o grupo outros com valores próximos à neutralidade. No período chuvoso, nenhuma família se associou à Zona de Uso Moderado e à de Diferentes Interesses Públicos.

Também, o estudo da relação entre a distribuição de espécimes de cada família e as diferentes armadilhas foi realizado por meio de uma ordenação gerada pelos componentes principais conforme figura 7. As variáveis foram distribuídas em dois componentes principais que explicaram 98,70% (95,14% para o primeiro e 3,56%, para o segundo componente) no período seco, e 96,37% da variabilidade total entre as diferentes armadilhas (87,35% para o primeiro e 9,02% para o segundo componente), no período chuvoso. No período seco, as famílias Tenebrionidae e Chrisomelidae se associaram à armadilha de queda adaptada, enquanto nenhuma família se associou à armadilha *pitfall*. No período chuvoso, somente a família Scarabaeidae se associou a uma armadilha, *pitfall*.

Figura 6 – Análise dos componentes principais do registro das famílias de besouros em diferentes Zonas no período seco (A) e chuvoso (B)



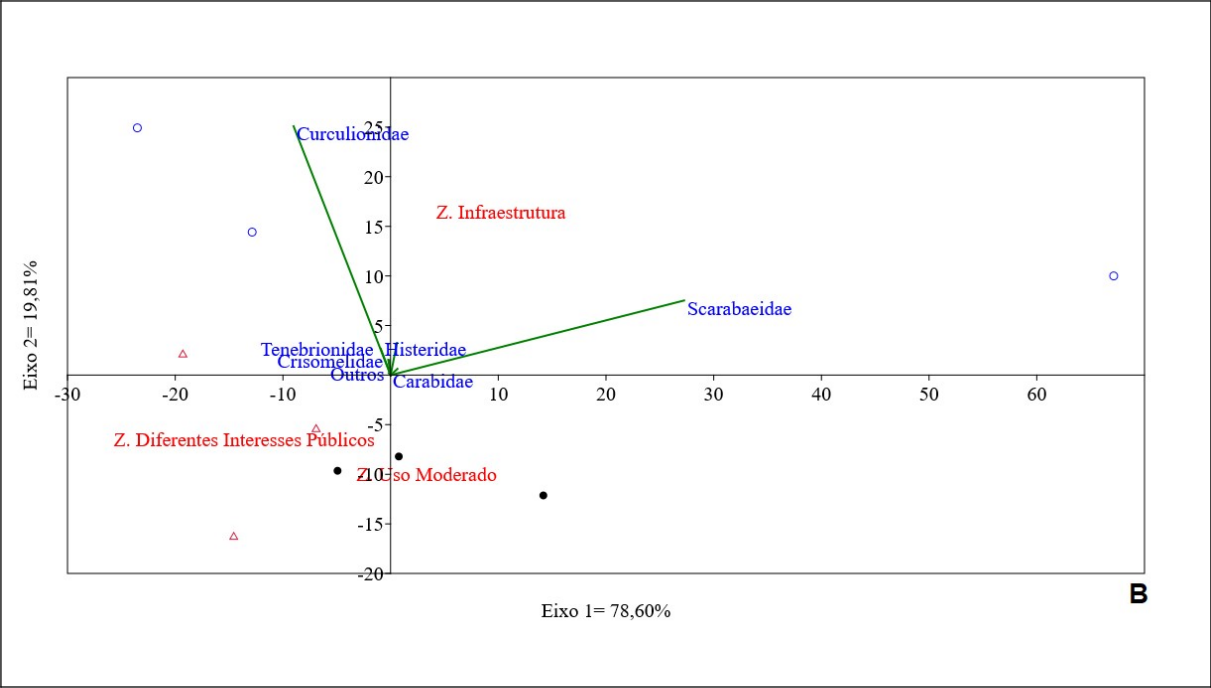
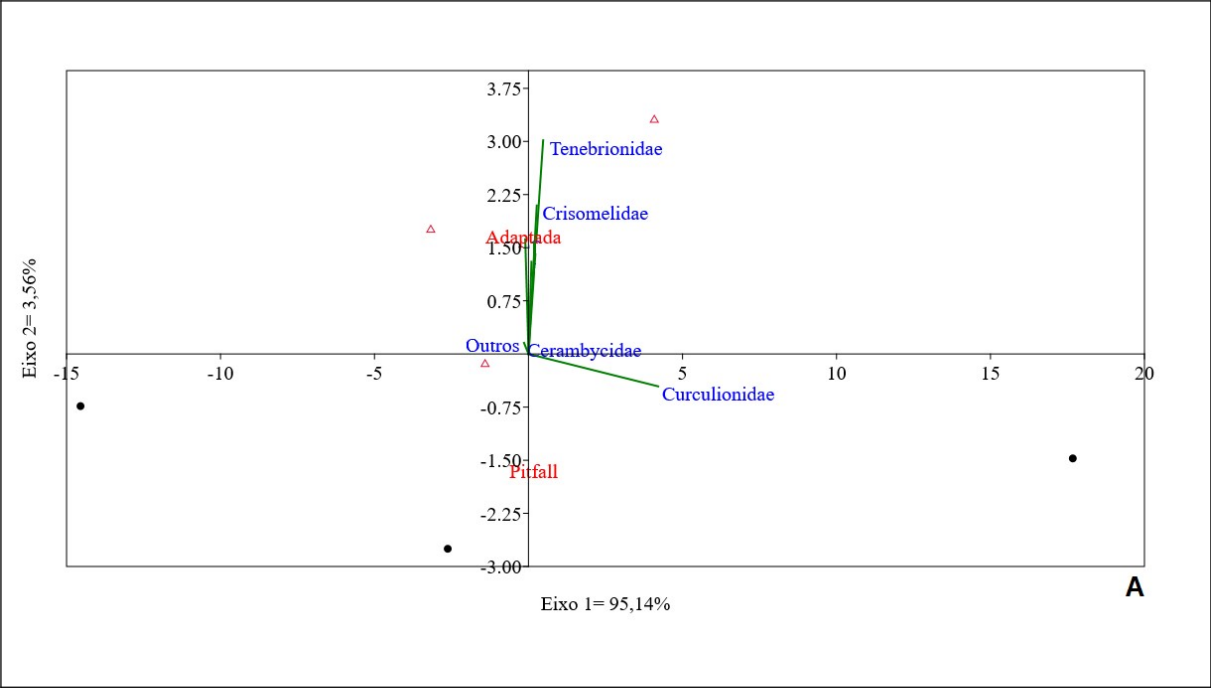
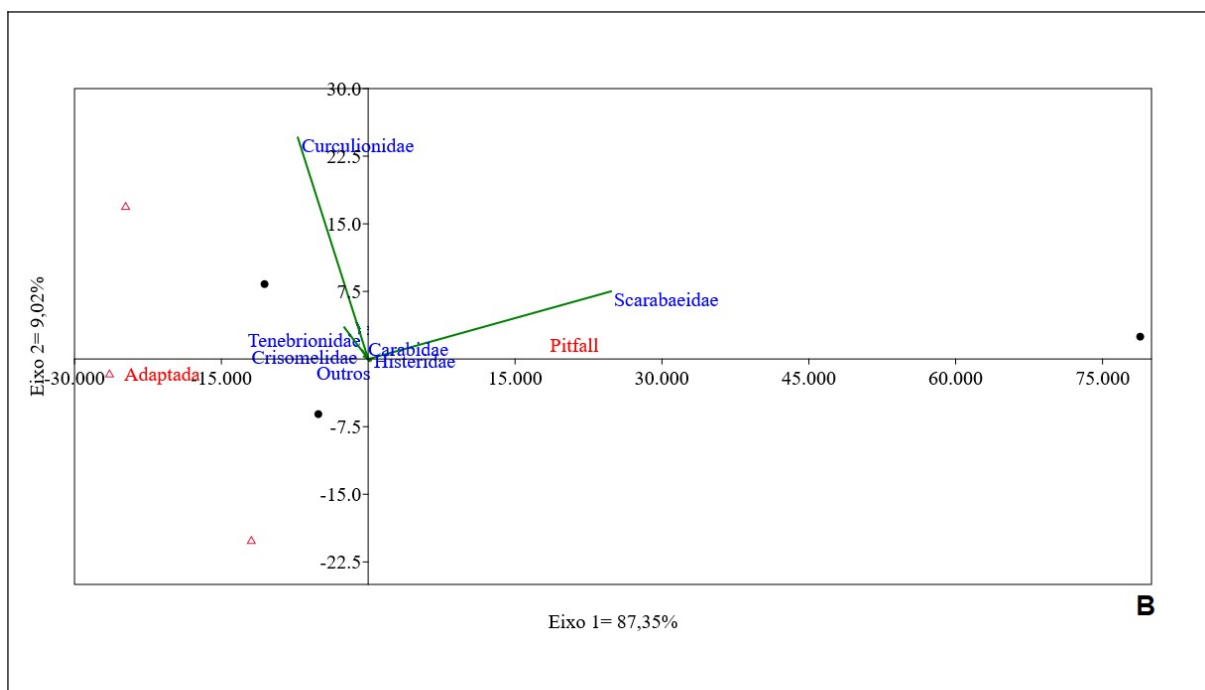


Figura 7 – Análise dos componentes principais do registro das famílias de besouros por diferentes armadilhas no período seco (A) e chuvoso (B)





Deve-se registrar que o relevo, ou posição topográfica, é capaz de alterar o conteúdo de água do solo em função da altitude e exposição ao sol, consequentemente modificando a temperatura do solo, bem como é responsável por variações no nível do lençol freático e intensidade dos processos de remoção e deposição de sedimentos (CHAGAS *et al.*, 2013; BRESSIANI *et al.*, 2018).

Na Zona de Diferentes Interesses Públicos, por ter maior altitude, há uma maior influência do material de origem no fornecimento de nutrientes por meio do intemperismo dos minerais primários, enquanto, nas demais Zonas, há maior influência de sedimentos coluviais e aluviais já intemperizados.

No presente estudo, houve uma maior associação de famílias às Zona de Infraestrutura e a de Uso Moderado, Zonas com menores altitudes e relevos mais planos em comparação à Zona de Diferentes Interesses Públicos. Contudo, dada a complexidade das inter-relações entre atributos físicos, químicos e biológicos do solo, não se pode descartar a influência de outros fatores. Conforme Vasconcelos *et al.* (2003), como a textura do solo, estoque de serapilheira disposto sobre a superfície do solo, densidade de árvores, entre outros.

4 CONCLUSÕES

- A família Curculionidae destacou-se em ambos os períodos e em todas as Zonas.
- Não houve diferença estatística significativa entre as armadilhas *pitfall* e adaptada quanto à captura de coleópteros e ao registro de famílias, contudo a análise de componentes principais evidenciou associação das famílias Tenebrionidae e Chrisomelidae à armadilha de queda adaptada no período seco e Scarabaeidae à armadilha *pitfall* no período chuvoso.
- A Zona de Infraestrutura apresentou-se, de maneira estatística, em relação as demais, com um maior registro médio de coleópteros e de número de famílias.
- A população de coleópteros mostra-se sazonal com um maior registro de espécimes e de número de famílias no período chuvoso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, L. G. **Análise de sistemas em Biogeografia: estudo diagnóstico da cobertura vegetal da Floresta Nacional de Palmares, Altos, Piauí/Brasil**. 2015, 177 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) — Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2015.
- BRANCO, R.T.P.C. **Entomofauna associada à cultura da cana-de-açúcar no município de União – Piauí – Brasil**. 2008. 92f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção vegetal) — Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008.
- BRESSIANI, J. X.; SCHMIDT, M.A.R.; PEREIRA, C.E. Identificação de Áreas Urbanas Inundáveis pela Avaliação de Áreas Variáveis de Afluência. **Anuário do Instituto de Geociência– UFRJ**, v. 41, n. 2, p. 677-684, 2018.
- CHAGAS, C. S.; FONTANA, A.; CARVALHO JUNIOR, W.; CAIRES, S. M. Atributos topográficos na diferenciação de Argissolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa,
- CHIROL, A. d.; COSTA, N. **Biogeografia**- volume único. Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2018. p. 328.
- COSTA, C.; IDE, S. Coleoptera. In: COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C. E. (Ed.). **Insetos imaturos: metamorfose e identificação**. Ribeirão Preto; Holos, 2006. p. 107-146.
- COSTA, E.M.; ARAÚJO, E.L.; LOPES da SILVA, F.E.; NOGUEIRA, C.H.F.; SILVA, P.A.F. Diversidade de coleópteros em área cultivada com melancia no semiárido do rio grande do norte. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 2, p. 293-297, mai.-ago. 2014.
- COX, C.B.; MOORE, P.D. **Biogeografia: uma abordagem ecológica e evolucionária**. São Paulo: LTC, 2009.
- DERENGOSKI, J.A.; RUTHES, B.E.S.; ZANELATO, D.C.; TESSARO, D. Metodologias de coleta na avaliação da comunidade epígea em fragmento floresta ciliar. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 2, p. 62- 76, 2019.
- DOYEN, J.T.; DALY, H.V.; PURCELL, A.H. **Introduction to Insect Biology and Diversity**. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- FARIAS, R.R.S.; CASTRO, A.A.J.F. Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo Campo Maior, PI, Brasil. **Acta. Bot. Bras**, v. 18, n. 4., p. 949-963, 2004.
- FRANÇA, F.M.; FERREIRA, J.; VAZ-DE-MELLO, F.Z.; MAIA, L.F; BERENGUER, E.; PALMEIRA, A.F.; FADINI R.; LOUZADA, J.; BRAGA, R.; OLIVEIRA, V. H.; BARLOW, J. El Niño impacts on human-modified tropical forests: consequences for dung beetle diversity and associated ecological processes. **Biotropica**, v. 52, n. 2, p. 252–262, 2020.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, S.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GONCALVES, M.P.G. Relação Entre Tempo e Besouros em Mata de Cocal. **Rev. bras. meteorol.**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 543-554, Dec. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira Série Manuais Técnicos em Geociências**. n. 1. Rio de Janeiro: Ed. IBGE, 91 p., 1992.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Palmares**, Brasília, 2022.

KOLLER, W. W.; CASTRO, L. C. S.; ALMEIDA, R. G. de. **Adaptações úteis em uma armadilha de queda**. Embrapa Gado de Corte. Comunicado técnico, 139, Brasília, DF: Embrapa, 2017. 7 p.

LAWRENCE, J. F.; BRITTON, E. B. Coleoptera (beetles). In: C.S.I.R.O. Division of Entomology. **The insects of Australia: a textbook for students and research workers**. 2. ed. Carlton: Melbourne University Press, 1991. p. 543-683.

LIRA JÚNIOR, L. A. **Besouros (Insecta: Coleoptera) de importância forense no Cerrado: ecologia e comportamento**. 2021. 104 f, il. Tese (Doutorado em Zoologia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

MARINONI, R.C. Os grupos tróficos em Coleoptera. **Rev. Bras. Zool.**, Curitiba, v. 18, n. 1, p. 205-224, mar. 2001.

MARINONI, R.C.; GANHO, N.G. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil: abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas malaise. **Rev. Bras. Zoologia**, Curitiba, v. 20, n. 4, p. 737-744, dec.2003.

MEDEIROS, R. M.; CAVALCANTI, E. P.; DUARTE, J. M. Classificação climática de Koppen para o estado do Piauí- Brasil. **Revista Equador**, v. 9, nº 3, p.82 – 99, jul./2020.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO, A.S. F.; PESSOA, M.M. C.; SOUSA, R.S.; SILVA, J.D. C.; MATOS-FILHO, C.H. A. Edaphic fauna in a vegetation gradient in the Sete Cidades National Park. **Brazilian Journal of Biology**. v. 79, n. 1., p. 45-51, Jan.-Mar./2019.

NUNES, L. A. P. L.; SILVA, D. I. B. da; ARAÚJO, A. S. F. de; LEITE, L. F. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em sistemas de manejo para produção de forragens no Estado do Piauí. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 30-37, Mar./2012.

OLIVEIRA, C. P. de; OLIVEIRA, C. M. de; SPECHT, A.; FRIZZAS, M. R. Seasonality and distribution of Coleoptera families (Arthropoda, Insecta) in the Cerrado of Central Brazil. **Rev. Bras. entomol.**, São Paulo, v. 65, n. 3, jul./2021.

RIGHI, C.A.; RODRIGUEZ, C.S.; FERREIRA, E.N.L.; GODOY, A.I.C. Microclimatic Conditions for Dung Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) Occurrence: Land Use System as a Determining Factor. **Environmental Entomology**, v. 47, n. 6, p.1420-1430, Nov./2018.

SANTOS, S.R.de.A. 2005. **Diversidade de Coleoptera em um fragmento de Mata Atlântica da reserva Ecológica Gurjaú, Cabo de Santo Agostinho – PE.** 2005. 37f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas: Biologia Animal) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2005.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 91 p., 1977. v. 37, n. 6, p. 1441-1453, 2013.

VASCONCELOS, H. L.; MACEDO, A. C. C.; VILHENA, J. M. S. Influence of topography on the distribution of ground-dwelling ants in an Amazonian Forest. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, London, v. 38, n. 2, p. 115-124, 2003.

**APÊNDICE D: DINÂMICA DE BIOINDICADORES ESCARABEÍNEOS
(COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) ASSOCIADOS A
DIFERENTES ZONAS DA UC FLONA PALMARES**

DINÂMICA DE BIOINDICADORES ESCARABEÍNEOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) ASSOCIADOS A DIFERENTES ZONAS DA UC FLONA PALMARES

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.13.22.VI-007>

Marcos Paulo Gomes Gonçalves, Jacqueline Ribeiro Alcântara, Bruna de Freitas Iwata
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, mpgg1988@gmail.com

RESUMO

Como há vinculação dos escarabeíneos com os processos ecológicos de decomposição da matéria orgânica dos ecossistemas em que estão inseridos e tendo em vista que a Floresta Nacional de Palmareis- FLONA Palmareis é um refúgio natural para espécies da fauna regional, atraídas pela mata conservada, torna-se importante estudar os componentes ambientais que possam interferir na dinâmica desses besouros na referida Unidade de Conservação, bem como armadilhas que melhor se adaptam a região. Dessa maneira, realizou-se este estudo em três diferentes Zonas – de Infraestrutura, de Uso moderado e de Interesse Público– na UC FLONA Palmareis, em dois diferentes períodos do ano – seco e chuvoso – por meio de duas armadilhas diferentes – *pitfall* e adaptada. Não houve diferença estatística significativa entre as armadilhas *pitfall* e adaptada quanto à captura de escarabeíneos. Não houve diferença estatística significativa entre as Zonas de Infraestrutura, de Uso moderado e de Interesse Público da FLONA PALMARES quanto ao registro de escarabeíneos. A população de escarabeíneos mostrou-se sazonal com um maior registro de espécimes no período chuvoso. De maneira geral, significativamente, os escarabeíneos associaram-se positivamente à precipitação pluviométrica e à umidade média.

PALAVRAS-CHAVE: Zoogeografia; Besouros; Entomologia; Ecologia

INTRODUÇÃO

Os escarabeíneos pertencem à família Scarabaeidae Latreille, 1802. São conhecidos, popularmente, a depender da região do Brasil, conforme Gonçalves (2020), por escaravelhos, besouros, rola-bostas ou peloteiros, sendo essas duas últimas designações em virtude do hábito que algumas espécies desta família têm de rolar bolas de excremento para efetuar postura. Eles são indicadores importantes da qualidade do meio ambiente, por promoverem, conforme Slade *et al.* (2011), a remoção e a reentrada de matéria orgânica no solo, auxiliando na reciclagem de nutrientes e melhorando a aeração do solo, podendo, ainda, atuar na regulação de populações de outros artrópodes, inclusive pragas.

Quanto à posição funcional/ biológica que ocupam na decomposição da matéria orgânica dentro do ecossistema em que estão inseridos, o que compreende o que representam no quadro geral do ecossistema, de acordo com Halffter e Matthews (1966), pelo que eles fazem e como fazem: os insetos da família Scarabaeidae são detritívoros, cuja alimentação se baseia em massa fecal de mamíferos, coprofagia; restos de animais mortos, necrofagia; e frutos em decomposição, saprofagia.

Dentre os hábitos alimentares, ressalta-se a coprofagia que resulta em benefícios à fertilidade do solo: no ato de transportar e enterrar a maior parte dos excrementos dos quais se utilizam, acarretam a aceleração do processo de ciclagem dos nutrientes, tornando-o mais eficiente de acordo com Koller *et al.* (1997).

Os escarabeídeos, de acordo com Favila e Halffter (1997), são bastante específicos quando se refere ao seu habitat. Em virtude disso, a presente família é alvo de levantamentos. Righi *et al.* (2018) e França *et al.* (2020) detectaram que processos de desmatamento de áreas de mata nativa podem levar à perda de espécies, causando alterações em sua comunidade, na Mata Atlântica e Floresta Amazônica, respectivamente.

Desta maneira, como há vinculação dos escarabeíneos com os processos ecológicos dos ecossistemas em que estão inseridos e tendo em vista que a Floresta Nacional de Palmareis- FLONA Palmareis é, conforme Abreu *et al.* (2022), um refúgio natural para espécies da fauna regional, atraídas pela mata conservada, torna-se importante estudar os componentes ambientais que possam interferir na dinâmica desses besouros na referida Unidade de Conservação, bem como armadilhas que melhor se adaptam a região.

OBJETIVO

Analisar a relação dos escarabeíneos à sazonalidade e às diferentes Zonas da Unidade de Conservação FLONA Palmareis, obtidos por meio de duas armadilhas diferentes.

METODOLOGIA

Área de estudo

A Unidade de Conservação Floresta Nacional de Palmares- UC FLONA Palmares localiza-se na divisa administrativa do município de Altos com o município de Teresina, no estado do Piauí, Brasil, com uma área de aproximadamente 170 ha, sendo sido criada pelo Decreto Federal de 21 de fevereiro de 2005. Segundo o art. 1º do Decreto citado, em tal FLONA, objetiva-se: “promover o manejo de uso múltiplo dos recursos florestais, a manutenção de banco de germoplasma in situ de espécies florestais nativas, e das características de vegetação de cerrado e caatinga, a manutenção e a proteção dos recursos florestais e da biodiversidade, a recuperação de áreas degradadas e a educação ambiental.”

Por meio da figura 1, observa-se o mapa de localização da referida Unidade de Conservação.

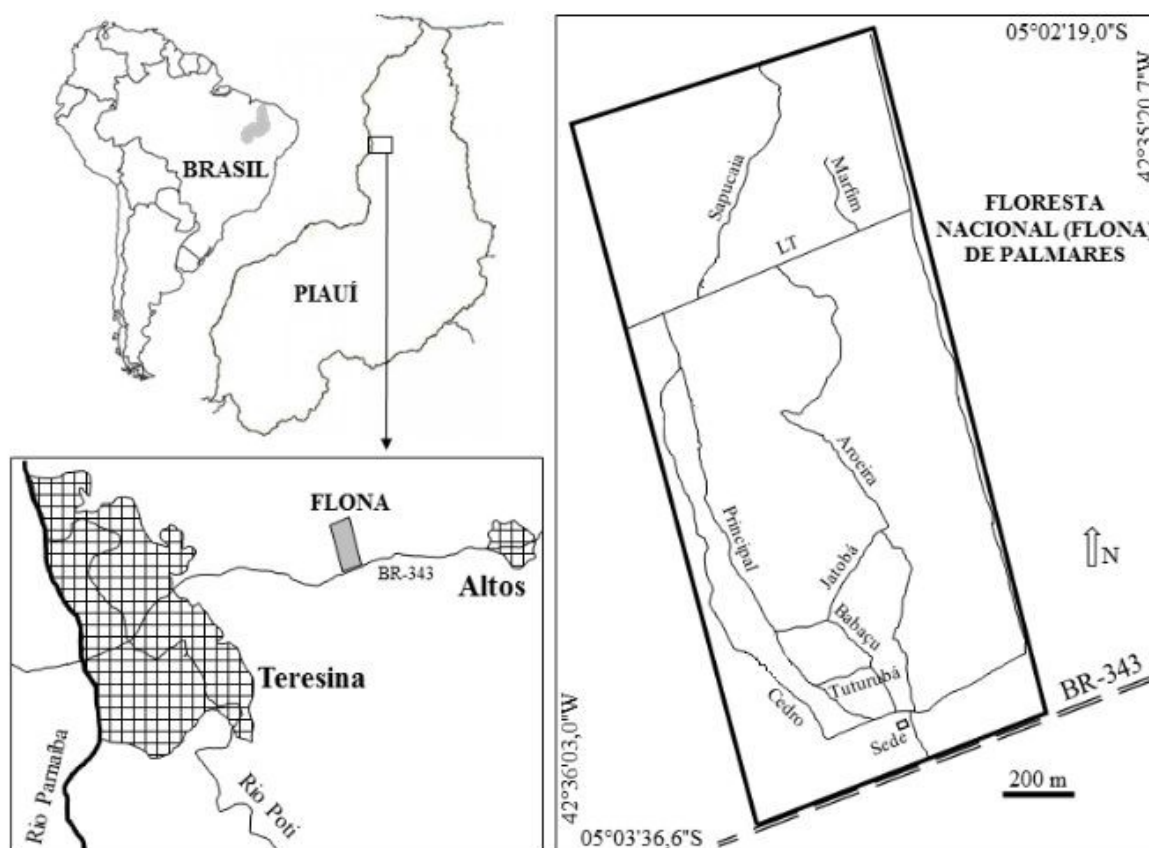


Figura 1. Mapa de localização da Floresta Nacional (FLONA) de Palmares, adaptado de Leal (2019)

Segundo Barbosa (2015), a UC FLONA de Palmares insere-se em um contexto de transição natural, fitogeográfica e morfoclimática e tem como característica mais marcante a estacionalidade semidecidual da vegetação, formada eminentemente por espécies florestais. De acordo com Abreu *et al.* (2022), há ocorrência, entre outras espécies, de: sapucarana, *Eschweilera alvimii* S.A.Mori; sapucaia, *Lecythus pisonis* Cambess; jacarandá, *Sarcomphalus cinnamomum* (Triana & Planch.) Hauenschild; piquiá, *Caryocar villosum* (Aubl.) Pers.; angico-branco, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan; pau-urubu, *Dictyoloma vandellianum* A.Juss.; cundurú, *Duguetia marcgraviana* Mart.; ipê-amarelo, *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos; copaíba/podói, *Copaifera duckei* Dwyer; sipaúba, *Combretum mellifluum* Eichler; babaçu, *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.; tucum, *Bactris maraja* Mart.; pati, *Bactris gasipaes* Kunth; e coco-anajá, *Attalea dubia* (Mart.) Burret. Sendo estas quatro últimas espécies palmeiras que caracterizam a composição florística da FLONA como Mata de Cocais segundo os mesmos autores.

Conforme Barbosa (2015), o padrão de formas geomorfológicas da unidade está sustentado por um conjunto de estruturas geológicas da Bacia Sedimentar do Parnaíba, condicionado pela ação dos fatores atmosféricos e hidrológicos que regulam a dinâmica do sistema natural regional. A FLONA apresenta-se sobre um divisor topográfico, em uma unidade de relevo constituída por superfícies aplainadas e degradadas, dissecadas em formas tabulares entre os talvegues que drenam a água que escoam dos topos e vertentes para os cursos d'água locais (BARBOSA, 2015). Dessa maneira, constitui-se em área de perda de sedimentos. Localmente, a extensão territorial da UC em si, apresenta dois compartimentos de relevo com níveis topográficos que variam de 155 a 221 metros de altitude (BARBOSA, 2015).

Conforme Abreu *et al.* (2022), na FLONA, os solos que mais ocorrem são os Latossolos, com solos profundos e evoluídos nos pontos mais planos e de menor altitude, e solos jovens, rasos e pedregosos nos pontos mais declivosos e de maiores altitudes, com ocorrência de Plintossolos, com alguns pontos de afloramentos rochosos.

Geograficamente, a região de transição em que se insere a FLONA concentra-se sobre os estados do Piauí e do Maranhão, porção mais oeste da região Nordeste, amplamente ocupada por formações dicótilo-palmáceas (IBGE, 1992). Farias e Castro (2004) descrevem o meio norte do Brasil – Piauí e Maranhão – como uma extensa zona ecotonal situada entre o subúmido amazônico e o semiárido nordestino. Quanto ao clima em que se insere a UC, com base na classificação de Köppen. Infere-se, a partir de Medeiros *et al.* (2020), que é Aw, clima tropical megatérmico, caracterizado, conforme Abreu *et al.* (2022), com duas estações bem definidas: uma chuvosa, abrangendo cerca de quatro meses (de janeiro a abril), e outra seca, nos meses de julho a outubro.

Procedimentos metodológicos

Realizou-se este estudo em três diferentes Zonas – de Infraestrutura, de Uso moderado e de Interesse Público – na UC FLONA Palmares, em dois diferentes períodos do ano – seco e chuvoso – por meio de duas armadilhas diferentes – *pitfall* e adaptada. As características de cada Zona em termos de vegetação e ação antrópica, bem como as coordenadas geográficas das armadilhas instaladas, encontram-se no quadro 1 de maneira sucinta.

Quadro 1. Características de cada Zona

Zona	Ação antrópica	Vegetação	Coordenadas geográficas das armadilhas instaladas	
			Latitude	Longitude
Zona de Infraestrutura	Presença das edificações da Administração da UC	Predomínio de espécimes de porte arbóreo (secundário médio a avançado)	-5,056901°	-42,592701°
Zona de Uso Moderado	Uso direto de moderado impacto nos recursos naturais, além da realização de atividades de pesquisa e visitação de médio grau de intervenção	Predomínio de espécimes de porte arbóreo (secundário médio a avançado)	-5,050786°	-42,597689°
Zona de Diferentes Interesses Públicos	Infraestrutura da rede da linha de transmissão de energia elétrica	Predomínio de espécimes de porte herbáceo-arbustivo intercalado com de porte arbóreo (secundário inicial)	-5,045410°	-42,595618°

Para cada zona, como se observa pela figura 2, dispôs-se de cinco armadilhas de cada tipo: *pitfall* e adaptada. A armadilha *pitfall*, com base em Paiva (2009), consistiu da utilização de copo descartável de capacidade de 300ml, cuja borda enterrou-se até o nível do solo. A armadilha de queda adaptada, com base em Koller, Castro e Almeida (2017), consistiu de frascos coletores confeccionados a partir de garrafas de polímero termoplástico descartáveis de dois litros. A parte superior da garrafa, com formato de funil, foi destacada e, de forma invertida, fixada no topo da parte restante da garrafa, para servir como um funil. Em ambas as armadilhas, colocou-se prato plástico de 21 cm de diâmetro suspenso por peças de madeira com aproximadamente 15 cm. Também, em cada recipiente adicionou-se 100ml de álcool 70 % e 100ml de água.

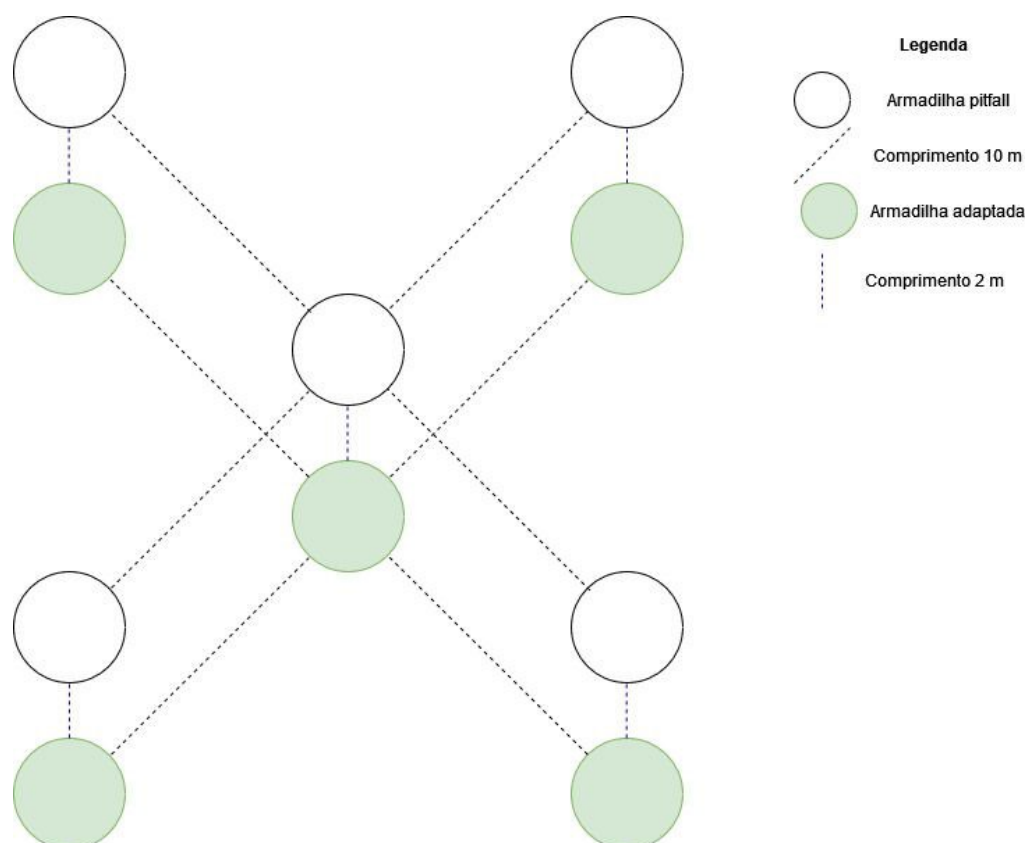


Figura 2. Desenho esquemático adaptado da disposição das armadilhas para cada setor

Para cada semestre, realizaram-se três coletas para abranger diferentes valores de precipitação pluviométrica, temperatura média compensada do ar e umidade média. No segundo semestre de 2021, as coletas ocorreram nas datas de 16, 25 e 30 de outubro. Enquanto, no primeiro semestre de 2022, nas datas de 19 e 26 de fevereiro e 5 de março. Para cada coleta, as armadilhas permaneceram em campo por 7 dias.

Os dados meteorológicos foram obtidos através da rede do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. A estação meteorológica do INMET da qual são originários os dados possui latitude e longitude respectivas de 5°2'20,16" S e 42°48'14,77" O e altitude de 75 m. Os dados meteorológicos da temperatura média do ar compensada semanal, da umidade média do ar semanal e da precipitação pluviométrica acumulada relativos aos períodos que as armadilhas permaneceram em campo encontram-se na tabela 1.

Tabela 1. Dados meteorológicos dos dois períodos de coleta

Período	Coletas	Temp. Média Comp. (°C)	Chuva em (mm)	Umidade Média (%)
1 ^a (Seco)	1 ^a	29,4	3,2	60
	2 ^a	29,1	5	63,5
	3 ^a	29	29,2	65,6
2 ^a (Chuvoso)	1 ^a	27,8	67,6	80,2
	2 ^a	27,1	65,8	78
	3 ^a	26,2	34,2	82,3

Tendo em vista que a premissa de homogeneidade das variâncias não foi atendida, as médias foram comparadas entre si pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney (comparação entre duas médias) ou Kruskal-Wallis (comparação entre mais de duas médias). Também, realizou-se correlação pelo método de Spearman entre o registro de ocorrência semanal

dos escarabeíneos e os dados semanais das variáveis meteorológicas. Para o cálculo das estatísticas, utilizou-se do software ASSISTAT versão 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS

Conforme tabela 2, registrou-se um total de 162 escarabeíneos ao longo deste trabalho. Sendo que todos foram obtidos durante o período chuvoso. A Zona de Infraestrutura foi em que se capturou um maior número de espécimes, 96, o que representa cerca de 59% do total, seguida pela de Uso Moderado, com 56, o que é o mesmo que 34% do todo de besouros, enquanto na de Diferentes Interesses Públicos registrou-se 10, o que representa 7% do total. Também, observa-se que houve a captura de um maior número de escarabeíneos, 143, o mesmo que 88% do total, por meio da armadilha *pitfall*, enquanto houve o registro de 19 espécimes, 12% do total, por meio da armadilha adaptada.

Tabela 2. Registro de ocorrência de Scarabaeinae em diferentes Zonas, armadilhas e períodos do ano

Subfamília	Zona de Infraestrutura				Zona de Uso Moderado				Zona de Diferentes Interesses Públicos				Total
	Seco		Chuvoso		Seco		Chuvoso		Seco		Chuvoso		
	Pitfall	Adaptada	Pitfall	Adaptada	Pitfall	Adaptada	Pitfall	Adaptada	Pitfall	Adaptada	Pitfall	Adaptada	
Scarabaeinae	0	0	89	7	0	0	44	12	0	0	10	0	162

A família Scarabaeidae é bastante específica quando se refere ao seu habitat. Cada espécie pode se relacionar a diversos fatores como o clima, o solo, o tipo de vegetação, entre outros. No estado do Piauí, já houve estudos com a presente família de insetos, por exemplo: em Teresina, Paiva (2009) obteve um maior número de besouros na área de capim Tanzânia, quando comparada à área de capim Andropogon com fragmento de Mata de Cocal; já Carvalho (2013), em Nazária, ao comparar três áreas diferentes – mata nativa, pastagem e pomar de goiaba –, concluiu que as modificações da composição vegetal provocadas pela implantação de sistemas agrícolas afetam a diversidade da fauna de espécies dessa família.

No presente estudo, de acordo com a tabela 3, as médias de escarabeíneos não diferiram entre si, dentro da estação climática e tipo de armadilha, entre as Zonas pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) ou Mann-Whitney ($p < 0,05$), este utilizado para comparar duas médias e aquele para comparar três médias. Também, as médias de escarabeíneos não diferiram entre si, dentro da estação climática e Zona, entre as armadilhas pelo teste de Mann-Whitney ($p < 0,05$). Provavelmente, os possíveis efeitos negativos provocados pelas ações antrópicas realizadas na Zona de Infraestrutura e a de Diferentes Interesses Públicos, no caso a presença de edificações e a instalação da infraestrutura da rede da linha de transmissão de energia elétrica respectivamente, não foram maiores que os efeitos da vegetação presente em todas as Zonas (mesmo que elas se encontram em estágios diferentes de regeneração: na Zona de Diferentes Interesses Públicos, estágio inicial; nas de Infraestrutura e de Uso Moderado, estágio médio a avançado), provocando assim o não favorecimento da diferenciação estatística entre elas.

Registra-se, ainda, que Derengoski *et al.* (2019) obtiveram a mesma eficiência (resultado igual a deste trabalho em qual não se obteve diferença significativa entre as armadilhas) na captura de besouros quando se utilizaram de armadilhas diferentes: provid e *pitfall*. Sendo a provid, também, uma armadilha adaptada e confeccionada de polímero termoplástico descartável, mesmo material que a armadilha adaptada utilizada neste estudo. Dessa maneira, as armadilhas adaptadas podem ser uma opção prática e econômica, além delas apresentarem eficiência semelhante aos métodos comumente utilizados.

Tabela 3. Média (desvio padrão) de escarabeíneos capturados por meio da armadilha pitfall e de queda adaptada em diferentes Zonas (ZI, ZM e ZP: Zona de Infraestrutura, Zona de Uso Moderado e Zona de Interesse Público respectivamente) na FLONA PALMARES, nas estações chuvosa e seca

	Respectivamente, na FLORESTA PLANTADA, nas estações chuvosa e seca					
	ZI	ZM	ZP	ZI	ZM	ZP
	Pitfall			Adaptada		
	Estação Seca					
Scarabaeinae	—	—	—	—	—	—
	Estação Chuvosa					
Scarabaeinae	29,67 (43,73)Aa	14,67 (7,23)Aa	3,33 (5,66)A	2,33 (1,53)Aa	4 (0)Aa	—

* Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, dentro da estação climática e tipo de armadilha, indicam diferença significativa entre Zonas diferentes pelo teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, dentro da estação climática e Zona, indicam diferença significativa entre armadilhas pelo teste de Mann-Whitney ($p < 0,05$).

Os besouros, conforme Gonçalves (2020), como todos os seres vivos estão sujeitos às forças da natureza, portanto há influência relevante de forma que pode inibir ou favorecer o desenvolvimento de determinada espécie. Dessa maneira, o estudo dos fatores temporais na flutuação populacional dos escarabeídeos se torna importante para a compreensão da variação que ocorre em sua população.

Para averiguação e compreensão dessa associação nas diferentes Zonas da FLONA Palmares, utilizando armadilhas diferentes, correlacionaram-se os registros de ocorrência dos escarabeídeos e os dados meteorológicos. De uma maneira geral, conforme tabela 4, quando significativo, os escarabeídeos associaram-se de maneira positiva com a precipitação pluviométrica e a umidade média. Tal tendência, também, Carvalho (2013) e Gonçalves (2020) observaram para a comunidade de escarabeíneos em Mata de Cocal, no município de Nazária e Teresina, ambos no Piauí, respectivamente. Não houve correlação significativa dos escarabeídeos com a temperatura média.

Tabela 4. Correlação entre os registros de escarabeíneos e os dados meteorológicos por Zona e por armadilha

Zona	Armadilha	Temp. Média (° C)		Precipitação pluviométrica (mm)		Umidade Média (%)	
		(r _s)	p- value	(r _s)	p- value	(r _s)	p- value
Uso Moderado	Pitfall	-0,76	ns	0,88	*	0,88	*
	Adaptada	-0,62	ns	0,62	ns	0,83	*
Diferentes Interesses Públicos	Pitfall	-0,78	ns	0,44	ns	0,54	ns
	Adaptada	—	—	—	—	—	—
Infraestrutura	Pitfall	-0,75	ns	0,88	*	0,87	*
	Adaptada	-0,78	ns	0,87	*	0,88	*

N = 6; GL = 4; * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$); ns não significativo ($p \geq 0,5$)

Como os besouros são animais pecilotérmicos, ou seja, não possuem sistema de termorregulação, a temperatura ambiente é um fator regulador de sua temperatura interna. Assim, Rodrigues (2004) considera que quando a temperatura ambiental é favorável, os insetos menores são beneficiados pela fácil troca de calor com o ambiente, tendo, também, atividade respiratória e circulatória mais eficientes, atividade metabólica mais intensa e maior capacidade de aproveitamento dos recursos alimentares. Provavelmente, a presença da vegetação proporcionou uma condição ambiental que favoreceu a não correlação com a temperatura em qualquer Zona deste estudo.

Rodrigues (2004) aponta que a porção de água contida no corpo dos insetos varia entre 70 a 90% e que essa variação depende do tipo de alimento que consomem e do ambiente em que vivem. A umidade relativa do ar está relacionada de forma direta com a exposição dos insetos ou seu resguardo, o baixo teor de umidade pode afetar a fisiologia, longevidade, desenvolvimento e oviposição dos insetos de acordo com Gullan e Cranston (2007). Gallo *et al.* (2002) descrevem que a faixa favorável para a maioria dos insetos para ter maior longevidade, fecundidade e velocidade de desenvolvimento varia entre 40 a 80%. No presente estudo, houve associação positiva entre os dados de registro do escarabeídeos e a umidade relativa do ar compensada.

A chuva pode interferir indiretamente nos insetos. Em estudo, na cidade de Ponta Grossa-Brasil, em áreas com diferentes graus de antropização e sucessão vegetal, Marinoni e Ganho (2003) verificaram que a sazonalidade dos insetos está relacionada à estação chuvosa, pois, há maior disponibilidade de recursos alimentares neste período, o que proporciona uma alta no pico da população. No presente estudo, ocorreu o registro somente de escarabeídeos na estação chuvosa. Também, houve associação positiva entre os dados de registro do escarabeídeos e a precipitação pluviométrica.

Diante do exposto, dada a importância que o escarabeídeos possuem, faz-se necessária a permanência deles na FLONA PALMARES, para tanto deve haver a manutenção das condições meteorológicas, bem como a conservação da vegetação que ocorre em seu interior.

CONCLUSÕES

- Não houve diferença estatística significativa entre as armadilhas *pitfall* e adaptada quanto à captura de escarabeídeos.
- Não houve diferença estatística significativa entre as Zonas de Infraestrutura, de Uso moderado e de Interesse Público da FLONA PALMARES quanto ao registro de escarabeídeos.
- A população de escarabeídeos mostra-se sazonal com um maior registro de espécimes no período chuvoso.
- De maneira geral, significativamente, os escarabeídeos associaram-se positivamente à precipitação pluviométrica e à umidade média.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, C. T. *et al.* **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Palmares**, 2022.
2. BARBOSA, L. G. **Análise de sistemas em Biogeografia: estudo diagnóstico da cobertura vegetal da Floresta Nacional de Palmares, Altos, Piauí/Brasil**. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 177 p., 2015.
3. CARVALHO, S.S. de. **Escarabeídeos (Coleoptera: Scarabaeidae) em Três Diferentes Usos de Solo no Município de Nazária, Piauí, Brasil**. Dissertação de Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal, Universidade Federal do Piauí, 73 p., 2013.
4. DERENGOSKI, J.A.; RUTHES, B.E.S.; ZANELATO, D.C.; TESSARO, D.. Metodologias de coleta na avaliação da comunidade epígea em fragmento floresta ciliar. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 2, 2019.
5. FAVILA, M.E.; HALFFTER, G. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 72, n. 72, p. 1-25, 1997.
6. FARIAS, R.R.S.; CASTRO, A.A.J.F. Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo Campo Maior, PI, Brasil. **Acta. Bot. Bras**, v. 18, n. 4., p. 949-963, 2004.
7. FRANÇA, F.M.; FERREIRA, J.; VAZ DE MELLO, F.Z.; MAIA, L.F; BERENGUER, E.; PALMEIRA, A.F.; FADINI R.; LOUZADA, J.; BRAGA, R.; OLIVEIRA, V. H.; BARLOW, J. El Niño impacts on human modified tropical forests: consequences for dung beetle diversity and associated ecological processes. **Biotropica**, v. 52, n. 2, p. 252–262, 2020.
8. GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, S.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920 p., 2002.
9. GONÇALVES, M. P. G. Os escaravelhos e o tempo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 4, p.553-562, 2020.
10. GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **Os Insetos: Um Resumo de Entomologia** Traduzido por Sonia Maria Marques Hoenen. São Paulo: Roca, 440 p., 2007.

11. HALFFTER, G.; MATTHEWS, E.G. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). **Folia Entomológica Mexicana**, n. 12-14, p. 1-312, 1966.
12. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira Série Manuais Técnicos em Geociências**. n. 1. Rio de Janeiro: Ed. IBGE, 91 p., 1992.
13. KOLLER, W. W.; CASTRO, L. C. S.; ALMEIDA, R. G. de. **Adaptações úteis em uma armadilha de queda**. Brasília, DF: Embrapa, 2017.
14. KOLLER, W.W.; GOMES, A.; FLECHTMANN, C.A.H.; RODRIGUES, S.R.; BIANCHIN, I.; HONER, M.R. et al. **Ocorrência e Sazonalidade de Besouros Copro/Necrófagos (Coleoptera; Scarabaeidae), em Massas Fecais de Bovinos, na Região de Cerrados do Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: EMBRAPA CNPQC, 1997.
15. LEAL, C. B. **Ecologia de girinos de *Corythomantis greeningi* (Anura: Hylidae) e microalgas em fitotelmos de troncos de árvores**. Tese de doutorado em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal do Ceará, 98 p., 2019.
16. MARINONI, R.C.; GANHO, N.G. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil: abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas malaise. **Rev. Bras. Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 737-744, 2003.
17. MEDEIROS, R. M.; CAVALCANTI, E. P.; DUARTE, J. M. Classificação climática de Koppen para o estado do Piauí- Brasil. **Revista Equador**, v. 9, nº 3, p.82 – 99, 2020.
18. PAIVA, D.R. **Escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae) Associados a Diferentes Sistemas de Manejo de Pastagens no Município de Teresina-PI**. Dissertação de Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal, Universidade Federal do Piauí, 56 p., 2009.
19. SANTOS FILHO, F.S.; ALMEIDA JR., E.B.; SOARES, C.J.R.S.; ZICKEL, C.S. Fisionomias das restingas do Delta do Parnaíba, Nordeste, Brasil. **Revta. Bras. Geog. Física**, v. 3, n. 3, p. 218-227, 2010.
20. RIGHI, C.A.; RODRIGUEZ, C.S.; FERREIRA, E.N.L.; GODOY, A.I.C. Microclimatic Conditions for Dung Beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) Occurrence: Land Use System as a Determining Factor. **Environmental Entomology**, v. 47, n. 6, p.1420-1430, 2018.
21. RODRIGUES, W.C. Fatores que influenciam no Desenvolvimento dos insetos. **Info Insetos**, v. 1, n. 4, p. 1-4, 2004.
22. SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.
23. SLADE, E.M.; MANN, D.J.; LEWIS, O.T. Biodiversity and ecosystem function of tropical forest dung beetles under contrasting logging regimes. **Biological Conservation**, v. 144, n. 1, p. 166-174, 2011.