



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>



Macrofauna edáfica em diferentes sistemas na região nordeste do mato grosso

Rafael Lima De Carvalho^{1*}, Diogo de Souza Ferraz², Silvia Correa Santos³, Eline Chaves de Abreu Almendra², Lucas Antunes da Silva⁴, Renan Marré Biazatti⁵, Elissandra Pacito Torales⁶, Cleberton Correia Santos⁷, Abraão Targino De Sousa Neto⁸, Elison Gomes de Brito Filho⁹.

¹Mestrando Em Agronomia, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, 79804-970 Dourados-MS, Brasil. agrorafaell23@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1667-3926> (autor correspondente). ² Professor titular CCA – Agronomia, Universidade Estadual do Piauí (UESPI), 64.002-150 Teresina-PI, Brasil. diogoferraz@cca.uespi.br; <https://orcid.org/0009-0006-0210-7110>. ³ Professora titular, Faculdade de Ciências Agrárias/Universidade Federal da Grande Dourados, 79804-970, Dourados-MS, Brasil. silviasantos@ufgd.edu.br; <https://orcid.org/0000-0001-5483-8499>. ⁴ Professora titular CCA – Agronomia, Universidade Estadual do Piauí (UESPI), 64.002-150 Teresina-PI, Brasil. elinechaves@cca.uespi.br; <https://orcid.org/0009-0001-5241-5764>. ⁵ Mestrando Em Agronomia, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados, 79804-970 Dourados-MS, Brasil. antunesagr@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1656-4033>. ⁶ Doutorando Em Agronomia, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados, 79804-970 Dourados-MS, Brasil. renanmarrebiazatti@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-6351-0644>. ⁷ Doutora em Agronomia/Universidade Federal da Grande Dourados, 79804-970 Dourados-MS, Brasil. ninapacito@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-9741-9235>. ⁸ Professor substituto, Pós-graduação em Agronomia/Universidade Federal da Grande Dourados, 79804-970, Dourados-MS, Brasil. Cleberfrs@yahoo.com.br; <https://orcid.org/0000-0001-6741-2622>. ⁹ Mestre Em Agronomia/ Universidade Federal da Paraíba, 58397-000, Areia-Paraíba, Brasil. Abraaosousaneto97@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-9269-6946>. ⁹ Graduando Em Agronomia/ Universidade Federal da Paraíba, 58397-000, Areia-Paraíba, Brasil. bfsambiente@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-6718-2126>.

Artigo recebido em 15/04/2023 e aceito em 22/09/2023

Resumo - Objetivou-se neste trabalho caracterizar a macrofauna edáfica em sistemas de produção de grãos sob sistema agroflorestal (SAF) associado a plantio direto e sistema convencional (SPC) no Nordeste do Mato Grosso, na região zona de transição de Amazônia-Cerrado, além de uma área Remanescentes de vegetação nativa (APP) foi amostrada como ponto de referência. A coleta da macrofauna foi utilizada armadilhas do tipo Provid, em áreas cultivadas predominantemente com soja e gergelim, milho sob preparo convencional e plantio direto, em solos com diferentes texturas. A macrofauna edáfica nos diferentes sistemas de uso do solo foi identificada no nível de ordem, a qual foi agrupada de acordo com seus percentuais de maior predominância. As ordens mais abundantes nas áreas de APP, SPC e SAF amostradas foram Coleoptera, Hymenoptera e Diptera, essas com os maiores números de representatividade. Os sistemas de manejo do solo diferem a estrutura da comunidade da macrofauna edáfica em relação à condição natural de Amazônia-Cerrado. O sistema agroflorestal com plantio direto proporciona maiores abundâncias de famílias do que o preparo do sistema convencional do solo, minimizando o impacto das atividades agrícolas sobre a biodiversidade da macrofauna edáfica desses solos.

Palavras-chave: sistemas de produção; artrópodes epígeos; qualidade do solo.

Edaphic macrofauna in different systems in the northeast region of mato grosso

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the daily and seasonal variations of the components of the radiation balance and photosynthetically active radiation for the Caatinga during a dry year in Pernambuco Semi-Arid. The experiment was conducted during the year 2012 in Petrolina, PE, located in the Brazilian semiarid region. To determine the components of the radiation balance we used a balance radiometer CNR1 model installed the 13.3 meters of surface. Additionally, we analyzed the interaction between vegetation and radiation using sensors to monitor the photosynthetically active radiation above and in different positions under the canopy of scrub. These data were used to calculate the fraction of intercepted photosynthetically active radiation (fRFAi) and absorbed (fRFAa). A wide seasonal variation of solar radiation and net radiation was observed that reached daily averages around 23 MJ m⁻² d⁻¹ and 15 MJ m⁻² d⁻¹, respectively. In this case, it was observed that the magnitude of the component values of the radiation balance was mainly affected due to the cloudiness and changes in vegetation which mainly affected the levels of emittance and reflection surface. With regard to fractions of intercepted and absorbed photosynthetic active radiation, it was observed that they had daily average values over the next years, which were equal to 0.69 and 0.64 in order. This data can be extremely useful for a better understanding of the interaction between the savanna and the atmosphere under natural climatic conditions.

Keywords: radiation, net radiation, photosynthetically active radiation, Caatinga, dry.

Introdução

O uso dos recursos naturais renováveis de maneira intensiva ou inapropriada tem ocasionado a redução nos padrões de serviços ecossistêmicos, aumentando a magnitude de degradação. A implantação e enriquecimento de sistemas agroflorestais (SAF), especialmente os multiestratificados, é uma das formas alternativas de mitigar o impacto das ações antropogênicas (Schembergue et al., 2017). Os sistemas agrofloresta é amplamente promovida como um caminho potencial para ajudar nos efeitos das mudanças climáticas por meio da resiliência e diversificação do sistema (Castle et al., 2022).

A compreensão da interação entre esses atributos é fundamental para nortear às atividades antrópicas, que visam a utilização mais racional do ecossistema, em especial, os quais estão associados ao manejo dos solos, no contexto de produção agrícola sustentável. Integra uma fração da chamada Agricultura Regenerativa, onde a estratégia é baseada em um conjunto de princípios orientadores, em que os profissionais usam diversas táticas de integração entre os processos biológicos e ecológicos, objetivando aumentar a produção e restaurar a funcionalidade da paisagem através da maximização dos processos ecológicos dentro do sistema agrícola (Khangura et al., 2023).

Nesse sentido, sistemas que contribuam na promoção do aumento da cobertura e da matéria orgânica no solo são necessários. Isso, porque a quantidade e a qualidade o material vegetal presente sobre o solo influencia na biota do solo, tanto a nível de microrganismos quanto de macro invertebrados (Carrillo et al., 2011, Primo et al., 2011, Ribeiro, 2016).

A macrofauna edáfica está ligada aos invertebrados do solo com dimensão corporal superior a 2 mm. Seus indivíduos podem ser classificados de acordo com seu papel funcional no solo, como os grupos transformadores da serapilheira e os engenheiros do ecossistema, que contribuem com serviços ecossistêmicos de suporte e regulação (Brown et al., 2015).

Segundo Moreira et al. (2013) o solo é um ecossistema no qual diversos organismos interagem entre si, podendo alterar as suas propriedades físicas, químicas e biológicas. De acordo com Carvalho (2014), os invertebrados epígeos são importantes para a formação da estrutura do solo e na regeneração deste, e trazem benefícios para a vegetação (por meio da disponibilização de nutrientes), com equilíbrio entre as populações de organismos presentes, proporcionando o restabelecimento de

comunidades para a restauração de ambientes degradados.

Nas últimas três décadas, tem-se observado expressivo aumento da atividade agropecuária nas regiões de transições Amazônia-Cerrado com intensa substituição da vegetação nativa por áreas cultivadas, especialmente para produção de alimentos. Nas principais áreas de transição Amazônia-Cerrado, o estado do Mato Grosso é o segundo do Brasil em número de alterações decorrentes do avanço de usos antrópicos, compondo a frente de expansão da fronteira agrícola (IBGE, 2020). Por sua vez, o impacto negativo na microbiota pode afetar a ciclagem de carbono e nutrientes, modificar a estrutura do solo e a capacidade de retenção de água e contribuir para a prestação de vários serviços ecossistêmicos (Prinandhika et al., 2023).

A adoção de sistemas conservacionistas, como o sistema de plantio direto (SPD) baseado na rotação de culturas e os sistemas agroflorestais (SAFs), pode ser uma alternativa para evitar perdas de solo, água, nutrientes e biodiversidade. Solos cultivados sob SPD podem abrigar comunidades complexas de macroinvertebrados. O monitoramento da macrofauna pode ser útil na avaliação da qualidade ambiental, em ecossistemas naturais ou de produção agrícola.

A fauna invertebrada epigeica pode ser bioindicador de manejo de sistemas e que áreas com maior diversidade favorecem a riqueza desses organismos. Portanto, objetivou-se com esse estudo caracterizar a macrofauna edáfica em sistemas de produção de grãos sob Sistema de Plantio Convencional e Sistema Agroflorestal, e em Área de Preservação Permanente em região de zona de transição Amazônia-Cerrado no Mato Grosso.

Material e métodos

O estudo foi realizado em três áreas distintas na Fazenda Colorado, Município de Santa Terezinha (10°22'18.2"S 50°37'58.1"W, altitude), Mato Grosso, Brasil, durante o período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022, sendo a área I – Área de Preservação Permanente (APP), a área II - Sistema de Plantio Convencional (SPC) e área III - Área de Sistema Agroflorestal (SAF), composto por seringueiras associadas ao sistema de plantio direto, na porção média da Bacia do Rio Araguaia, na Zona de Transição Ecológica entre Amazônia-Cerrado, nordeste do estado de Mato Grosso (Figura 1A e 1B).

O clima da região, segundo classificação de Koppen, é do tipo Aw, com dois períodos bem definidos: chuvoso (verão) e seco (inverno) (Alvares et al. 2013).

As três áreas apresentam características e finalidades de uso distintas (Tabela 1): i) área de preservação permanente, com vegetação nativa (APP), ii) área destinada à produção de soja em

sistema de plantio convencional (SPC), com 4 anos de uso que ocupa uma área de cerca de 138 ha; iii) área com sistema agroflorestal (SAF), com produções de seringueira (*Hevea brasiliensis*) e produção de soja e gergelim há 2 anos, ocupando uma área de cerca de 54 ha.

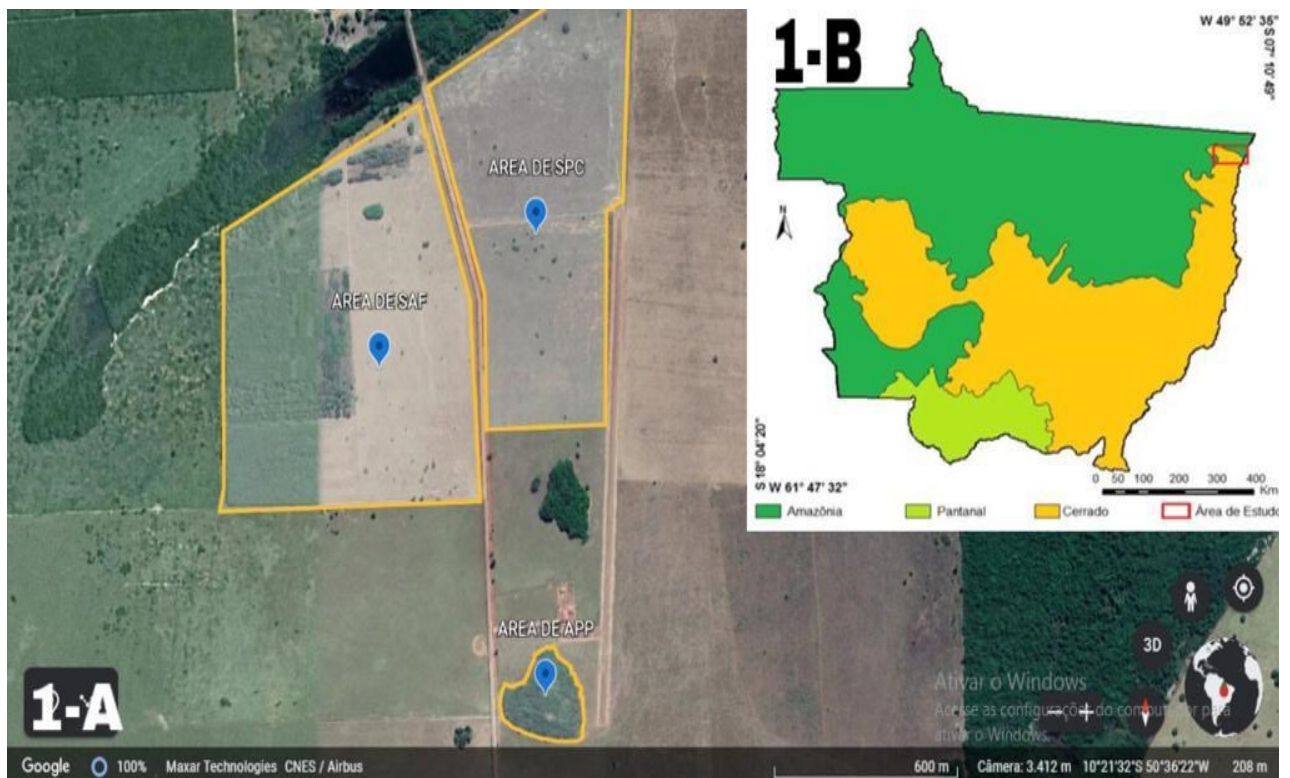


Figura 1. Localização das áreas utilizadas no estudo (A) e localização do município de Santa Terezinha, MT (B). Fonte: 1A Google Earth (2022); 1B IBGE (2013).

Tabela 1. Histórico dos diferentes sistemas de manejo do solo nas três áreas amostradas no estudo no município de Santa Terezinha localizada na Região Nordeste do estado Mato Grosso zona de transição Amazônia-cerrado da Fazenda Colorado.

ÁREA E SISTEMA DE MANEJO	DESCRIÇÃO
APP – PRESEVAÇÃO	Desde 1990 é área de preservação. Áreas com aproximadamente 4.445 ha de preservação, Áreas com topografia de colina formada por rochas Presenças das espécies arbóreas, garapa, jatobá, pique, mirindiba, fava-danta, murice e dentre outras especeis.
SPC – CONVENCIONAL	Abertura em 1990 e conduzida sob preparo convencional até 1994/95 (ano de aplicação de calagem) para implantação de pasto ou em pousio até 2016. Na safra 2017/18 a 2021/22 preparo convencional e cultivo de milho, seguido de soja/gergelim e milho. Trinta e um anos de sua implementação desde a abertura da área. Práticas de conservação do solo com criação de palha em cada colheita.

	Área com 60.144 ha.
CONVENCIONAL	Abertura em 1990 e conduzida sob preparo convencional até 1994/95 (ano de aplicação de calagem) para implantação de pasto e seringa ficado em pousio até 2020. Na safra 2019/20 a 2021/22 preparo convencional e cultivo de milho, seguido de soja, gergelim, milho e extrativismos da seringa na área. Trinta e um anos de sua implementação desde a abertura da área. Práticas de conservação do solo com criação de palha em cada colheita
SAF	
DIRETO	Abertura em 2019, conduzida sob preparo convencional até a safra 2020/2021. Cultivo de soja nas safras de 19/20 a 21/22, seguida nos anos posteriores de soja/gergelim. Seis anos de implementação do plantio direto. Área com 57.27 ha total.

Em cada área foram demarcados cinco pontos ao longo de um transecto, com sentido norte-sul, equidistantes 8 metros entre eles, totalizando 15 pontos amostrais no estudo. No caso 5 armadilhas por sistema.

Na Tabela 1(a), encontram-se os atributos químicos do solo das áreas da pesquisa na profundidade 0-20 cm.

Tabela 1(a). Atributos químicos do solo nas áreas da fazenda Colorado, Santa Terezinha, MT.

Sistemas	pH		P	K	K	Ca
00-20 cm	Água	CaCl ₂	mg/dm ³		cmol _c /dm ³	
SAF	5,10	4,40	1,29	26,00	0,07	0,29
APP	5,30	4,20	0,91	17,00	0,04	0,15
SPC	4,90	4,20	1,22	26,00	0,07	0,20

Mg	Al	H + Al	M.O.	Argila	Silte	Areia
cmol _c /dm ³			g/dm ³	g/dm ³		
0,37	0,17	2,97	14,48	212,50	23,00	764,50
0,12	0,34	3,47	13,76	262,50	13,00	724,50
0,16	0,27	3,63	17,07	312,50	2,00	685,50

Fonte: Assist laboratório de solos LTDA (2021).

Para o levantamento dos grupos da fauna epigeica, foram instaladas, em cada ponto amostral, uma armadilha do tipo Provid (Antoniolli et al., 2006), modificada para essa pesquisa a garrafa pet de 2 litros. As armadilhas foram constituídas de garrafas pet, com capacidade para 2 L, contendo quatro aberturas laterais com dimensões de 3,0 cm x 3,0 cm, dispostas equidistantes, com uma altura de 20 cm da base. As garrafas foram enterradas de modo que as bordas inferiores das quatro aberturas fiquem ao nível da superfície do solo.

Em cada armadilha foi adicionado 200 mL de uma solução composta de detergente neutro a 10%, 10 mL de álcool a 70%, água e dez gotas de

formol 4% utilizado para conservação da fauna epigeica capturada nos recipientes. As armadilhas permaneceram no campo durante o período de 96 horas (Pereira Júnior et al., 2010), para a realização da coleta da fauna.

Após esse período, os indivíduos capturados foram separados dos fragmentos e identificados ao nível taxonômico Classe e Ordem utilizando o aplicativo de identificação Guia inet - Embrapa, aplicativo Picture Insect, e chaves guias para identificações de insetos e pragas na cultura da soja- Embrapa documento-269. Foram classificados como macrofauna epígea todos os invertebrados que apresentarem diâmetro corporal entre 2 e 20 mm, de acordo com BARETTA et. al.

(2011). Para conservação por um período maior, os organismos foram transferidos para recipientes plásticos de 60 mL com solução de álcool etílico 70% e mantidos em temperatura ambiente.

A temperatura da superfície do solo foi aferida, nas proximidades de cada ponto amostral, com auxílio de termômetro digital (ESPETO IM 884), com precisão decimal. A aferição da temperatura foi realizada na mesma data da coleta das garrafas, no horário de 11h00min. O conteúdo de água do solo foi determinado nos pontos amostrais próximos as garrafas pets na camada 0-10 cm pelo método gravimétrico peso de solo úmido e solo seco amostras sendo coletadas no horário das 17:00hs em todos pontos. Foram determinados os valores mínimos, médios e máximos, amplitude e o coeficiente de variação, para esses dois parâmetros.

Resultados e discussão

Foram coletados um total de 866 indivíduos epigeicos, distribuídos em 13 ordens nas três áreas distintas. A classe Insecta foi a mais representativa (98,65% dos indivíduos totais), seguida da classe Arachnida (1,32%) e da classe Chilopoda (0,27%) (Tabela 2), esse resultado corrobora com os estudos de outros autores (Brito et al., 2016; Guimarães et al., 2015; Guimarães et al., 2016) que, ao avaliarem diferentes sistemas de manejo e uso do solo, observaram elevada dominância da classe Insecta e das ordens Coleóptera, Himenóptera e Díptera nos sistemas avaliados. Rubim et al. (2021), esses grupos são bastante encontrado em áreas com vegetação natural ou resquícios de vegetação, assim suas dietas é a base de animais em decomposição e se alimentam de seiva vegetal.

A ordem Coleóptera teve maior representatividade em todas as áreas com maior número. Os besouros contribuíram significativamente para o elevado número de indivíduos desse grupo, sobretudo, nas áreas SPC e SAF (Tabela 2). Esse fato pode estar relacionado com a presença de fezes dos animais selvagens em rebanhos presentes no território da fazenda, onde encontram alimentos e refúgio para proteção nas áreas de SAF e SPC. Os besouros de hábitos coprófagos podem ser atraídos em busca de alimento, como observado em estudos realizados por Formiga (2014).

É possível ainda, que a redução da diversidade da vegetação existente na área de SPC e SAF, tenham favorecido a proliferação de insetos desses grupos Coleopetra, Hymenopetra e Díptera. de Brito Fragoso et al. (2008) realizaram as

A partir dos dados obtidos foi mensurado o número total de indivíduos da macrofauna epigeica em abundância, em cada área, e em cada grupo taxonômico com frequências variadas de 1% a 100%, da presença de cada ordem por área.

A diversidade foi avaliada por meio do índice de Shannon-Wiener, dado por $H = - \sum p_i \times \log p_i$, onde $p_i = n_i/N$ (n_i = densidade de cada grupo e N = somatório da densidade de todos os grupos). A correlação da riqueza de ordens e abundância de indivíduos com as variáveis do ambiente foram analisadas através de matriz de correlação linear ou de componentes principais. A análise dos dados foi realizada com o auxílio do programa Bioestat 5.0 (Ayres et al., 2007), quando os dados amostrados apresentaram um grau de significância a 5% em relação ao grau de liberdade com a Equabilidade de Pielou (J), e o Índice de Shannon-Weaver (H').

observações em um período seco, e os indivíduos da Ordem Coleóptera foram mais abundantes em áreas com maior nível de antropização.

No presente estudo, o grupo Hymenoptera se destacou, principalmente, nas áreas APP e SAF, com 73 e 185 indivíduos respectivamente (Tabela 2). A elevada abundância na área SAF pode estar relacionada ao período de sangria da seringueira, pois durante esse processo ocorre liberação do látex com odor atrativo. Esse grupo está entre os mais importantes da fauna do solo, pois é responsável por funções ecológicas, como dispersão de sementes, estruturação física e química do solo, predação, decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, entre outras (Bolico et al., 2012; Brito et al., 2016). A área de SPC teve a menor representatividade desse grupo, possivelmente, devido às práticas utilizadas, que desfavorecem o acúmulo de matéria orgânica no solo e o controle de pragas e doenças, realizado em grande escala na área na utilização de herbicidas e inseticidas, provocando a redução da abundância dos artrópodes desta ordem.

A frequência de indivíduos da ordem Díptera, nas três áreas, pode estar relacionada com o período de oferta de recursos, flores e frutos. Analisando outros trabalhos a estagio do florescimento das plantas é o período de maior ocorrência para essa classe devido a maior presença de néctar que são suas principais fontes de alimento, verifica-se que em geral, as comunidades de insetos em áreas de monoculturas agrícolas e florestais apresentam baixa riqueza e grande abundância de espécies dominantes, em comparação com áreas nativas. De Brito Fragoso et

al. (2023) ao avaliar a macrofauna edáfica em áreas de solos pétricos com cultivos agrícolas observou que a área de vegetação nativa como referência, conforme esperado, apresentou a maior biodiversidade ressaltando isso a importância destes ambientes em áreas de produção agrícola.

A fauna do solo tem potencial para ser utilizada na avaliação da qualidade do solo porque alguns de seus grupos são sensíveis a mudanças ambientais e ao preparo e manejo do solo, portanto,

pode ajudar no monitoramento da biodiversidade de solo com manejo ecológico (Baretta et al., 2014). Esta ordem se reveste de importância econômica, pois nela se destacam as espécies necrófagas, saprófagas e inimigos naturais (Gallo et al., 1988).

Tabela 2. Frequência absoluta dos organismos epigeicos e o Índice de Diversidade (Shannon-Wiener) em área de Área de preservação Permanente (APP), sistema de cultivo convencional (SPC) e Sistema de Produção Agroflorestal (SAF), Na Fazenda Colorado no Município de Santa Terezinha, MT.

CLASSE	ONDENS	APP	SPC	SAF	TOTAL	%
Insecta	Coleoptera	24	207	133	364	42%
Insecta	Hymenoptera	73	26	185	284	33%
Insecta	Diptera	38	49	51	138	16%
Insecta	Orthoptera	16	1	16	33	4%
Insecta	Lepidoptera	1	8	3	12	1%
Insecta	Hemiptera	-	2	8	10	1%
Insecta	Blattodea	5	-	3	8	1%
Arachnida	Araneae	5	1	2	8	1%
Insecta	Isoptera	3	1	-	4	0%
Arachnida	Ixodida	2	-	-	2	0%
Insecta	Odonata	-	-	1	1	0%
Insecta	Ephemeroptera	-	1	-	1	0%
Chilopoda	Scolopendromorpha	1	-	-	1	0%
Total/ Área		168	296	402	866	100%
Equabilidade de Pielou (J)		0,6928	0,4212	0,5671		
Índice de Shannon-Weaver (H')		1,595	0,9697	1,3057		
Homogeneidade		0,6219	0,3781	0,5091		

A ordem Orthoptera foi mais significativa nas áreas APP e SAF (Tabela 2). Esse resultado pode estar relacionado com a maior disponibilidade de umidade, alimento e abrigo, para os insetos desse grupo, possivelmente devido ao fato de essas áreas apresentarem maior cobertura do solo. De acordo com Nazaro (2015), eles também desempenham importante papel no funcionamento de ecossistemas, pois ocupam diversos níveis tróficos dentro da cadeia alimentar do solo. As ordens Blattodea e Araneae foram mais abundantes na APP e SAF (Tabela 2), ambientes com características similares, apesar das finalidades distintas. As aranhas são frequentemente consideradas como importantes membros dos ecossistemas florestais, aparentando ser bons organismos para estudos de padrões de biodiversidade, além de serem abundantes e fáceis de serem amostradas (Podgaiski, 2007).

As demais espécies encontradas correspondem a uma porcentagem inferior a 1%

podemos observar a existências de insetos pertencentes as Ordens Isoptera, Ixodida, Assim como outras espécies de ordens importantes como a Odonata que uma espécie bastante abundante em áreas com altos teores de umidades, presentes em regiões de interflúvios como rios, riachos e lagos.

Embora em baixa representatividade, ressaltamos que ocorreu a presença das ordens Scolopendromorpha, Ephemeroptera, as quais tiveram um indivíduo por área (0,333%), sendo representado na tabela com 0%. O maior índice de diversidade de Shannon ocorreu nas áreas de APP, seguida do SAF (Tabela 2), comprovando nossa hipótese de que sistemas com maior diversidade vegetal favorecem a comunidade epigeica atuante no conjunto solo e serrapilheira.

A área de preservação permanente (APP) que é uma área completamente coberta por plantas e apresenta maior quantidade de serrapilheira, com potencial para maior retenção de água no solo, proporcionando também um microclima diferente

do que as demais áreas, sobretudo em comparação ao sistema de plantio convencional (SPC), que apresentou menor retenção de água no solo (Tabela 3). Para as áreas SPC e SAF, os valores próximos do conteúdo de água do solo podem ser explicados pela precipitação pluvial que ocorreu antes das coletas das amostras de solo. O nivelamento do conteúdo de água no solo em diferentes áreas foi observado em um Latossolo no período chuvoso por Brown et al. (2001). A temperatura e umidade são comumente apontadas como determinantes para a dinâmica populacional da macrofauna do solo (Lavelle et al., 2006; Santos et al., 2008; Manhães et al., 2013).

Na Tabela 3, os valores mais elevados da temperatura da superfície do solo no SPC indicam a relação existente entre essa variável e os índices ecológicos. Conforme Nascimento et al. (2007), diferentes manejos adotados ao solo, tanto de cobertura vegetal ou de práticas culturais, podem influenciar diretamente sobre as populações da fauna edáfica, além disso elas respondem rapidamente às mudanças de temperatura, umidade e características das estações do ano, sendo que atuam diretamente na abundância e riqueza da fauna do solo (Fernandes et al., 2011).

Tabela 3. Média, mediana, valor máximo e mínimo, amplitude e coeficiente de variação (CV) do conteúdo gravitacional de água do solo (CGA), na profundidade de 0 a 10 cm, e temperatura da superfície do solo na área de preservação permanente (APP), área sob sistema de cultivo convencional (SPC) e sistema agroflorestal (SAF) na região nordeste do Estado do Mato Grosso.

Sistema	CGA (kg kg ⁻¹)	TEMPERATURA (°C)
APP		
Média	52,28	28,04
Mínimo e Máximo	10,07-81,14	27,1 – 30,9
Amplitude	71,07	3,8
SPC		
Média	14,27	30,94
Mínimo e Máximo	12,97-15,54	30,3 - 32,2
Amplitude	2,54	1,9
SAF		
Média	11,53	29,98
Mínimo e Máximo	7,42-15,78	28,6 - 31
Amplitude	8,36	2,4

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Na análise de correlação entre as variáveis ambientais e ecológicas, foi encontrada correlação positiva entre a abundância de indivíduos e a temperatura do solo, e negativa entre o conteúdo de água do solo e a temperatura do solo. As temperaturas elevadas do solo, nos ambientes em que o solo permanece mais exposto à radiação solar, como nos monocultivos, deve favorecer a grande abundância de espécies dominantes, adaptadas a tais condições (Carvalho et al., 2020).

Com a elevação da temperatura, ocorre mudanças no balanço hídrico do solo, diminuindo com o tempo a quantidade de água disponível, o que pode ser um fator limitante à presença de espécies mais sensíveis da macrofauna. Zhang et al. (2022) relata que a diminuição da fauna edáfica devido à ingestão de microplásticos em sistemas agrícolas e compactação do solo e a radiação solar sobre o solo, que impacta diretamente a produtividade das culturas devido ao aumento da

lixiviação de nutrientes pela ausência da camada de matéria orgânica.

Os resultados evidenciam a importância da cobertura do solo para a manutenção da diversidade da macrofauna epigeica. O estrato arbóreo, associado a palhada residual e serapilheira no SAF proporcionou um ambiente mais equilibrado para a presença dos organismos, assemelhando-se à APP. No entanto, estudos que contemplem a sazonalidade no ambiente são necessários para uma melhor compreensão dos fatores ambientais associados à riqueza e abundância. Algumas Ordens, como Orthoptera, parecem ser sensíveis às mudanças na cobertura do solo. Essas características podem ser validadas com a realização de mais levantamentos nas três áreas avaliadas.

Na Tabela 4 temos os intervalos de credibilidade para comparação entre os sistemas

quando avaliadas as características temperatura, CGA, abundância e riqueza. Quando avaliada a temperatura da superfície, o intervalo de credibilidade no sistema APP foi de 26,94 a 29,13, sobrepondo o intervalo no SAF que esteve entre 28,80 a 31,03 e não sobrepondo o intervalo no SPC que foi de 30,02 a 31,99.

Para CGA, o maior intervalo de credibilidade foi estimado no sistema APP (33,85 a 84,30) diferindo das estimativas no SAF (7,12 a 18,30) e no SPC (8,34 a 23,40). Diante disso,

podemos afirmar que os sistemas SAF e SPC apresentaram distribuições semelhantes quando avaliado o CGA. Para a abundância de espécies os maiores intervalos de credibilidade foram estimados nos sistemas SAF (53,52 a 120,30) e SPC (38,86 a 87,36). Diferentemente, a APP registrou os menores níveis de abundância, com intervalo de credibilidade entre 22,20 a 50,40. Na riqueza de espécies, houve sobreposições de todos os intervalos de credibilidade, concluindo que os sistemas apresentam similaridade quando avaliada essa característica

Tabela 4. Resultado da distribuição a Posteriori seguido dos respectivos intervalos de credibilidade (2.5% - 97.5%).

Variável	Sistema	Média	SD	2.5%	Mediana	97.5%
Temperatura	APP	28,04	0,57	26,94	28,04	29,13
	SAF	29,96	0,55	28,8	29,96	31,03
	SPC	30,98	0,53	30,02	30,97	31,99
CGA	APP	56,01	13,29	33,85	55,17	84,3
	SAF	12,3	2,81	7,12	12,12	18,3
	SPC	15,28	3,8	8,34	14,86	23,4
Abundância	APP	33,78	1,23	22,20	33,78	50,40
	SAF	80,64	1,22	53,52	80,64	120,30
	SPC	60,34	1,23	38,86	60,95	87,36
Riqueza	APP	5,64	1,22	3,78	5,75	8,00
	SAF	6,11	1,20	4,18	6,17	8,58
	SPC	4,53	1,23	2,97	4,53	6,75

Na Figura 2 têm-se os resultados das duas principais componentes na PCA. Nota-se que 73,5% da variabilidade total foi explicada somente pela primeira componente, concluindo que essa componente representa adequadamente a variabilidade do estudo. Esse componente apresentou pesos negativos para temperatura e abundância e peso positivo para CGA, concluindo que a temperatura da superfície e a abundância de espécies apresentam uma relação direta positiva entre si, e negativa com CGA. Claramente, o sistema APP apresentou uma relação direta com a CGA, com altos valores dessa características e os menores registros para temperatura e abundância.

Os sistemas SAF e SPC apresentaram os maiores índices da temperatura e abundância. A

qualidade do solo possui grande diversidade química e física, e depende de propriedades relacionadas à biodiversidade, manter o nível ideal de qualidade do solo não é fácil, pois muitos são os fatores que o afetam, como: clima, solo, plantas, manejo humano e a interação entre eles (Melo et. al, 2017). Entende-se que a PC1 é uma pseudo variável, constituído da combinação linear das variáveis temperatura (T), abundância (A) e CGA (C), por meio da seguinte equação, $0,57C - 0,62T - 0,54A$.

Na Figura 2(b) tem-se os resultados da distribuição a posteriori quando avaliada a PC1 nos diferentes sistemas. A maior distribuição tem sido verificada na APP com intervalo de credibilidade entre 0,58 a 2,49.

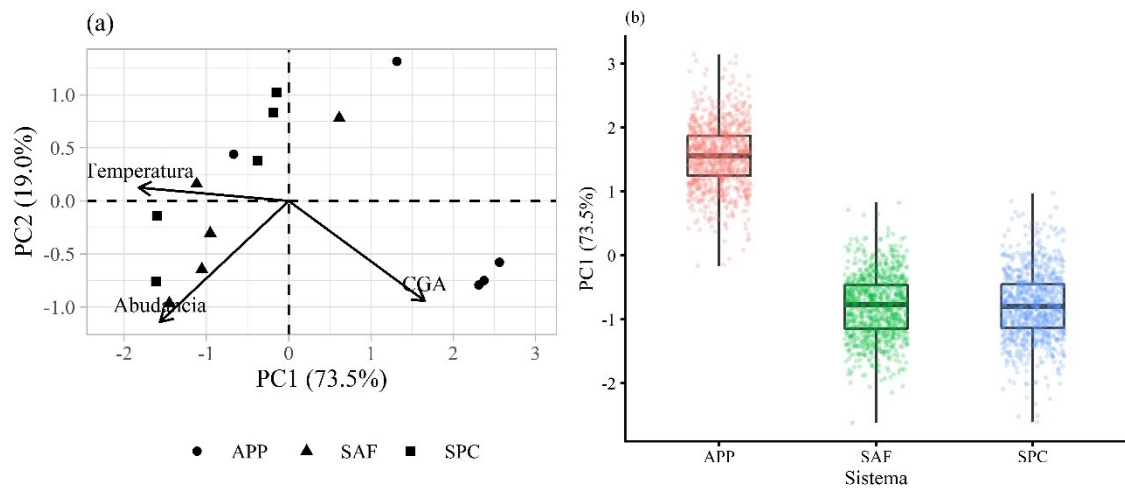


Figura 2. Biplot da análise de componentes principais (a) e a distribuição a posteriori da primeira componente principal (b). Área de preservação permanente (APP), área sob sistema de cultivo convencional (SPC) e sistema agroflorestal (SAF) na região nordeste do Estado do Mato Grosso.

Na Figura 3 temos a apresentação gráfica da distribuição a posteriori para as variáveis envolvidas nessa pesquisa. Nos três sistemas, destaque à APP que apresentou as menores distribuições na temperatura na camada superficial do solo e na abundância de espécies da macrofauna edáfica e também os maiores registros no conteúdo

gravimétrico de água do solo (CGA). De acordo com Voltolini et al. (2018) relatam que a sombra das árvores aumenta a umidade da vegetação e reduz a evapotranspiração devido ao sombreamento induzido pelas árvores de camadas altas.

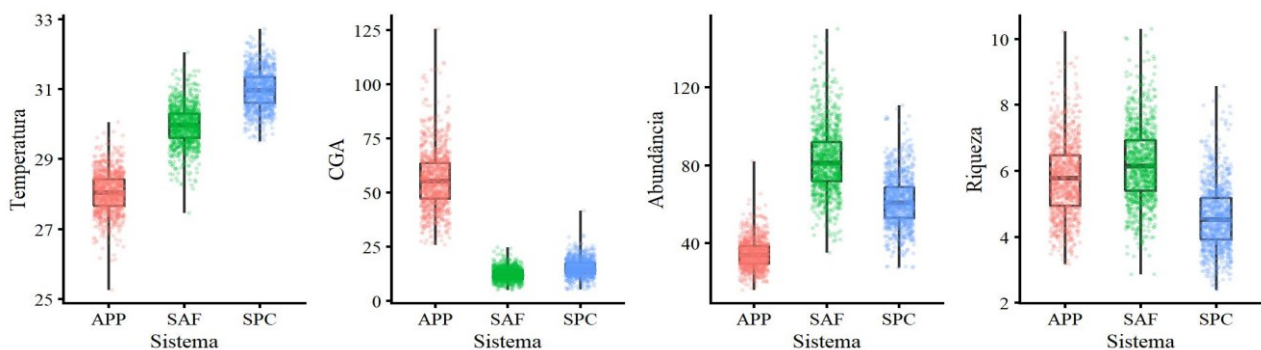


Figura 3. Distribuição a posteriori para a temperatura, CGA, abundância e riqueza nos diferentes sistemas. Área de preservação permanente (APP), área sob sistema de cultivo convencional (SPC) e sistema agroflorestal (SAF) na região nordeste do Estado do Mato Grosso

O sistema de plantio convencional (SPC) apresentou a maior distribuição das temperaturas (Figura 1). O sistema agroflorestal (SAF) apresentou as maiores distribuições de abundância e a riqueza de espécies. Essa redução de temperaturas está relacionada a camada de matéria orgânica formada na superfície das duas áreas SAF e APP, já em relação a altas temperaturas (Pantoja

et al., 2019). A maior variação na temperatura do solo nas profundidades mais próximas das superfícies está relacionada ao fato desse solo apresentar menor aporte de serapilheira e possivelmente matéria orgânica, que por sua vez contribuem na retenção máxima de água no solo e redução do aquecimento das primeiras camadas do solo (profundidades iniciais).

Conclusões

O manejo do solo em sistemas de produção de grãos, com plantio direto ou convencional diferem

a estrutura da comunidade de macrofauna edáfica, em comparação à condição natural de transição Amazônia-Cerrado.

O sistema agroflorestal com plantio direto proporciona maior riqueza de ordens que o sistema com preparo convencional do solo, minimizando o impacto da atividade agrícola sobre a biodiversidade da macrofauna edáfica. Os valores de albedo no ano de 2012 foram influenciados pela seca da região atingindo valores médios iguais a 17%.

Agradecimentos

A Universidade Federal da Grande Dourado e as agências que fomentam as pesquisas e pós-graduação (CNPq e CAPES).

Referências

- Altieri, M. A., Letourneau, D. K., Risch, S. J., (1984) Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *Critical Reviews in Plant Sciences*, v. 2, n. 2, pág. 131-169. <https://doi.org/10.1080/07352688409382193>
- Antoniolli, Z. I., Conceição, P. C., Bock, V., Port, O., Silva, D. M., Silva, R. F. (2006) Método alternativo para estudar a fauna do solo. *Ciência Florestal*, v. 16, n. 4, p. 407-417. <https://doi.org/10.5902/198050981922>
- Ayres, M., Ayres, J., M. Ayres, D. L., Santos, A. A. S. (2007) *BioEstat 5.0.: aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biomédicas*. Belém: Sociedade Civil Mamirauá. 324p.
- Baretta, D., Bartz, M. L. C., Fachini, I., Anselmi, R., Zortéa, T., & Baretta, C. R. D. M. (2014). Soil fauna and its relation with environmental variables in soil management systems. *Revista Ciência Agronômica*, 45, 871-879. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000500002>
- Bolico, C. F., Oliveira, E. A., Gantes, M. L., Dumont, L. F. C., Carrasco, D. S., & D'Incao, F. (2012). Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) de duas marismas do Estuário da Lagoa dos Patos, RS: diversidade, flutuação de abundância e similaridade como indicadores de conservação. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v5i1.147>
- Bragança, M., DeSouza, O., & Zanuncio, J. (1998). Environmental heterogeneity as a strategy for pest management in Eucalyptus plantations. *Forest Ecology and Management*, 102(1), 9-12. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00115-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00115-1)
- Brasil. C.I., Ibge. (2021) Agropecuária ocupa considerável extensão de terra no bioma Amazonia, Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-09/agropecuaria-ocupa-consideravel-extensao-de-terra-no-bioma-amazonia>
- Brito, M. F. D., Tsujigushi, B. P., Otsubo, A. A., Silva, R. F. D., & Mercante, F. M. (2016). Diversidade da fauna edáfica e epigeica de invertebrados em consórcio de mandioca com adubos verdes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51, 253-260. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000300007>
- Brown, G. G., Niva, C. C., Zagatto, M. R. G., Ferreira, S. D. A., Nadolny, H. S., Cardoso, G. B. X., ... & Carvalho, F. (2015). Biodiversidade da fauna do solo e sua contribuição para os serviços ambientais.
- Carrillo, Y., Ball, B. A., Bradford, M. A., Jordan, C. F., & Molina, M. (2011). Soil fauna alter the effects of litter composition on nitrogen cycling in a mineral soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(7), 1440-1449. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.03.011>
- Carvalho, R. L., da Cunha, F. G., Biazatti, R. M., Pinheiro, B. L., Aquino, C. G., & Santos, S. C. (2023). Biomassa da serapilheira acumulada sobre o solo em um fragmento florestal no Piauí. *Editora Licuri*, 9-21. <https://doi.org/DOI:10.24824/978655578560.9>
- Castle, S. E., Miller, D. C., Merten, N., Ordonez, P. J., & Baylis, K. (2022). Evidence for the impacts of agroforestry on ecosystem services and human well-being in high-income countries: a systematic map. *Environmental Evidence*, 11(1), 1-27. <https://doi.org/10.1186/s13750-022-00260-4>
- Climate-data.org. (2021) Clima: Mato Grosso. Disponível em < Clima: Mato Grosso - Climate-Data.org <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/mato-grosso-168/>
- De Brito Frágoso, D., Custódio, D. P., de Almeida, R. E. M., & da Costa, R. V. (2023). Avaliação da macrofauna edáfica em plintossolo pétrico com cultivos agrícolas usando armadilhas de queda. *Agri-environmental sciences*, 9(1), 16-16. <https://doi.org/10.36725/agries.v9i1.8249>
- Fernandes, M. M., Magalhães, L. M. S., Pereira, M. G., Correia, M. E. F., de Brito, R. J., & de Moura, M. R. (2011). Influência de diferentes coberturas florestais na fauna do solo na Flona Mário Xavier, no município de Seropédica, RJ. *Floresta*, 41(3). <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v41i3.24045>
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, 35, 1039-1042. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

- Araújo, K. D. (2010). Análise da vegetação e organismos edáficos em áreas de caatinga sob pastejo e aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri-PB. (tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande). Repositório Digital da UFGC. <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/3380>
- Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R. P. L., Baptista, G. C. de, Berti Filho, E., et al. (2002). Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ. ReP USP - Detalhe do registro: Entomologia agrícola
- Guimarães, N. D. F., Fontanetti, A., Fujihara, R. T., Gallo, A. D. S., Souza, M. D. B. D., Morinigo, K. P. G., & Silva, R. F. D. (2016). Fauna invertebrada epigéica associada a diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro. <http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/8243>
- Guimarães, N. D. F., Gallo, A. D. S., Souza, M. D. B. D., Agostinho, P. R., Gomes, M. D. S., & Silva, R. F. D. (2015). Influência de sistemas de produção de café orgânico arborizado sobre a diversidade da fauna invertebrada epigéica.
- Hendrix, P. F., Parmelee, R. W., Crossley, D. A., Coleman, D. C., Odum, E. P., & Groffman, P. M. (1986). Detritus food webs in conventional and no-tillage agroecosystems. *Bioscience*, 36(6), 374-380. <https://doi.org/10.2307/1310259>
- Khangura, R., Ferris, D., Wagg, C., & Bowyer, J. (2023). Regenerative Agriculture—A Literature Review on the Practices and Mechanisms Used to Improve Soil Health. *Sustainability*, 15(3), 2338. <https://doi.org/10.3390/su15032338>
- Lavelle, P. (1988). Assessing the abundance and role of invertebrate communities in tropical soils: aims and methods. *Revue de zoologie africaine* (1974), 102(3), 275-283.
- May, P. H., Trovatto, C. M., Deitenbach, A., & Floriani, G. S. (2008). Manual agroflorestal para a Mata Atlântica. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 195.
- Melo, V. F., Silva, D. T., Evald, A., & Rocha, P. R. (2017). Chemical and biological quality of the soil in different systems of use in the savanna environment. *Agro@ mbiente On-line*, 11(2), 101-110. <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v11i2.3850>
- Melo, V. F., Silva, D. T., Evald, A., & Rocha, P. R. (2017). Chemical and biological quality of the soil in different systems of use in the savanna environment. *Agro@ mbiente On-line*, 11(2), 101-110.
- Menéndez, Y. I., & Cabrera-Dávila, G. (2014). Litter macro-fauna in two systems with different land use and husbandry in Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 48(2), 181-188.
- Moraes, G. J. D., & Flechtmann, C. H. W. (2008). Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil.
- Ferreira, L. D. S., Silva, D. A. S., de Sousa Soares, R. R., & Damasceno, A. R. (2021). Diversidade da macrofauna e caracterização do solo que compõe a área de Nim (*Azadirachta Indica*) da Fazenda Escola de Igarapé Açu no Nordeste Paraense. *Nature and Conservation*, 14(1), 24-31. <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2021.001.0003>
- Hoffmann, R. B., Nascimento, M. D. S. V., Diniz, A. A., Araújo, L. H. A., & Souto, J. S. (2009). Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo em Areia, Paraíba, Brasil. *Revista Caatinga*, 22(3).
- Nunes, L. A. P. L., Araújo Filho, J. A., & Meneses, R. I. Q. (2008). Recolonização da fauna edáfica em áreas de Caatinga submetidas a queimadas. *Revista Caatinga*, 21(3).
- Pantoja, C. D. A., Araújo, A. C., Vasconcelos, S. S. Oliveira, L. R., & Costa, A. N. M. (2019). Caracterização da dinâmica térmico-hídrica do solo em sistemas agroflorestais com palma de óleo (*Elaeis guineenses* Jacq.) no leste da Amazônia.
- Júnior, L. R. P., de Souza Ferraz, D., Alves, G. S., Souza, J., & Souto, J. S. (2010). Influência do Cultivo Agrícola Convencional nas Características Químicas e Macrofauna Edáfica. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, 7(3).
- Podgaiski, L. R., Ott, R., Rodrigues, E. N. L., Buckup, E. H., & Marques, M. A. D. L. (2007). Araneofauna (Arachnida; Araneae) do Parque Estadual do Turvo, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica*, 7, 197-212. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032007000200023>
- Praxedes, C., Martins, M. B., Furtado, I., Azevedo, M., & Basante, F. (2009). Estimativa da diversidade da fauna de serrapilheira em uma floresta densa de terra firme, Caxiuanã, Município de Melgaço-PA-Brasil. *Estação Científica Ferreira Penna. Amazônia*, 7-9.
- Prinandhika, G. M., & Dewi, W. S. (2023, April). Relationship of Macrofauna and Soil Organic Carbon in Various Types of Agroforestry, Sumberejo Village, Batuwarno District, Wonogiri Regency. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1168,

- No. 1, p. 012020). IOP Publishing. DOI 10.1088/1755-1315/1168/1/012020
- Souza, G. S. D., Dan, M. L., & Araújo, J. B. S. (2016). Qualidade física do solo sob cafeeiro conilon consorciado e em monocultivo. <http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/8064>
- Souza, M. H., Vieira, B., Oliveira, A. P., & Amaral, A. (2015). Macrofauna do solo. *Enciclopédia biosfera*, 11(22). <https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1367>
- Schembergue, A., Cunha, D. A. D., Carlos, S. D. M., Pires, M. V., & Faria, R. M. (2017). Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Adaptação aos Desafios das Mudanças Climáticas no Brasil 2. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 55, 9-30. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790550101>.
- Anderson, J. M., Heal, O. W., & Swift, M. J. (1979). *Decomposition in terrestrial ecosystems* (p. 372). Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Tully, K. L., & Lawrence, D. (2012). Canopy and leaf composition drive patterns of nutrient release from pruning residues in a coffee agroforest. *Ecological Applications*, 22(4), 1330-1344. <https://doi.org/10.1890/10-2342.1>
- Gallo, D., Nakano, O., Neto, S. S., Carvalho, R. P. L., Batista, G. C., Berti Filho, E., ... & Vendramin, J. D. (1988). *Manual de entomologia agrícola*. 2 edições. Editora Agronômica Ceres Ltda., São Paulo, 649p.
- Rocha, L. G. D. S. (2018). *Dinâmica da vegetação arbustivo-arbórea em Cerrado Rupestre no Parque Estadual dos Pirineus, Goiás, em 12 anos*. (tese de Doutorado, Universidade de Brasília). Repositório Digital UNB. <http://repositorio2.unb.br/jspui/handle/10482/31510>
- Rubim, L. G. T., dos Reis Pádua, T. H., Costa, A. G., & de Souza, M. M. (2021). Registros de dieta de opiliões na Mata Atlântica (Arachnida, Opiliones). *Biotemas*, 34(3), 5.
- Voltolini, L. C., Mercadante, M. E. G., Ramos-filho, L. O., Moriconi, W., & de Queiroga, J. L. (2018). Uso da Água em Sistemas Agroflorestais. *Cadernos de Agroecologia*, 13(2), 1-10.
- Zhang, Y.; Zhang, X.; Li, X. and He, D. 2022. Interaction of microplastics and soil animals in agricultural ecosystems. *Curr. Opin. Environ. Sci. Health*. 26(1):1-8. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2022.100327>.