



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

*Northeast Geosciences Journal*

v. 10, nº 2 (2024)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2024v10n2ID36092>



## Estudo da Macrofauna Edáfica em Área de Proteção Ambiental do Inhamum, Caxias-Maranhão

### *Study of Edaphic Macrofauna in Environmental Protection Area of Inhamum, Caxias-Maranhão*

Jaqueline Oliveira Moreira<sup>1</sup>; Luiza Daiana Araújo da Silva Formiga<sup>2</sup>; Alana Ellen de Sousa Martins<sup>3</sup>; Francilene Oliveira Lima<sup>4</sup>; Judson Chaves Rodrigues<sup>5</sup>; Francisco Ideilson Lima Soares<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Departamento de Química e Biologia, Caxias/MA, Brasil. Email: jakelinne.oliveira07@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1955-0275>

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Departamento de Química e Biologia, Caxias/MA, Brasil. Email: luizadaiana@hotmail.com

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

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Departamento de Química e Biologia, Caxias/MA, Brasil. Email: a.lanasousa2009@hotmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3543-8972>

<sup>4</sup> Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Departamento de Química e Biologia, Caxias/MA, Brasil. Email: fran.oliveira353@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9256-2462>

<sup>5</sup> Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Departamento de Química e Biologia, Caxias/MA, Brasil. Email: judsoom.rodriguesz@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9236-2508>

<sup>6</sup> Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Departamento de Química e Biologia, Caxias/MA, Brasil. Email: idesoares\_lima@hotmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6655-9048>

**Resumo:** A macrofauna compreende organismos com tamanho entre 2 a 10 mm, sendo representada por mais de 20 grupos taxonômicos. Apresentam vasta sensibilidade às mudanças ambientais. No entanto estudar ambientes diferentes, permite perceber as ações antrópicas realizadas no ambiente natural. O estudo teve como objetivo realizar um levantamento da macrofauna edáfica em dois fragmentos ambiental na Área de Proteção Ambiental do Inhamum, Caxias-MA. Foram escolhidas duas áreas experimentais: Mata de Galeria sendo demarcada como Área I e Cerrado *sensu stricto* demarcada como Área II. Para captura da macrofauna edáfica, foram distribuídas armadilhas Provid. Foram contabilizados 19.993 indivíduos. As ordens mais abundantes da macrofauna foram Hymenoptera, Coleoptera e Diptera para as duas áreas de estudo.

**Palavras-chave:** Abundância; Bioindicador; Dominância; Macrofauna; Riqueza

**Abstract:** The soil macrofauna comprises organisms ranging from 2 to 10 mm in size, being represented by more than 20 taxonomic groups. These organisms are highly sensitive to environmental changes. Therefore, assessing their composition in different regions allows us to understand the influence of anthropic actions on natural environments. This study aimed to survey the soil macrofauna in two environmental fragments of the Inhamum Environmental Protection Area, Caxias, MA, Brazil. The following two experimental areas were chosen: gallery forest (Area I) and Cerrado *sensu stricto* (Area II). Provid traps were used to capture soil macrofaunal organisms. A total of 19,993 individuals were recorded. The most abundant orders of macrofauna in both areas were Hymenoptera, Coleoptera, and Diptera.

**Keywords:** Abundance; Bioindicator; Dominance; Macrofauna; Richnes.

Recebido: 25/04/2024; Aceito: 20/05/2024; Publicado: 24/09/2024.

## 1. Introdução

O solo, além de ser um substrato para desenvolvimento das plantas e produção de alimentos, também é considerado um organismo vivo, pois abriga milhares de animais e micro-organismos. Por estarem no solo, estes animais são chamados de fauna edáfica, a qual inclui milhares de espécies de organismos invertebrados com diferentes tamanhos, que vão de micrômetros, como a microfauna, até metros, como a macrofauna, apresentando ciclos de vida que variam de dias a anos (Brown *et al.*, 2015). A macrofauna compreende organismos com tamanho entre 2 a 10 mm, sendo representada por mais de 20 grupos taxonômicos. Esses organismos, são capazes de remover o solo, abrindo galerias e permitindo fazer ligações entre os horizontes presentes no solo (Brady; Weill, 2013). Apresentam vasta sensibilidade às mudanças ambientais e possuem transformações mais rápidas quando comparados aos indicadores químicos e físicos (Matsumoto; Marques, 2015).

A macrofauna do solo influi tanto na ciclagem de nutrientes, quanto na formação de poros e não agregação do solo. Além disso, agem como controladores biológicos, por meio da predação de outros invertebrados. No entanto, a atividade desses organismos no solo, é fundamental para sustentabilidade dos ecossistemas, naturais ou manejados. Assim, manejos inadequados, podem atingir fortemente a fauna edáfica, modificando consideravelmente a abundância e a diversidade da comunidade (Marques *et al.*, 2014). A Área de Proteção Ambiental do Inhamum atual mente tem sofrido alterações causadas pelas atividades antrópicas e que geram grandes consequências nas espécies que habitam no ambiente. E essa área possui uma vegetação de gramíneas em área plana, característico de cerradões, chapadas, cerrado e mata de galeria, pontos de mata fechada que são lugares que proporcionam a sobrevivência da biodiversidade de muitos animais (Albuquerque, 2012).

Embora, o Cerrado tenha grande importância biológica, cobrindo cerca de 1,8 milhões de km<sup>2</sup>, sendo o segundo maior bioma Neotropical e reconhecido como um importante hotspot (Myers *et al.*, 2000), é considerado o bioma que apresenta a menor porcentagem de área protegidas, com somente 8, 21% legalmente protegida por unidades de conservação, sendo que desse total, 2,85% compreende as unidades de conservação de proteção integral, e 5,36% corresponde as unidades de conservação com finalidade sustentável (Brasil, 2019). Estudar ambientes diferentes permite perceber as ações antrópicas realizadas no ambiente natural. A hipótese levantada para este trabalho foi a de que tipo de cobertura vegetal poderá influenciar diretamente na diversidade da macrofauna. Neste sentido, o estudo teve como objetivo realizar um levantamento da macrofauna edáfica em dois fragmentos Ambientais na Área de Proteção Ambiental do Inhamum, Caxias-MA, mediante autorização legal de número 583781 do ICMBio/ IBAMA.

## 2. Metodologia

### 2.1 Localização e caracterização da área experimental

O presente estudo foi desenvolvido na Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum (APA do Inhamum). Localizada no município de Caxias/MA, sob as coordenadas 04°53'30"S e 43° 24'53 "W. Para a realização do estudo foram escolhidas duas áreas experimentais: Mata de Galeria sendo demarcada como Área I e Cerrado *sensu stricto* demarcada como Área II. Para captura da macrofauna edáfica, foram distribuídas na Área I e Área II armadilhas Provid. (Fornazier *et al.*, 2007).

Em cada área foram estabelecidos seis transectos paralelos, com distância de aproximadamente 10 m entre si e em cada transectos foram marcadas cinco unidades amostrais equidistantes (10m x 10 m), ficando 30 pontos em cada tratamento, totalizando 60 pontos nas duas áreas; as coletas mensais foram nos meses de setembro de 2017 a abril de 2018 totalizando oito coletas na área estudada. A armadilha Provid é constituída por uma garrafa PET com capacidade de 2 L, com quatro orifícios de dimensões de 2 x 2 cm na altura de 20 cm de sua base, contendo 200 ml de uma solução de detergente a uma concentração de 5% e 5 gotas de Formol P.A (Formaldeído) enterradas com seus quatro orifícios ao nível da superfície do solo e permanecendo no campo por um período de quatro dias (96 horas).

As armadilhas foram distribuídas na Área I e Área II. Em cada área foram estabelecidos seis transectos paralelos, com distância de aproximadamente 10 m entre si e em cada transectos foi demarcado cinco unidades amostrais equidistantes (10 m x 10 m), de modo que foram amostrados 30 pontos, em cada tratamento, totalizando 60 pontos nas duas áreas. Após o período de 96 horas, as armadilhas foram retiradas do campo e identificadas de acordo com data da coleta.

Em seguida foram transportados para o Laboratório de Bioindicadores de Qualidade Ambiental (LABIOQ), localizado no CESC- UEMA, onde os conteúdos foram devidamente lavados em peneira de 0,25 mm e transferidos para potes

plásticos contendo álcool etílico a 70%, em seguida com o auxílio de lupa, pinça entomológica e Esteremicroscópio modelo Stemi DV4 ZEISS, foi feita a contagem e identificação dos organismos de acordo com a ordem e/ou grupo taxonômico, utilizando a chave de identificação proposta por Triplehorn e Jonhson (2011). Para as análises e estatísticas, os dados foram inseridos em banco de dados no programa Excel, com o número de ocorrência e distribuição de ordens taxonômicas coletadas durante o experimento, e em seguida foram submetidos a análises faunísticas com base nos índices de abundância, frequência, constância e dominância, utilizando o programa ANAFAU.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Abundância, frequência, constância e dominância

A tabela 1 apresenta a lista das ordens contabilizadas sendo um total de 19.993 indivíduos. Na área I (mata de galeria) foram contabilizados 7.585 indivíduos distribuídas em 13 ordens e 12.408 indivíduos para Área II (cerrado sensu stricto) distribuídos em 15 ordens. Sendo obtida a maior riqueza observada de ordens para Área II. Na Área I as ordens com maior abundância de indivíduos foram: Hymenoptera com 3.608 indivíduos (48%), Coleoptera 2.186 indivíduos (29%) e Diptera 748 indivíduos (10%).

Para classificação da dominância, foram categorizadas como dominantes as ordens Aranae, Blattaria, Orthoptera e super dominantes as ordens Coleoptera, Diptera e Hymenoptera, considerando-se que a frequência das ordens independe da diversidade destas, o estudo revelou para a Área I, que as ordens Aranae, Blattaria, Orthoptera, foram muito frequentes. Quanto a análises de constância as ordens Aranae, Blattaria, Chilopoda, Coleoptera, Diplopoda, Diptera, Hemíptera, Hymenoptera, Isoptera, Mantodea, Orthoptera, Pseudoescorpião foram constantes. (Tabela 1)

*Tabela 1 – Lista das ordens taxonômicas coletadas na Área I (mata de galeria) e Área II (cerrado sensu stricto). Abundância (A), Percentual (%) em relação as categorias de Frequência (F), Constância (C) e Dominância (D), na APA do Inhamum, Caxias, MA.*

Ordem	Área I							Área II						
	Nº de indiv	%	Nº de coletas	D	A	F	C	Nº de indiv.	%	Nº de coletas	D	A	F	C
Aranae	365	4,81	8	D	M a	M F	W	492	3,96	8	SD	As	SF	W
Blattaria	186	2,45	8	D	A	M F	W	101	0,81	8	D	A	M F	W
Chilopoda	6	0,08	4	N D	D	PF	W	20	0,16	3	N D	C	F	Y
Coleoptera	2186	28,8 2	8	SD	As	SF	W	1582	12,7 4	8	SD		SF	W
Diplopoda	21	0,28	6	N D	D	PF	W	22	0,17	7	N D	C	F	W
Diptera	748	9,86	8	SD	As	SF	W	932	7,51	8	SD	sa	SF	W
Embioptera	-	-	-	-	-	-	-	1	0,00 8	1	N D	r	PF	Z
Hemiptera	77	1,02	8	N D	C	F	W	20	0,16	7	N D	c	F	W
Hymenoptera	3608	47,5 7	8	SD	As	SF	W	8831	71,1 7	8	SD	sa	SF	W
Isoptera	21	0,28	5	N D	D	PF	W	82	0,66	7	D	c	F	W
Lepidoptera	-	-	-	-	-	-	-	1	0,08	1	N D	R	PF	Z

Mantodea	35	0,46	6	N D	C	F	W	22	0,17	3	N D	C	F	Y
Orthoptera	291	3,84	8	D	M a	M F	W	225	1,81	8	D	M a	M F	W
Pseudoescorpião	33	0,44	8	N D	C	F	W	45	0,36	3	N D	C	F	Y
Scutigermorpha	8	0,11	2	N D	D	PF	W	32	0,25	4	N D	C	F	W
<b>TOTAL</b>	<b>7585</b>	<b>100</b>						<b>12408</b>	<b>100</b>					

Fonte: elaborado pelos autores (2018)

Para a classificação da dominância, conforme a tabela 1, foram categorizadas como dominantes as ordens Blattaria, Isoptera, Orthoptera e super dominantes as ordens Aranae, Hymenoptera, Coleóptera e Diptera. As ordens muito frequentes foram: Blattaria e Orthoptera. Foram classificadas como constantes as ordens Aranae, Blattaria, Coleoptera, Diplopoda, Diptera, Hemíptera, Hymenoptera, Isoptera, Othoptera e Scutigermorpha. As ordens Embioptera, e Lepidoptera foram exclusivas para Área II. No geral, a ordem Hymenoptera foi a mais abundante dentre as duas áreas em pesquisa, porém na vegetação de cerrado *sensu stricto* teve maior ocorrência. Martins (2021) obteve resultados semelhante no mesmo local de realização deste experimento, quando trabalhou com Levantamento da Macrofauna Edáfica em Áreas de Proteção Ambiental no Maranhão, registrando a maior predominância da ordem Hymenoptera, em relação aos demais.

A literatura aponta que muitos trabalhos com macrofauna edáfica em áreas de Cerrado e utilizando o mesmo método de coleta, trazem resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho (Bussinguer, 2018; Araújo *et al.*, 2010). Outros trabalhos em diferentes biomas como Caatinga (Santos *et al.*, 2018; Santos, 2014) e Mata Atlântica (Machado *et al.*, 2015) por exemplo, também mostram que o grupo Hymenoptera é o mais dominante. Segundo Backes (2017) as formigas (Hymenoptera) em conjunto com outros indivíduos da macrofauna, atuam não somente como detritívoros, mas também agem na formação e estruturação do solo, atuando também como engenheiros do solo.

Em virtude de sua presença em todos os extratos da vegetação (abundância e riqueza), elas permitem a avaliação de alterações ambientais indicando o estado de conservação ou de degradação. A variação da temperatura do solo (°C) e precipitação pluvial (mm) nos meses estudados também influenciaram diretamente a abundância da macrofauna edáfica. Segundo Oliveira *et al.*, (2016) & Dorval *et al.*, (2017) A variação de espécies de formigas coletadas nas duas estações no presente estudo, foi um exemplo de resultado, que outros estudos obtiveram ao comparar estações seca e chuvosa, verificando um padrão de maiores riquezas nos períodos secos.

### 3.2 Índice de Diversidade das Ordens e Equitabilidade

Na tabela 2 apresenta os índices de diversidade (índice de Shannon Wiener e índice de Simpson) foram considerados para essa análise os dados observados na Área I e Área II. De modo geral, foi analisada a diversidade das ordens entre os dois ambientes estudados (Shannon-Wiener).

Tabela 2 – Valores encontrados nos índices de diversidade analisados nas áreas de mata de galeria e mata de cerrado  
*D'* = Simpson; *H'* = Shannon.

Áreas	Shannon- wiener (H)	Sinpson (D)
Mata de galeria	1.44	0.68
Cerrado	1.05	0.47

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

A Área I teve maior índice de diversidade ( $H'=1,44$ ) e a Área II obteve um menor índice ( $H'=1,05$ ). Para o índice de dominância de Simpson (D) a Área I obteve maior índice ( $D=0,68$ ) e a Área II com menor índice, apresentando apenas  $D=0,47$ . (Tabela 2)

Os valores para o índice de Shannon normalmente podem ter uma variação de 0 a 5 e a redução desse valor, neste caso pra área II, pode resultar da maior dominância de alguns grupos, em detrimento a outros (Souto *et al.*, 2008). Para melhor exemplificar essa situação, segundo a hipótese da heterogeneidade, os habitats que possuem estrutura diversificada, terão maior diversidade de ordens e isso ocorre por efeito da variedade de nichos ecológicos e diversidade de recursos naturais a serem explorados por esses indivíduos (Tews *et al.*, 2004).

Na tabela 3 apresenta as ordens com maior índice de diversidade e equitabilidade de Pielou (e) para Área I foi Chilopoda e a menor diversidade e equitabilidade foram: Hymenoptera ( $H=0,32$ ;  $e=0,08$ ) Coleoptera ( $H=0,54$ ;  $e=0,14$ ) e díptera ( $H=1,01$ ;  $e=0,26$ ). Para Área II, as ordens que obtiveram maior diversidade e equitabilidade foram Embioptera e Lepidoptera e com menor diversidade e equitabilidade foram: Hymenoptera ( $H=0,15$ ;  $e=0,04$ ), Coleoptera ( $H=0,89$ ;  $e=0,22$ ) e Diptera ( $H=1,12$ ;  $e=0,27$ ). Segundo Pasqualin *et al.*, (2012). O índice de Pielou, que pode variar de 0 a 1, e tem seus valores diretamente relacionados à dominância de grupos, ou seja, quanto menor o valor obtido, maior será a dominância por poucos grupos.

Tabela 3 – Índice de Diversidade de Shannon (H) e Índice Equitabilidade de Pielou (e). Área I (Mata de Galeria) e Área II (Cerrado *sensu stricto*) na APA do Inhamum, Caxias, Maranhão.

ÁREA I			ÁREA II		
Ordem	Id. de Shannon (H)	Id. de Pielou (e)	Ordem	Id. de Shannon (H)	Id. de Pielou (e)
Chilopoda	3,1	0,80	Embioptera	4,09	1
Scutigromorpha	2,98	0,77	Lepidoptera	4,09	1
Isoptera	2,56	0,66	Hemiptera	2,79	0,68
Diplopoda	2,56	0,66	Chilopoda	2,79	0,68
Pseudoescorpião	2,36	0,61	Mantopteres	2,75	0,67
Mantopteres	2,34	0,6	Diplopoda	2,75	0,67
Hemiptera	1,99	0,51	Scutigromorpha	2,59	0,63
Blattaria	1,61	0,42	Pseudoescorpião	2,44	0,6
Orthoptera	1,42	0,36	Isoptera	2,18	0,53
Aranae	1,32	0,34	Blattaria	2,09	0,51
Diptera	1,01	0,26	Orthoptera	1,74	0,43
Coleoptera	0,54	0,14	Aranae	1,4	0,34
Hymenoptera	0,32	0,08	Diptera	1,12	0,27
			Coleoptera	0,89	0,22
			Hymenoptera	0,15	0,04

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Observou-se dentre as duas áreas de pesquisa, que na Tabela 3 os indivíduos da ordem Hymenoptera cujo valor do Índice de Shannon (H) registrado, foi o menor (Área I,  $H=0,32$  e Área II,  $H=0,15$ ), evidenciou a presença em grande quantidade deste grupo, sendo confirmado pelo Índice de Pielou (e) (Área I= $0,08$  e Área II= $0,04$ ), refletindo diretamente da redução da diversidade, uma vez que quanto maior o número de indivíduos de um grupo, maior será a chance de estar predominando, e assim, reduzindo a equitabilidade (Nunes *et al.*, 2008).

### 3.3 Riqueza Estimada (S) e Curva de Acumulação das Ordens

Na figura 1 a riqueza observada foi 13 ordens para Área I e 15 ordens para Área II. A riqueza foi obtida pelos estimadores (Chao1, Chao2, Jackknife1 e Jackknife2). Visto que as estimativas encontradas das Áreas I e II estão correlacionadas com a curva de acumulação de ordens construída, os resultados obtidos nas áreas amostradas, mediante a

curva de acumulação de ordens para Área I foi verificado que a amostragem está totalmente estabilizada, atingindo a assíntota.

Isto indica que o esforço amostral foi suficiente para quantificar totalmente as ordens, não sendo possível encontrar uma riqueza ainda maior nos fragmentos estudado. Já para a Área II não apresentou uma tendência assíntota, indicando que com a continuidade de coletas, poucas ordens ainda podiam ser adicionadas ao número de ordens já amostrado.

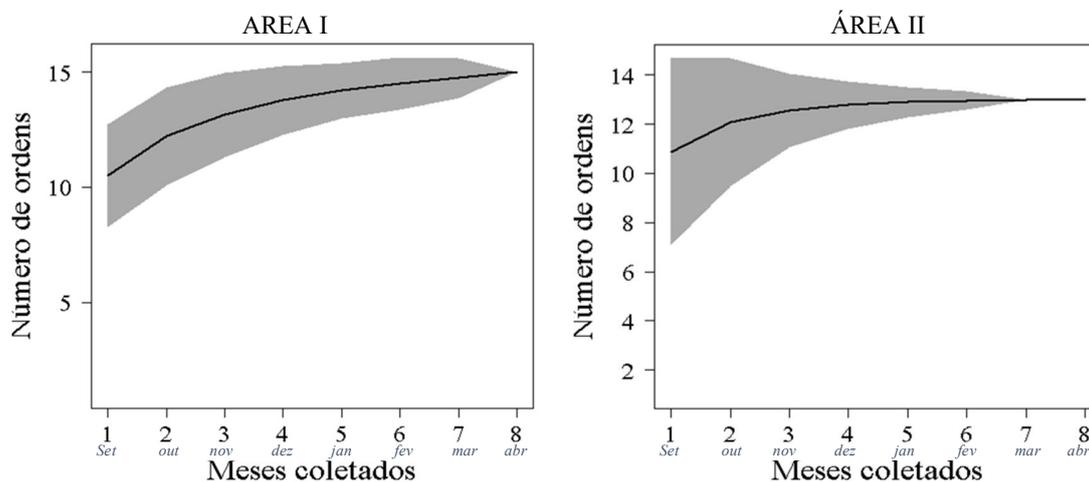


Figura 1 – Curva de acumulação das ordens taxonômicas na Área I (Mata de galeria) e Área II (Cerrado sensu stricto) na APA do Inhamum, Caxias, Maranhão.

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Erwin (1988) em seu trabalho destacou que as curvas de acumulação de ordens esperadas não chegaram a assíntotas e a proporção de espécies raras de insetos foram altas. Segundo Colwell & Coddington (1994) Chao 2 e Jackknife 2 fornecem as estimativas com maior acuidade e menor viés para conjunto de dados com pequeno número de amostras. Um estimador deve alcançar ou aproximar-se da estabilidade com menos amostras do que a curva de acumulação de espécies observadas. Além disso, um estimador não deve apresentar-se largamente diferente dos demais (Toti *et al.*, 2000).

#### 4. Conclusão

As ordens mais abundantes da macrofauna foram Hymenoptera, Coleoptera e Diptera para as duas áreas de estudo. A maior frequência e constância de ordens foram para Área I; A ordem Hymenoptera apresentou maior dominância para as duas áreas de estudos. A diversidade dos indivíduos da macrofauna edáfica variou com a distribuição temporal da precipitação pluvial. Quanto aos índices de diversidade e equitabilidade sugerem que as ordens mais diversas para Área I foi Chilopoda e para Área II Embioptera e lepidóptera. A maior riqueza da macrofauna é na Área II. A curva de acumulação de ordens construída para Área I foi suficiente para quantificar totalmente as ordens. E na Área II a curva de acumulação não apresenta uma tendência assíntota.

#### Referências

- ALBUQUERQUE, A. B. Riacho Ponte e a Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, Caxias-MA. cap. 1. p. 13-20. In: Barros, M.C. (Org.). *Biodiversidade na Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum*. São Luís: Ed. UEMA, 2012. p.22-25.
- Araújo, C.C. *et al.* Comparação da abundância de invertebrados de solo por meio da estimação intervalar encontrados em diferentes ambientes na cidade de Ituiutaba – MG. *Bioscience Journal*, v. 26, n. 5, 817-823, 2010.

- BACKES, M. A. *Diversidade da Macrofauna Edáfica em Diferentes Usos do Solo na Área Experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul*. 2017. 37 f. Dissertação (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo, 2017.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. Organismos e ecologia do solo. In: \_\_\_\_\_. *Elementos da natureza e propriedades dos solos*. Tradução de Igo Fernando Lepsch. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2013. cap. 10.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *O Bioma Cerrado*. Brasília: MMA. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/cerrado.html>. 2019. Acesso em 11/02/2023
- BROWN, G. G. et al. *Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais*. Embrapa Florestas Capítulo em livro científico. 2015. Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/129844/1/GeorgeBLivro\\_ServicosAmbientais.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/129844/1/GeorgeBLivro_ServicosAmbientais.pdf). Acesso em 22 fev. 2022.
- BUSSINGER, P. A. *Efeitos de Diferentes usos do Solo no Cerrado sobre a Composição da Fauna Edáfica*. Brasília. 119f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2018.
- COLWELL, R. K. & J. A. CODDINGTON. *Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation*. Philosophical Transactions Royal Society of London. Series B, 345 (1311): 101-118, 1994. DOI:[10.1098/rstb.1994.0091](https://doi.org/10.1098/rstb.1994.0091).
- DEVIDE, A. C. P. & CASTRO, C. M. D. Manejo do solo e a dinâmica da fauna edáfica. Pesquisa e Tecnologia, v. 1. 2015. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_1/ManejoSolo/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/ManejoSolo/index.htm). Acesso em: 12/02/2023
- Dorval, A.; Peres Filho, O.; Jorge, V. C.; Souza, M. D.; Rocha, W. O. Diversidade de formigas em fragmento de cerradão submetido à exploração de madeira em Cuiabá, MT. *Revista espacios*, Caracas, v. 38, n. 31, p. 3-20. 2017.
- Erwin, T.L. *The tropical forest canopy The heart of biotic diversity*. in E.O. Wilson (ed.). Biodiversity. National Academy Press: Washington, D.C. 1998. p 123- 129. Disponível em: [http://phlip.inpa.gov.br/publ\\_livre/1999/Biodiversidade%20nas%20Florestas.pdf](http://phlip.inpa.gov.br/publ_livre/1999/Biodiversidade%20nas%20Florestas.pdf). Acesso em: 13/02/2023.
- FORNAZIER, R.; GATIBONI, L. C.; WILDNER, L. P.; BIANZI, D.; TODERO, C. Modificações na fauna edáfica durante a decomposição da fitomassa de *Crotalaria juncea* L. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Gramado. Anais Gramado, SBCS. 2007. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/736>. Acesso em: 12/02/2023.
- Machado, D.L. et al. 2015. Fauna edáfica na dinâmica sucessional da Mata Atlântica em floresta estacional semidecidual na Bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ. *Ciência Florestal*, v. 25, n. 1, 91-106. 2015 DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509817466>.
- Matsumoto, L. S; Marques, R. D. *Bioindicadores de qualidade do solo*, Cascavel Paraná, p. 486-490, 2015.
- Marques, D. M.; Silva, A. B.; Silva, L. M.; Moreira, E. A.; Pinto, G. S. 2014. Macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais. *Bioscience Journal*, v. 30, n. 5, p. 1588-1597, 2014.
- Martins, A. E. S; Rodrigues, J. C; Silva, M. R. A. C; Souza, M. T. A; Lima, F. O; Gonçalves, M. V. P; Barros, R. K. S; Formiga, L. D. A. S. Levantamento da Macrofauna Edáfica em Áreas de Proteção Ambiental no Maranhão. *Rev. Geociênc. Nordeste, Caicó*, v.7, n.1, (Jan-Jun) p.30-37. 2021. DOI: <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n1ID19859>.
- Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B.; Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v.403, p.845-853, 2000. DOI:[10.1038/35002501](https://doi.org/10.1038/35002501).
- Nunes, L. A. P. L.; Araújo Filho, J. A.; Menezes, R. Í. Q. Recolonização da fauna edáfica em áreas de caatinga submetidas a queimadas. *Caatinga, Mossoró*, v.21, n.3, p.214-220, 2008.

- 
- Oliveira, I. R. P.; Ferreira, A. N.; Viana Júnior, A. B.; Dantas, J. O.; Santos, M. J. C.; Ribeiro, M. J. B. Diversidade de formigas(Hymenoptera; Formicidae) edáficas em três estágios sucessionais de mata atlântica em São Cristóvão, Sergipe. *Agroforestalis News, Aracaju*, v.1, n.1. 2016.
- Pasqualin, L. P. et al. Macrofauna edáfica em lavouras de cana-de-açúcar e mata do noroeste do Paraná – Brasil. *Semina, Londrina*, v. 33, p. 7-18, 2012. DOI: [10.5433/1679-0359](https://doi.org/10.5433/1679-0359).
- SANTOS, G. R. *Dinâmica dos organismos edáficos e atividade microbiana, em áreas de Caatinga, Semiárido Alagoano*. Maceió, 70f. Monografia (Graduação em Geografia). Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió-AL. 2014.
- Santos, G.R.; Araujo, K.D.; Silva, F.G. Macrofauna edáfica na ecológica na Estação Ecológica Curral do Meio, Caatinga Alagoana. *Revista de Geociências do Nordeste*, v. 4, n. 2, 01-21, 2018 DOI : [10.21680/24473359.2018v4.n2ID13556](https://doi.org/10.21680/24473359.2018v4.n2ID13556).
- Silva, R. F. da; Tomazi, M.; Pezarico, C. R.; Aquino, A. M. de; Mercante, F. M. Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n. 6, p. 865-871, 2007. DOI:<https://doi.org/10.1590/S0100204X2007000600014>
- Souto, P. C. et al. Comunidade microbiana e mesofauna edáfica em solo sob Caatinga no semiárido da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 151- 160, 2008. DOI: [https:// doi.org/ 10. 1590/S0100-06832008000100015](https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000100015).
- Triplehorn, C. A.; Jonnson, N. F. *Estudo dos insetos*. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2011. 809p.
- Toti, D. S., Coyle, F. A., Miller, J. A. *A structured inventory of Appalachian grass bald and heath bald spider assemblages and a test of species richness estimator performance*. J. Arachnol. 28: P. 329-345, 2000.