



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

Northeast Geosciences Journal

v. 11, nº 1 (2025)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2025v11n1ID35322>



Impacto do fogo sobre a macrofauna edáfica em área de cerrado no município de São João do Sóter – MA

Impact of fire on edaphic macrofauna in a cerrado area in the municipality of São João do Sóter – MA

Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga¹; Márcia Verônica Pereira Gonçalves²; Camila Braga da Conceição³; Rodrigo de Souza Furtado⁴; Maira Rebeca de Alencar Costa Silva⁵; Luenne Vitória Silva Oliveira Melo⁶; Daniel da Silva Costa⁷; Cleilton Lima Franco⁸

¹ Doutora em Zootecnia, Departamento de Química e Biologia, Universidade Estadual do Maranhão, Caxias/MA, Brasil. Email: luidadaiana@hotmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5001-3297>

² Mestranda em Biodiversidade, Ambiente e Saúde, PPGBAS, Universidade Estadual do Maranhão, Caxias/MA, Brasil. Email: mv186343@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7805-1463>

³ Doutoranda em Entomologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG, Brasil. Email: camilabragabiologacx@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2028-7443>

⁴ Graduado em Ciências Biológicas Licenciatura, Departamento de Química e Biologia, Universidade Estadual do Maranhão, Caxias/MA, Brasil. Email: rodrigo.furtado11@hotmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5525-1972>

⁵ Mestranda em Ciências do Ambiente, Departamento, Universidade Federal do Tocantins, Palmas/TO, Brasil. Email: mairarebeca07@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0648-8022>

⁶ Graduada em Ciências Biológicas Licenciatura, Departamento de Química e Biologia, Universidade Estadual do Maranhão, Caxias/MA, Brasil. Email: luennevitória2@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4336-917X>

⁷ Mestrando em Biodiversidade, Ambiente e Saúde, PPGBAS, Universidade Estadual do Maranhão, Caxias/MA, Brasil. Email: djdanielcx@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0864-9229>

⁸ Doutorando em Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/JR, Brasil. Email: cleiltonubc@hotmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1827-773X>

Resumo: O estudo da macrofauna edáfica é utilizado no monitoramento de perturbações ambientais e de áreas degradadas. O fogo é um dos agentes com maior potencialidade de modificar drasticamente o ambiente e a paisagem, podendo gerar danos ambientais e econômicos. O trabalho tem como objetivo analisar o efeito do fogo sobre a comunidade da macrofauna edáfica em área de cerrado. O material foi coletado no período chuvoso (março de 2021) no Povoado Serra do Cajui município de São João do Sóter – Caxias MA. Para coleta dos espécimes utilizou-se armadilhas do tipo *pitfall*. Foram delimitados 15 pontos com distância de 450m entre si. Estes pontos foram demarcados em Área queimada (Área 1), pouco queimada (Área 2) e não queimada (Área 3). Foram encontrados um total de 3.876 indivíduos distribuídos em 11 ordens, sendo que foram encontradas 8 ordens na Área 1, 10 ordens na Área 2 e 9 ordens na Área 3. A Área 2 apresentou a maior abundância, sendo entre as três Áreas, a ordem Hymenoptera a mais abundante, dominante e frequente. A Área 1 apresentou o maior índice de Diversidade e Uniformidade e a Área 2 apresentou o maior índice de Riqueza. O estimador de riqueza sugere maior esforço amostral.

Palavras-chave: Abundância; Monitoramento; Fauna do solo.

Abstract: The study of soil macrofauna is used to monitor environmental disturbances and degraded areas. Fire is one of the agents with the greatest potential to drastically modify the environment and landscape, and can cause environmental and economic damage. The aim of the work is to analyze the effect of fire on the soil macrofauna community in a cerrado area. The material was collected in the rainy season (March 2021) in Povoado Serra do Cajui, municipality of São João do Sóter – Caxias MA. To collect the specimens, pitfall traps were used. 15 points were delimited with a distance of 450m from each other. These points were demarcated into burned area (Area 1), little burned area (Area 2) and unburned area (Area 3). A total of 3,876 individuals were found distributed across 11 orders, with 8 orders found in Area 1, 10 orders in Area 2 and 9 orders in Area 3. Area 2 presented the greatest abundance, and among the three Areas, the order Hymenoptera is the most abundant, dominant and frequent. Area 1 presented the highest Diversity and Uniformity index and Area 2 presented the highest Wealth index. The richness estimator suggests greater sampling effort.

Keywords: Abundance; Monitoring; Soil fauna.

Recebido: 15/02/2024; Aceito: 18/10/2024; Publicado: 24/01/2025.

1. Introdução

Os bioindicadores são organismos que possuem uma amplitude estreita a respeito de um ou mais fatores ecológicos, e quando presentes, podem indicar uma condição ambiental particular ou pré-estabelecida. Os insetos são os animais mais utilizados como bioindicadores ambientais, pois apresentam grande diversidade e sensibilidade às mudanças no ambiente (WINK *et al.*, 2005; BARETTA *et al.*, 2010). Na macrofauna invertebrada do solo estão os organismos mais conhecidos popularmente, como as minhocas, formigas, cupins, besouros, centopeias, piolhos de cobra, baratas, tesourinhas, grilos, gafanhotos, aranhas, opiliões, pseudoescorpiões, entre outros (Korasaki *et al.*, 2017).

Os invertebrados edáficos são importantes para os processos que estruturam os ecossistemas terrestres, sobretudo nos trópicos, pois apresentam sensibilidade às práticas de manejo do solo em diferentes graus de intensidade, relacionadas às mudanças de hábitat, de fornecimento de alimentos, criação de microambientes, competição intraespecífica e interespecífica, assim como aos impactos de origem antrópica e às propriedades ligadas ao agroecossistema, como clima, solo e vegetação (Terry *et al.*, 2015), o que os torna indicadores eficientes da qualidade do solo.

No Maranhão, as queimadas têm se difundido amplamente, atingindo todos os biomas, inclusive as áreas de proteção e conservação ambiental. O fogo é um dos agentes com maior potencialidade de modificar drasticamente o ambiente e a paisagem podendo gerar danos irreparáveis à flora e fauna, provocando prejuízos tanto do ponto de vista econômico, quanto ambiental (Silva *et al.*, 2017). Dessa maneira, a frequência do fogo é considerada um dos principais coeficientes que definem a abundância e a riqueza da biota no solo (Frizzo *et al.*, 2011).

Diante do exposto, estudos desenvolvidos com a macrofauna do solo sob efeito do fogo no Maranhão ainda são muito escassos, particularmente no município de São João do Sóter, no Povoado Serra do Cajuí. Realizar o levantamento da macrofauna edáfica nessa área tem como finalidade contribuir com o banco de dados de estudo. Tendo em vista a importância da conservação do solo e dos seres vivos que nele vivem, este trabalho se torna ainda mais relevante, pois promove embasamento sobre impactos, para fins de políticas públicas voltadas para as áreas de conservação ambiental. Sendo assim esse trabalho tem como objetivo analisar o efeito do fogo sobre a comunidade da macrofauna edáfica em área de cerrado no município de São João do Sóter - MA.

2. Metodologia

O estudo foi desenvolvido no município de São João do Sóter, no Povoado Serra do Cajuí (Figura 1), localizado à margem esquerda na MA-127 (-5,12073; -43,82683). A cidade de São João do Sóter está situada aproximadamente 58 km ao sul-oeste do município de Caxias- MA e 487 km da capital, é cortada pela MA-127, apresenta o território de 1.438,067 km², com a população estimada de 18.746 habitantes (IBGE, 2022).

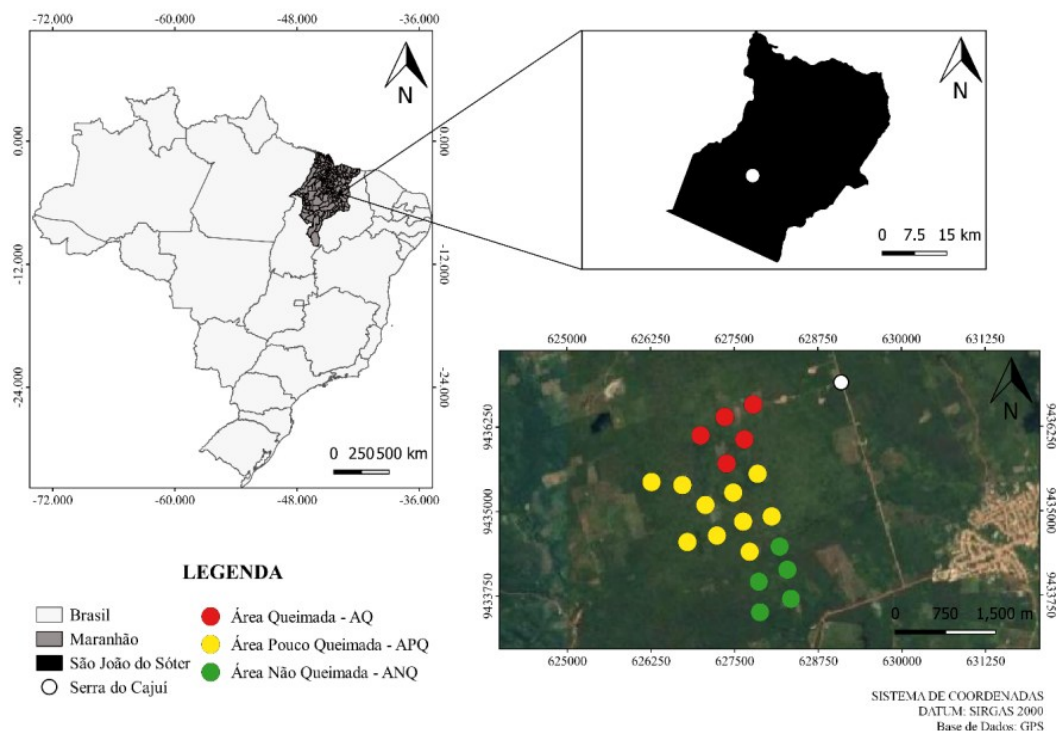


Figura 1 – Localização geográfica da área de estudo, ilustrando o mapa do Maranhão em destaque o município de São João do Sóter – MA e na imagem de Satélite o Povoado Serra do Cajui. Pontos de distribuição das armadilhas nas áreas queimadas, pouco queimadas e não queimadas (vermelho, amarelo e verde, respectivamente).

Fonte: Conceição (2022).

A região de São João do Sóter, apresenta duas estações climáticas bem definidas no ano, a chuvosa entre os meses de novembro a abril, com maiores picos em março e outra seca, com período de estiagem entre os meses de maio e outubro (Vieira et al., 2017). Nesta localidade concentra-se áreas florestais que acumulam inestimável biodiversidade, pertencente ao domínio fitogeográfico Cerrado, em ambientes antropizados e ocorrência de vegetação secundária de mata de cocais (Veloze et al., 2019; Silva et al., 2017).

As áreas de cerrado apresentam diferentes fitofisionomias sendo a Área 1 (Figura 2A) deste estudo caracterizada por um ambiente que sofre com queimadas, basicamente sem uma estrutura densa de vegetação, apenas pequenas brotações que se relaciona ao período de coleta, que ocorreu durante o período chuvoso, a Área 2 (Figura 2B) caracteriza-se por ser uma Área em sucessão ecológica, com constantes brotações e uma vegetação mais densa.

A Área 3 (Figura 2C) é caracterizada por uma paisagem dominante tratando-se basicamente, de um corpo vegetacional com significativa expressão dada por árvores e arbustos, entremeados por subarbustos e cipós, a vegetação rasteira é menos densa do que nos campos, provavelmente devido ao seu dossel mais compacto (Malheiros, 2016). A identificação das Áreas foi feita a partir da observação local da vegetação, diagnóstico de queima, cobertura do solo e composição florística, de acordo com a avaliação do número de focos de queimadas nos últimos dez anos por imagem de satélite (INPE, 2020).

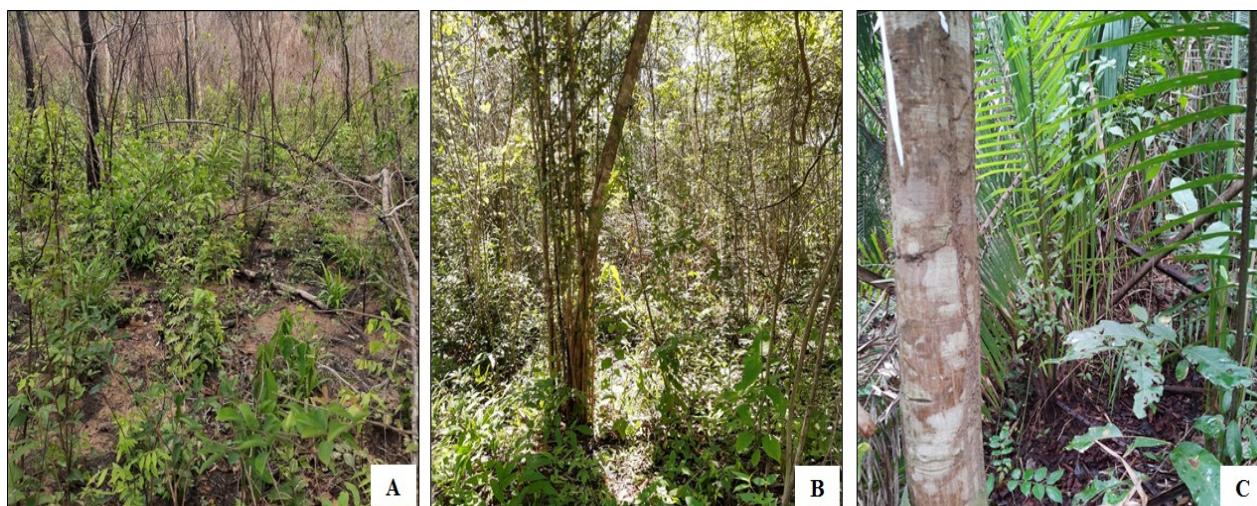


Figura 2: Áreas de coletas no povoado Serra do Cajui, São João do Sóter- MA em março de 2021. A) Área queimada. B) Área pouco queimada. C) Área não queimada.

Fonte: Conceição (2022).

O material analisado está disponível no Laboratório da Fauna do Solo (LAFS) no Centro de Estudos Superiores de Caxias (CESC) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) coletado no período chuvoso (março de 2021). Para a coleta dos espécimes, foi solicitado a autorização legal de número 583781 do ICMBio/IBAMA. Foram delimitados 15 pontos com distância de 450m entre si. Estes pontos foram demarcados em Área queimada (Área 1), pouco queimada (Área 2) e não queimada (Área 3), sendo os pontos P1 a P5 em Área Queimada, P6 a P10 em Área Pouco Queimada e P11 a P15 em Área Não Queimada.

No local de cada ponto amostral, foram distribuídas cinco armadilhas, do tipo *pitfall*, distantes entre si 20m, totalizando 75 armadilhas. As armadilhas do tipo *pitfall* consistem em copos plásticos descartáveis (300 ml) enterrados com a abertura até o nível do solo, em cada recipiente foi adicionado água e detergente a uma concentração de 5% (Araújo, 2010), a fim de quebrar a tensão superficial da água e evitar que os indivíduos escapem.

As armadilhas permaneceram no campo durante 48 horas, após este período as amostras foram coletadas e armazenadas no LAFS (Laboratório de Fauna do Solo) localizado no CESC - UEMA em potes etiquetados contendo álcool 70%, para conservar esse material para a contagem e identificação a nível de ordem de acordo com a chave de identificação proposta por Triplehorn e Jonnson (2011), com o auxílio de lupa, pinça entomológica e estereomicroscópio modelo Stemi DV4 ZEISS.

Para as análises estatísticas, inicialmente foi produzido um banco de dados no Software Microsoft Excel. Esses dados dos invertebrados da macrofauna do solo foram submetidos à análise faunística com base nos índices de frequência, constância e dominância selecionando as ordens predominantes, ou seja, aquelas que apresentam maiores índices faunísticos (SILVEIRA-NETO *et al.*, 1976). Foram realizadas também análises de riqueza estimada, os índices de diversidade de Shannon - Weaner (H'), equabilidade de Pielou (e) e riqueza de Margalef foram feitas no programa ANAFAU (MORAES *et al.*, 2003). A análise de riqueza foi feita no programa EstimateS (*Statistical Estimation of Species Richness and Share Species from Samples*) versão 9.1.0 (COLWELL, 2004).

3. Resultados e discussão

Dentre os resultados encontrados tem-se um total de 3.876 indivíduos coletados distribuídos em 11 ordens (Coleoptera, Araneae, Diptera, Orthoptera, Isoptera, Diplopoda, Blattaria, Hemiptera, Hymenoptera, Pseudoscorpiones e Mantodea). Para Área 1 (queimada) foram encontrados 855 indivíduos distribuídos em oito ordens, para Área 2 (pouco queimada) foram encontrados 2276 indivíduos distribuídos em dez ordens e para Área 3 (não queimada) foram encontrados 742 indivíduos distribuídos em nove ordens (Tabela 1).

Para a Área 1 (queimada) a ordem Hymenoptera com 554 indivíduos (64,79%) foi considerada abundante, super dominante, super frequente e acessória. Coleoptera com 115 indivíduos (13,45%), e Diptera com 109 indivíduos (12,74%) foram consideradas muito abundantes, dominantes, muito frequentes e acessórias de acordo com os resultados amostrados.

Para a Área 2 (pouco queimada) as ordens Hymenoptera com 1582 indivíduos (69,5%), Diptera com 364 indivíduos (15,9%) e Coleoptera com 215 indivíduos (9,4%), foram consideradas super abundantes, super dominantes, super frequentes e constantes, respectivamente.

Para a Área 3 (não queimada) as ordens Hymenoptera com 300 indivíduos (40,4 %), e Diptera com 213 indivíduos (28,7%) foram consideradas muito abundantes, dominantes, muito frequentes e constantes. Coleoptera com 174 indivíduos (23,4%) foi considerada abundante, dominante, muito frequente e constante. O grupo Mantodea foi exclusivo para esta área.

A ordem Hymenoptera foi considerada super abundante, sendo para a Área 1, 2 e 3 o maior número de indivíduos coletados. Esses resultados estão de acordo com Kitamura *et al.* (2008) os quais afirmam que o grupo Hymenoptera (formigas) são indicadores de estresse, porque colonizam áreas, quando estas, não apresentam condições adequadas de sobrevivência. Em outros trabalhos em diferentes biomas como Caatinga e Mata Atlântica, por exemplo, também mostram que o grupo Hymenoptera é o mais dominante (MACHADO *et al.*, 2015).

Esse grupo é considerado de alta riqueza de espécies, por possuírem táxons especializados, pela grande sensibilidade em perceber alterações ambientais e serem relativamente fáceis de coletar (SOUZA *et al.*, 2019). Na pirâmide de fluxo de energia, os himenópteros (formigas) possuem uma importante atuação, tendo em vista que agem na ciclagem de nutrientes e no controle da população de outros invertebrados, por meio do predatismo; as formigas estão entre as maiores predadoras de outros insetos, além de atuarem como dispersoras de sementes (ALMEIDA *et al.*, 2015).

As queimadas removem a biomassa acima do solo e favorece na abertura do dossel e a composição de gramíneas. Dessa maneira a vegetação exposta à luz e temperatura (VEIGA *et al.*, 2015), favorece no desenvolvimento das colônias de formigas (ALMEIDA *et al.*, 2007) e fornecem nichos essenciais para a nidificação de formigas, podendo ser de grande valor como substituto de nicho para a diversidade local (LASSAU E HOCHULI, 2004). Já que algumas espécies de formigas estão diretamente ligadas a locais degradados.

A ordem Coleoptera foi amostrado em todos os ambientes, provavelmente por ser um táxon altamente adaptável a condições de solo, vegetação e sazonalidade. Representantes desse táxon, os besouros, têm alto potencial de fornecer serviços ecológicos valiosos nos ecossistemas terrestres, consomem invertebrados considerados “pragas” para plantações, e também se nutrem de sementes de plantas daninhas, promovendo o equilíbrio ecológico num determinado ambiente (KULKARNI *et al.*, 2017).

Pode-se destacar a maior abundância da ordem Coleoptera nas Áreas 2 e 3, nesse contexto, Kulkarni *et al.* (2017) cita alguns elementos que condicionam a adaptabilidade dos besouros a diferentes ambientes, como a estrutura do dossel das plantas, a densidade da vegetação e os fatores abióticos: temperatura, umidade e luminosidade. Esses elementos influenciam tanto na seleção de habitats pelos besouros como na distribuição desse grupo nos diferentes perfis de solo.

Chávez-Suárez *et al.* (2016), afirmam que a ordem Coleoptera é importante, pois participam da trituração de resíduos vegetais, sendo considerado um indicador de acúmulo de biomassa e de matéria orgânica. Considerando os fatores mencionados podemos destacar aqueles que podem ter influenciado nos registros dessa ordem para esses ambientes, como umidade, densidade da vegetação e quantidade de matéria orgânica.

Um outro grupo super dominante para Área 2 foi Diptera, quanto a isso, Bartrons *et al.* (2018) afirmaram que a ordem Diptera aumenta a fertilidade dos solos, melhora a formação pedológica e atua como catalisadora do crescimento de plantas, alterando a estequiometria dessas plantas, em suas fases iniciais de desenvolvimento. Isso ocorre principalmente, devido à presença desses indivíduos em uma determinada área influenciar a composição alimentar e a concentração de táxons edáficos específicos. Tais aspectos condicionaram a presença desse táxon em ambientes antrópicos, e em ambientes naturais (LIMA *et al.*, 2020).

A maior ocorrência de indivíduos da ordem Orthoptera nas Áreas 1 e 2 pode estar relacionada com as constantes alterações provocadas pelos humanos no local, como as práticas agrícolas e a interferência do fogo. Além disso, a Área 1 é considerada a mais antropizada, quando comparada a Área 2 que sofre menos com alterações ambientais. É interessante destacar que, de acordo com Nunes-Gutjahr e Braga (2010) algumas espécies de gafanhotos são encontradas mais comumente em áreas antropizadas ou com intensas brotações.

No grupo Diplopoda o maior número de indivíduos foi coletado na Área 3 isso indica que nos ambientes mais preservados, a cobertura vegetal proporciona maior acúmulo de serapilheira em decomposição, aumentando a população de fungos, que servem de alimento para o grupo Diplopoda (COSTA NETO, 2007).

Tabela 1 – Relação dos grupos taxonômicos encontrados para Área 1 (queimada), Área 2 (pouco queimada) e Área 3 (não queimada). Programa ANAFAU: NI= número de indivíduos; NC= número de coletas; D= Dominância – (SD) super dominante; (D) dominante; (ND) não dominante. A= Abundância – (sa) super abundante; (ma) muito abundante; (c) comum; (d) dispersa. F= Frequência – (SF) super frequente; (MF) muito frequente; (F) frequente; (PF) pouco frequente. C= Constância – (W) constante; (Y) acessória; (Z) accidental.

Ordens	Área 1							Área 2							Área 3						
	NI	%	NC	A	D	F	C	NI	%	NC	A	D	F	C	NI	%	NC	A	D	F	C
Araneae	27	3,15	5	c	D	F	Y	35	1,53	5	a	D	MF	W	15	2,02	5	c	D	F	W
Blattaria	7	0,81	4	c	D	F	Y	10	0,43	3	c	D	F	Y	2	0,26	1	d	ND	PF	Z
Coleoptera	115	13,45	5	ma	D	MF	Y	215	9,44	5	sa	SD	SF	W	174	23,45	5	a	D	MF	W
Diplopoda	6	0,70	4	d	D	PF	Y	5	0,21	3	c	ND	F	Y	9	1,21	4	c	D	F	Y
Diptera	109	12,74	5	ma	D	MF	Y	364	15,99	5	sa	SD	SF	W	213	28,70	5	ma	D	MF	W
Hemiptera	554	64,79	5	a	SD	SF	Y	1582	69,5	5	sa	SD	SF	W	300	40,43	5	ma	D	MF	W
Hemiptera	-	-	-	-	-	-	-	8	0,35	4	c	D	F	Y	5	0,67	3	d	ND	PF	Y
Isoptera	1	0,11	1	d	ND	PF	Z	1	0,04	1	d	ND	PF	Z	-	-	-	-	-	-	-
Mantodea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,13	1	d	ND	PF	Z
Orthoptera	36	4,21	5	c	D	F	Y	55	2,41	5	ma	D	MF	W	23	3,09	4	c	D	F	Y
Pseudoscorpiones	-	-	-	-	-	-	-	1	0,04	1	d	ND	PF	Z	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	855	100						2276	100						742	100					

Fonte: Autores (2021).

A ordem Hemiptera foi registrada apenas para as Áreas 2 e 3 esse registro se deve ao fato de na área haver plantações, e alguns representantes da ordem estão intimamente relacionados a estes ambientes. Isso ocorre por eles apresentarem preferência por zonas de crescimento do vegetal, como as brotações, folhas novas e botões florais, onde os mesmos sugam continuamente a seiva das plantas, podendo até causar a morte pelo enfraquecimento generalizado (RAFAEL *et al.*, 2012; MARTINS, *et al.*, 2021).

A ordem Araneae foi considerada dominante para a Área 3, porém estando presente em todos os ambientes, tanto os naturais como os antrópicos, provavelmente por ser um grupo de predadores generalistas, que se alimentam de diversos tipos de presas. As aranhas são importantes pois participam da manutenção das redes alimentares, geralmente em diferentes ambientes, e consomem presas de várias cadeias alimentares e viabilizam o transporte de energia na biota do solo (PERKINS *et al.*, 2018; MURPHY *et al.*, 2020).

3.1 Índice de Riqueza (Margalef), Diversidade de Shannon (H') e Equabilidade de Pielou (e)

A riqueza de Margalef, diversidade de Shannon (H') e equabilidade de Pielou (e) das ordens encontradas na Área 1, Área 2 e Área 3, estão representadas na Tabela 2. Na Área 1, o índice de riqueza de Margalef foi de (I= 1,05), de Shannon foi (H'= 1,39) e Pielou (e=0,71). Na Área 2 o índice de riqueza de Margalef foi de (I= 1,26), de Shannon foi (H'= 1,33) e Pielou (e=0,68), e na Área 3 o índice de riqueza de Margalef foi de (I= 1,21), de Shannon foi (H'= 1,36) e Pielou (e=0,62).

Tabela 2 – Índices de riqueza (Margalef), diversidade (Shannon-Wiener H') e equabilidade (Pielou) na Área 1 (queimada), Área 2 (pouco queimada) e Área 3 (não queimada). Serra do Cajui – São João do Sóter.

Áreas	Índice de riqueza (Margalef)	Diversidade de Shannon (h')	Equabilidade de Pielou (e)
1 (Queimada)	1,05	1,39	0,71
2 (Pouco queimada)	1,26	1,33	0,68
3 (Não queimada)	1,21	1,36	0,62

Fonte: Autores (2021).

De forma geral foi observado que a Área 1 apresentou os maiores Índices de diversidade e uniformidade, porém observou-se o menor índice de riqueza para esta Área, os grupos encontrados neste ambiente nos mostram que alguns grupos podem colonizar áreas mesmo quando elas não possuem características ótimas para o seu desenvolvimento, indicando estresse.

O menor índice de diversidade para Área 2 pode estar relacionado com a super abundância de Hymenoptera em comparação com as outras duas Áreas, o que pode ter influenciado diretamente no menor índice de diversidade para essa Área. Begon *et al.* (1996), consideram que os menores valores representam a maior dominância de um grupo em relação aos demais. Dessa forma, os maiores índices de diversidade para a Área 1 e 3, pode estar relacionado com a maior distribuição dos grupos encontrados nessas áreas.

O maior índice de riqueza foi observado na Área 2 que apresenta uma área em sucessão ecológica com uma quantidade considerável de material vegetal no solo, além de brotações que servem de alimento para vários grupos amostrados nesta área, como os coleópteros que são indicadores de matéria orgânica e acúmulo de biomassa (CHÁVEZ-SUÁREZ *et al.*, 2016). As variáveis climáticas podem atuar como filtros ambientais e pode ter interferido negativamente na riqueza devido ao período da amostragem deste estudo (SILVA, 2020).

3.2 Riqueza estimada (S) e Índice de riqueza

A riqueza observada para a Área 1 foi 8, Área 2 foi 10 e Área 3 foram 9 ordens. A riqueza obtida pelo estimador na Área 1 foi de 9, Área 2 foi 12 e Área 3 foi 11 para Jackknife 1.

Tabela 3 – Estimador e Índice de riqueza na Área 1 (queimada), Área 2 (pouco queimada) e Área 3 (não queimada). Serra do Cajui – São João do Sóter.

Estimador e índice de riqueza	Área 1	Área 2	Área 3
Riqueza observada	8	10	9
Jackknife 1	9	12	11

Fonte: Autores (2021).

Na tabela 3 foi obtido a riqueza observada e a riqueza estimada, em que podemos destacar que a variável *Jackknife 1* apresentou resultados superiores aos observados, sugerindo um maior esforço amostral para que a curva atinja a assíntota, já que esta demonstra-se ainda em crescimento. Embora o sucesso de captura esteja correlacionado com o esforço de amostragem, fatores intrínsecos do local de estudo podem influenciar na obtenção dos registros (SRBEK-ARAUJO; CHIARELO, 2007), como o tipo de Área e quantidade de serrapilheira por exemplo, diante disso sugere-se mais coletas

para obtenção de um melhor resultado, visto que esses grupos são muito diversos tanto em diferentes espécies como em habitats.

Segundo Colwell (2004), os estimadores se tornam mais precisos de acordo com o aumento do número de coletas, pois consequentemente terá uma maior amostragem. Em estudos divididos em amostras com grupos de animais que apresentam muitas espécies, como artrópodes, a diversidade tem como melhor opção de ser avaliada através dos estimadores de riqueza (DIAS, 2004). Sendo toda informação de riqueza e diversidade essencial para subsidiar políticas de conservação (CODDINGTON *et al.*, 1991).

4. Considerações finais

Para as três Áreas estudadas foram encontradas 11 ordens, sendo que para Área 1 foram encontradas 8 ordens, para Área 2 foram encontradas 10 ordens e para Área 3 foram encontradas 9 ordens.

A Área 2 apresentou a maior abundância da macrofauna edáfica. Para as três Áreas a ordem Hymenoptera foi considerada a mais abundante, dominante e frequente. A Área 1 apresentou o maior índice de Diversidade e Uniformidade e a Área 2 apresentou o maior índice de riqueza. O estimador de riqueza sugere maior esforço amostral.

A realização deste trabalho é o ponto de partida para a elaboração de projetos que visem conservação e a integridade do solo, visto a sua importância; mais trabalhos como esse devem ser realizados para ampliar o banco de dados a cerca desse tema, além de servir como subsídio para o conhecimento da biodiversidade das mais diversas áreas, bem como a elaboração e a análise de pesquisas científicas.

Agradecimentos

À Universidade Estadual do Maranhão-UEMA e a toda a Equipe do Laboratório de Fauna do Solo –LAFS por colaborar com a execução da pesquisa.

Referências

- ALMEIDA, F. S.; QUEIROZ, J. M.; MAYHÉ-NUNES, A. J. Distribuição e abundância de ninhos de *Solenopsis invicta* Buren (Hymenoptera: Formicidae) em um agroecossistema diversificado sob manejo orgânico. *Floresta e Ambiente*, v. 14, n. 1, p. 33-43. 2007.
- ALMEIDA, M.; SOUTO, J. S.; ANDRADE, A. P. Sazonalidade da macrofauna edáfica do Curimataú da Paraíba, Brasil. *Revista Ambiente*, v. 11, n. 2, p. 393-407. 2015.
- BARETTA, D.; BROWN, G.G. & CARDOSO, E.J.B.N. Potencial da macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores de qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. *Acta Zool. Mex.*, 2:135-150, 2010.
- BARTONS, M.; SARDANS, J.; HOEKMAN, D.; PENUELAS, J. Trophic transfer from aquatic to terrestrial ecosystems: a test of the biogeochemical niche hypothesis. *Ecosphere*, v. 9, n. 7, p. 1-13, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/ecs2.2338>
- BEGON, M.; TOWNSEND, COLIN, R.; HARPER, J. L. *Ecology: individuals, populations and communities*. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, p. 1068. 1996.
- CHÁVEZ-SUÁREZ, L.; LABRADA-HERNÁNDEZ, Y.; ÁLVAREZ-FONSECA, A. Macrofauna del suelo en ecosistemas ganaderos de montaña en Guisa, Granma, Cuba. *Pastos y Forrajes*, v. 39, n. 3, p. 111-115, 2016.
- CODDINGTON, J. A.; C. E. GRISWOLD; D. SILVA D.; E. PEÑARANDA, S. F. LARCHER. Designing and testing sampling protocols to estimate biodiversity in tropical ecosystems, p. 44-60 In: Dudley, E. C. (ed.) *The unity of evolutionary biology: proceedings of the fourth International Congress of Systematic and Evolutionary Biology*. Portland, Dioscorides Press, p. 231. 1991.
- COLWELL, R. K. *User's guide to EstimateS statistical. Estimation of species richness and shared species from samples*. Version 7.0.0. Copyright 1994-2004. 2004. Disponível em: <http://viceroy.ceb.uconn.edu/estimates> Acessado em: 12/05/2022.

- COSTA NETO, E. M. The perception of diplopoda (Arthropoda, Myriapoda) by the inhabitants of the county of Pedra Branca, Santa Teresinha, Bahia, Brazil. *Acta Biológica Colombiana*, v. 12, p. 123-134, 2007.
- DIAS, S. C. Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação. *Acta Scientiarum Biological Sciences*. v. 26, p. 373-379. 2004.
- FRIZZO, T. L. M.; BONIZÁRIO, C.; BORGES, M. P.; VASCONCELOS, H. L. Revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do Brasil. *Oecologia Australis*, v. 15, p. 365-379. 2011.
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios Florestais*. (2020). Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. *Brasil, Maranhão, São João do Sóter*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-joao-dosoter/panorama>> Acesso em: 14 de jun. de 2022.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. *BRASIL, Maranhão, São João do Sóter*. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/ptbr/search?SearchableText=sao%20joao%20do%20soter%20ma%20focos%20de%20queimadas> . Acesso em 20 de jan de 2021.
- KITAMURA, A. E.; ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S.; GONZALEZ, A. P. Recuperação de um solo degradado com a aplicação de adubos verdes e lodo de esgoto. *Revista Brasileira Ciências do Solo*, v. 32, p. 05-416, 2008.
- KORASAKI, V.; SOUZA, R.; JUNIOR, E. O. C.; FRANÇA, F.; AUDINO, L. D.; Macrofauna. *Conhecendo a vida do solo*. Lavras, MG: Editora UFLA, p. 32. 2017.
- KULKARNIA, S. S.; DOSDALLA, L. M.; SPENCEB, J. R.; WILLENBORG, C. J. Field density and distribution of weeds are associated with spatial dynamics of omnivorous ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 236, p. 134-141, 2017.
- LASSAU, S. A.; HOCHULI, D. F. Effects of habitat complex on ant assemblages. *Ecografia*, v. 27, p. 157-164. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2004.03675.x>
- LIMA, C. S.; DALZUCHIO, M. S.; SILVA, E. F.; PÉRICO, E. Macrofauna edáfica e sua relação com sazonalidade em sistema de uso do solo, bioma cerrado. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v. 11, n. 2, p. 1-13, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.002.0001>
- MACHADO, D. L. Fauna edáfica na dinâmica sucessional da Mata Atlântica em floresta estacional semidecidual na Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 91-106, 2015.
- MALHEIROS, R. A influência da sazonalidade na dinâmica da vida no bioma Cerrado. *Revista Brasileira de Climatologia. Ministério do Meio Ambiente. Biomas*, v. 12, p. 19 –113 2016. Disponível em< <https://mma.gov.br/biomas.html>> Acesso em: 14 de out. de 2021.
- MARTINS, A. E. S.; SILVA, M. J. R.; RODRIGUES, J. C.; SILVA, M. R. A. C.; GONÇALVES, M. V. P.; FORMIGA, L. D. A. S.; FRANCO, C. L. Levantamento da Mirmecofauna em Fragmentos de uma Área de Proteção Ambiental em Caxias, Maranhão- Brasil. *Rev. Geociências Nordeste, Caicó*, v.7, n.1, p. 30-37, 2021.
- MORAES, R.C.B. Software para análise faunística - ANAFAU. In: *simpósio de controle biológico*. São Pedro, SP. Resumos. Piracicaba: ESALQ/USP, p. 195. 2003.
- MURPHY, S. M.; LEWIS, D.; WIMP, G. M. Predator population size structure alters consumption of prey from epigeic and grazing food webs. *Oecologia*, v. 192, p. 791-799, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00442-020-04619-7>
- NUNES-GUTJAHR, A. L.; BRAGA, C. E. Similaridade entre amostras da Acridofauna (Orthoptera: Acrididae) em quatro áreas ao longo da Estrada Santarém-Cuiabá (BR-163), Pará, Brasil. *Revista Nordestina de Zoologia*, v. 4, p. 118-130, 2010.

- PERKINS, M. J.; INGER, R.; BEARHOP, S.; SANDERS, D. Multichannel feeding by spider functional groups is driven by feeding strategies and resource availability. *Oikos*, v. 127, p. 23-33, 2018. DOI: <https://doi-org.ez316.periodicos.capes.gov.br/10.1111/oik.04500>
- RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. CASSARI, S. A. CONSTANTINO, R. *Insetos do Brasil – Diversidade e taxonomia*. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, p. 810. 2012.
- SILVA, G. S.; SILVA, D. L. S.; OLIVEIRA, R. R.; Silva, M. L. A.; CONCEIÇÃO, G. M. Licófitas e Samambaias no Cerrado do Leste do Maranhão, Brasil. Pteridoflora do Cerrado Maranhense. *Acta Brasiliensis*, v. 1, n. 2, p. 13-16. 2017. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/ActaBra>
- SILVA, V. F. *Padrões e processos ecológicos relacionados à montagem de comunidades no semiárido tropical brasileiro*. 2020. 102 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D.; NOVA, N. A. V. *Manual de ecologia dos insetos*. São Paulo, SP: Ceres, p. 419. 1976.
- SOUZA, M. A.; MEDEIROS, A. S.; FREITAS, R. C. S. F.; DANTAS, D. M.; COSTA, J. G. B. Impacto do desmatamento e uso do fogo na mesofauna do solo. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 2, p. 1901-1906. 2019.
- SRBECK-ARAUJO, A. C.; CHIARELLO, A. G. Armadilhas fotográficas na amostragem de mamíferos: considerações metodológicas e comparação de equipamentos. *Revista brasileira de zoologia*. 2007.
- TERRY, I. M. F.; L. C. GONZÁLEZ; M. F. GALLARDO; N. C. CAIRO; N. R. ACOSTA, R. M. PRADO. Macrofauna del suelo em cuatro fincas en conversión hacia la producción agroecológica em el municipio Cruces, Cuba. *Centro Agrícola*, v. 42, n. 2, p. 43-52. 2015.
- TRIPLEHORN, CHARLES A.; JONNISON, NORMAN F. *Estudos dos insetos*. 7.ed. Cengage Learning, p. 766. 2016.
- VEIGA, J. B., SANTOS, R. C., LOPES, M. P. M., SILVA, R. R., SILVA, A. C. S., OLIVEIRA, A. S. Avaliação rápida da riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de floresta ombrófila na região de Alta Floresta, MT. *Revista de Ciências Agroambientais*, v. 13, n. 2, p. 13-18. 2015.
- VELOZO, C.O., GOMES, G. S.; SILVA, G. S., SILVA, M. L. A., CONCEIÇÃO, G. M. Educação e Análise da Conservação Ambiental da Área de Proteção Permanente (App) do Município de São João do Sóter, Maranhão, Brasil. *Revista Práticas em Extensão*, v. 03, p. 08-18. 2019.
- VIEIRA, H. C. A.; OLIVEIRA, R. R.; SILVA, M. L. A.; SILVA, D. L. S., CONCEIÇÃO, G. M.; OLIVEIRA, H. C. Briófitas de ocorrências em São João do Sóter, Maranhão, Brasil. *Acta Brasiliensis*, v. 1, n. 2, p. 8-12. 2017.
- WINK, C.; GUEDES, J.; FACUNDES, C.; ROVEDDER, A. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 4, n. 1, p. 60-71, 2005.