

## EFEITO DE USOS E MANEJOS AGRÍCOLAS DO SOLO NO SEMIÁRIDO PIAUIENSE NA MACROFAUNA E CARBONO ORGÂNICO DO SOLO

Vinicius de Sousa Araújo<sup>1</sup>, Rafael de Sousa Nobre<sup>1</sup>, Iago Hernan de Sousa Fontes Mendes<sup>2</sup>, Ana Clara Caminha de Carvalho<sup>1</sup>, Cássio de Moura Santos<sup>1</sup>, Jefrejan Souza Rezende<sup>3</sup>

**RESUMO** – Atualmente a produção e comercialização de alimentos de caráter familiar tem afetado a qualidade do solo. No semiárido nordestino, esse tipo de exploração agrícola tem sido ainda mais intenso. Nesse contexto é de fundamental importância conhecer o impacto desses tipos de usos e manejos na qualidade do solo. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito dos diferentes usos e manejos agrícolas sobre a macrofauna e carbono orgânico do solo, na região semiárida do Piauí. As áreas estudadas foram: área sob vegetação nativa preservada; área sob cultivo de milho; área sob cultivo de capim mombaça e área sob cultivo de mandioca. Foram amostradas macrofauna epígea e edáfica. Para isso foram instaladas armadilhas do tipo PROVID e retirados monólitos de solo nas camadas nas camadas de 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m. Além disso, foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m para avaliação do teor de carbono orgânico do solo. Os grupos Hymenoptera e Coleoptera ocorrem com maior frequência nas áreas cultivadas com capim mombaça, milho e mandioca, assim como na vegetação nativa preservada. A vegetação nativa preservada possui maiores valores de abundância, riqueza, diversidade e equitabilidade. A área cultivada com capim mombaça possui sistema de uso solo semelhante à vegetação nativa preservada. As áreas com cultivo de milho e mandioca diminuem a Abundância, Riqueza e os índices de diversidade e equidade da fauna, assim como os teores de carbono orgânico do solo. A Abundância, Riqueza, Índice de Shannon, Aranea, Blattodea, Coleoptera, Diplopoda, Diptera, Himenoptera, Isoptera e Pseudoescorpionida, para a macrofauna epígea, a Abundância, Riqueza, Araneae, Hymenoptera, Blattodea, para a macrofauna edáfica e o COS são sensíveis ao manejo do solo utilizado.

Palavras chave: agricultura familiar, caatinga, indicadores biológicos, qualidade do Solo.

### ***EFFECT OF AGRICULTURAL SOIL USE AND MANAGEMENT IN THE SEMI-ARID PIAUIENSE ON THE MACROFAUNA AND SOIL ORGANIC CARBON***

**ABSTRACT** – Currently, the production and commercialization of family foods has affected the quality of the soil. In the northeastern semiarid, this type of agricultural exploration has been even more intense. In this context, it is of fundamental importance to know the impact of these types of uses and managements on soil quality. The aim of this work was evaluate the effect of the different uses and agricultural managements on the macrofauna and organic carbon of the soil, in the semi-arid region of Piauí. The studied areas were: area under preserved native vegetation; area under corn cultivation; area under cultivation of mombaça grass and area under cultivation of cassava. Epigeal and edaphic macrofauna were sampled. For this purpose, PROVID-type traps were installed and soil monoliths were removed in the layers of 0.00-0.10 and 0.10-0.20 m. In addition, soil samples were collected in the 0.00-0.05 and 0.05-0.10 m layers to assess the organic carbon content of the soil. The Hymenoptera and Coleoptera groups occur more frequently in areas cultivated with mombaça grass, corn and manioc, as well as in the preserved native vegetation. The preserved native vegetation has higher values of abundance, richness, diversity and equitability. The area cultivated with mombaça grass has a land use system similar to the preserved native vegetation. Areas with maize and cassava cultivation decrease Abundance, Wealth and fauna diversity and equity indices, as well as the organic

<sup>1</sup> Estudantes de Agronomia, Campus Prof. Barros Araújo, Universidade Estadual do Piauí. E-mails: viniciussou-ara@hotmail.com; rafael.ifpi@hotmail.com; clarakaminha@gmail.com; cassiomourasantos18@gmail.com.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup>-Agrônomo. E-mail: iagoherman51@gmail.com.

<sup>3</sup> Eng<sup>o</sup>-Agrônomo, Professor Doutor, Ciência do Solo, Universidade Estadual do Piauí. E-mail: jefrejansouza@pcs.uespi.br.



*carbon content of the soil. Abundance, Wealth, Shannon's Index, Aranea, Blattodea, Coleoptera, Diplopoda, Diptera, Himenoptera, Isoptera and Pseudoescorpionida, for the epigeal macrofauna, Abundance, Wealth, Aranea, Hymenoptera, Blattodea, for the edaphic macrofauna and the edaphic macrofauna. management of the soil used.*

*Keywords: biological indicators, caatinga, family agriculture, soil quality.*

## INTRODUÇÃO

A agricultura familiar é fundamental no âmbito nacional, pois caracteriza a elevada capacidade de produção de alimentos para o consumo interno. Dessa forma assegura o sustento da família, geração de empregos e proporciona a distribuição de renda (Oliveira et al., 2017).

Atualmente a produção e comercialização de alimentos oriundos da agricultura familiar têm como ponto crucial o uso e manejo do solo, que quando realizado de forma intensiva e indiscriminada ocasiona a supressão da vegetação nativa e a deterioração da qualidade do solo, o que tem levado à sua degradação (Mota & Valladares, 2011; Arcoverde et al., 2018). Isso fica ainda mais intenso no semiárido nordestino, região caracterizada por elevadas temperaturas e evapotranspirações, com precipitações pluviométricas irregulares e solos de baixa fertilidade natural (Araújo et al., 2013; Coelho et al., 2014).

A qualidade do solo é dependente de um conjunto de indicadores químicos, físicos e biológicos que são influenciados pelos usos agrícolas do solo (Wang et al., 2012). Dentre esses indicadores, os atributos biológicos são mais sensíveis às alterações dos tipos de uso e manejo, tornando-os bons indicadores de qualidade do solo (Souza et al., 2012). Isso ocorre devido serem constituintes vivos do solo, por colonizarem a parte superficial do solo e por desempenharem várias funções no solo como decomposição e mineralização da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes (Hoffmann et al., 2018; Matsunaga et al., 2018; Silva et al., 2018; Silva et al., 2021). Dentre os atributos biológicos do solo, destacam-se o carbono da biomassa microbiana, respiração basal do solo, quociente metabólico e a diversidade, abundância e riqueza da fauna do solo.

A macrofauna do solo vem sendo bastante utilizada na avaliação dos impactos do uso da terra, devido à estreita relação com as propriedades químicas e físicas do solo e pela elevada variabilidade no tempo e no espaço (Rousseau et al., 2013). A macrofauna modifica os espaços porosos, melhora a agregação e estruturação do solo (Velásquez et al., 2012; Bottinelli et al., 2015), favorece a decomposição e mineralização da matéria orgânica do solo e regula os processos biológicos do solo (Marques et al., 2014; Santos et al., 2016).

O carbono orgânico do solo (COS) é outro atributo fundamental e que influencia diretamente na qualidade do solo, onde mudanças dos ambientes naturais para meios de cultivo alteram a sua dinâmica e provoca o seu declínio (Hickmann & Costa, 2012). Isso torna o COS um índice de qualidade do solo variável em função das adoções de práticas agrícolas (Bavoso et al., 2012). Tal característica é ainda mais importante na região semiárida, onde os solos se caracterizam por apresentar baixas concentrações de matéria orgânica, proporcionadas pelo pequeno aporte de resíduos vegetais, e pelo padrão climático que acelera o processo de decomposição (Bastos et al., 2012).

Estudos sobre a avaliação dos atributos do solo no semiárido piauiense são incipientes. Contudo, possuem relevância, pois fornecerá conhecimentos importantes sobre o diagnóstico e o monitoramento do uso e manejo do solo, visando melhores práticas de manejo pelos agricultores familiares, sem exaurir sua capacidade produtiva e tornar a convivência com o semiárido sustentável.

Diante disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito dos diferentes usos e manejos agrícolas sobre a macrofauna e carbono orgânico do solo, na região semiárida do Piauí, tendo como referência a vegetação nativa preservada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Dom Expedito Lopes, situado a sudeste do estado do Piauí na microrregião de Picos, a 289 km da capital Teresina (07°00' S e 41°39' O). O clima é do tipo BSh, semiárido quente, caracterizado por escassez de chuvas e grande irregularidade em sua distribuição, de acordo com a classificação de Köppen & Geiger. As temperaturas médias são elevadas, por volta de 27 °C e precipitação pluvial média anual de 778 mm (Exposti, 2013).

Foram selecionadas quatro áreas com solos de textura arenosa e limítrofes: área sob vegetação nativa preservada (VNP), utilizada como referência; área sob cultivo de milho (MIL); área sob cultivo de capim mombaça (MOM) e área sob cultivo de mandioca (MAN) (Figura 1). Os dados referentes à caracterização das áreas de estudo, encontram-se na Tabela 1.



Figura 1 - Áreas utilizadas no estudo. Dom Expedito Lopes, PI. Fonte: Araújo et al. (2020).

No centro de cada área de aproximadamente 1 ha foi feita uma malha (grid) amostral de dimensões 18 x 12

m (216m<sup>2</sup>). No grid foram escolhidos pontos equidistantes 6 m um do outro, totalizando 12 pontos amostrais. Esse procedimento garantiu a cobertura completa da unidade amostral.

Para determinação da macrofauna do solo foram realizados dois tipos de coleta: para a macrofauna epígea foi utilizada armadilhas do tipo PROVID segundo Antonioli et al. (2006). Essa armadilha é constituída por uma garrafa de plástico tipo Pet com capacidade de dois litros, contendo quatro aberturas na forma de janelas com dimensões de 0,06 x 0,04 m, na altura de 0,02 m de sua base. Cada armadilha foi instalada a campo, em cada ponto do grid amostral, por um período de sete dias, contendo em seu interior 200 ml de álcool 70% mais detergente neutro. Elas foram enterradas no solo de modo que os bordos dos frascos ficaram ao nível da superfície do solo. Posteriormente, as armadilhas foram coletadas e levadas ao laboratório para triagem (catação manual com pinças) e identificação, a nível de ordem, com uso de um microscópio estereoscópico (Silva et al., 2013a).

Tabela 1 - Caracterização das áreas de estudo

Local	Área (ha)	Coordenadas geográficas	Altitude (m)	Histórico de uso da terra	Manejo do solo
VNP	0,05	07° 00' 30" S; 41° 39' 19" O	416	· Não há relatos de uso da terra	· Não manejada
MIL	0,05	07° 00' 28" S; 41° 39' 12" O	413	· Há mais de 20 anos, o local foi desmatado e preparado para cultivo de milho, que permanece até hoje, sendo cultivada a cada dois anos e com um período de pousio de 1 ano.	· Plantio manual, com espaçamento de 0,50 x 1,00 m, após aração mecanizada sem gradagem; · Não há correção do solo; · Sem adubação recente; · Cultivo de sequeiro · Tratos culturais: capina manual, com material vegetal mantido sobre o solo, ao final de cada cultivo, permanecendo por um ano sobre a área e incorporado ao solo no início do próximo plantio.
MOM	0,05	07° 00' 26" S; 41° 39' 18" O	406	· Há mais de 20 anos o local foi desmatado e preparado para o cultivo do milho, onde o mesmo foi cultivado até Junho de 2018, quando a área foi usada para o cultivo do Capim Mombaça para atender a demanda do gado pela pastagem. · No momento da amostragem a cultura encontrava-se após terceiro corte	· Preparo do solo com aração animal sem uso de gradagem; · Sem correção de acidez do solo; · Adubação orgânica com esterco bovino aliada a adubação química com superfosfato simples (200 kg ha <sup>-1</sup> ) e sulfato de amônio (40 kg ha <sup>-1</sup> ), sendo as últimas aplicações há 90 e 45 dias, respectivamente; · Uso de irrigação por gotejamento, com frequência a cada dois dias, de acordo com a necessidade da cultura; · Não há incremento de material vegetal, visto que o mesmo é usado como alimento para o gado.

Continua...

Tabela 1 - Cont.

Local	Área (ha)	Coordenadas geográficas	Altitude (m)	Histórico de uso da terra	Manejo do solo
MAN	0,05	07° 00' 24"S; 41° 39' 20"O	404	· Há mais de 70 anos, a área foi desmatada, queimada e preparada para o plantio de mandioca sendo também cultivado feijão.	· Preparo do solo com aração animal; · Sem correção de acidez; · A área nunca foi adubada; · Cultivo de sequeiro; · Tratos culturais: capina manual.

Fonte: Araújo et al. (2020).

A segunda forma de coleta da macrofauna do solo foi através da retirada de cinco monólitos de solo, de 0,25 x 0,25 m de lado nas camadas 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m, de forma representativa em cada grid amostral. Posteriormente, as amostras de solo foram acondicionadas em sacos de polietileno e levadas ao laboratório, onde foi feita uma triagem (catação manual) utilizando pinças, sendo os organismos colocados em béquer contendo álcool etílico a 70%, com posterior identificação, com o auxílio de um microscópio estereoscópico.

Para avaliação da macrofauna foi calculado, de acordo com Odum (1998) os seguintes índices:

*Frequência relativa*: Porcentagem de cada grupo taxonômico identificado em relação ao total, onde permite avaliar qual ou quais grupos taxonômicos predominam em determinado uso e manejo do solo.

*Abundância Total*: Número de indivíduos, em cada tratamento, somando todos os grupos taxonômicos.

*Riqueza Total*: Número de grupos taxonômicos identificados em cada tratamento.

*Índice de Shannon (H)*: Mede a diversidade dos grupos taxonômicos presentes em cada tratamento, calculado pela equação  $H = -\sum(\pi \log \pi)$

Em que:  $\pi = n_i/N$ ;  $n_i$  = abundância de cada grupo,  $N$  = abundância total. No caso da presente pesquisa,  $\pi$  foi considerado o grupo taxonômico de ordem.

*Índice de Pielou (E)*: Mede a equabilidade (homogeneidade) dos grupos taxonômicos presentes em cada tratamento, calculado pela equação  $E = H/\log S$

Em que:  $H$  é o índice de Shannon e  $S$  é o número de grupos taxonômicos identificados ou riqueza. Na presente pesquisa,  $S$  representou o número de ordens em cada tratamento analisado.

Para determinação do COS, cada área amostral (grid) foi dividida em três subáreas homogêneas, onde

foram retiradas, em cada subárea 10 amostras simples e formadas uma amostra composta, com a utilização de um trado holandês nas camadas de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m, totalizando seis amostras compostas por área. As amostras foram identificadas, secas a sombra e enviadas ao laboratório, para análise.

O COS foi extraído através da oxidação da matéria orgânica pelo dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) 0,020 mol L<sup>-1</sup> e determinado por titulação com sulfato ferroso amoniacal (sal de Mohr) 0,005 mol L<sup>-1</sup>, de acordo com Yeomans & Bremner (1988).

Em função das semelhanças das áreas estudadas, em relação à posição na paisagem, classe textural e topografia, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. Os índices de Shannon e Pielou e o COS foram submetidos a uma análise de variância pelo teste F ( $\leq 0,05$ ) e quando foram constatadas diferenças significativas foi aplicado o teste de Tukey a 5 % de probabilidade. As análises foram realizadas com auxílio do programa SISVAR versão 5.3 (Ferreira, 2011).

Também foi realizada a análise de componentes principais (ACP) e a análise de agrupamento (AA). A ACP foi aplicada com o objetivo de selecionar as variáveis que melhor responderam ao efeito dos usos e manejos na região. As variáveis foram selecionadas com base na correlação entre cada variável e componente principal, sendo a correlação maior ou igual a 0,7 significativa (Arruda et al., 2015). Esse critério diz que o número de componentes principais necessários para serem usados na interpretação dos resultados, seria baseado na explicação de no mínimo 70% da variabilidade total dos dados. A AA foi aplicada com o objetivo de separar as áreas em de grupos similares. A medida de dissimilaridade empregada foi a distância euclidiana e o algoritmo de WARD, como método de aglomeração e os resultados apresentados na forma de dendrograma. As análises foram realizadas com o auxílio do Programa XLSTAT, 2020.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os 10 grupos taxonômicos descritos, em relação à fauna epígea os hymenopteras, coleopteras e araneae apresentaram maior representatividade dentre dos sistemas trabalhados (Tabela 2).

Tabela 2 - Frequência relativa (%), Abundância Total, Riqueza Total e índices de Shannon e Pielou dos grupos taxonômicos da fauna invertebrada epígea sob usos e manejos do solo

Grupo	VNP	MIL	MOM	MAN
----- (%) -----				
Hymenoptera	77,24	91,52	89,46	84,52
Coleoptera	18,85	5,87	4,13	12,24
Araneae	1,38	1,30	1,68	1,53
Isoptera	0,08	0,00	0,00	0,00
Blattodea	0,23	0,22	0,15	0,00
Orthoptera	0,15	0,43	4,05	0,34
Pseudoscorpionida	0,00	0,43	0,08	0,85
Diptera	0,84	0,00	0,08	0,51
Homoptera	0,00	0,00	0,38	0,00
Diplopoda	1,23	0,22	0,00	0,00
Abundância Total	1305,00	460,00	1309,00	588,00
Riqueza Total	8,00	7,00	8,00	6,00
Índice de Shannon (H)	0,69 A	0,38 D	0,47 C	0,55 B
Índice de Pielou (E)	0,77 A	0,45 D	0,52 C	0,70 B

Nota: VNP, vegetação nativa preservada; MIL, área sob cultivo de milho; MOM, área sob cultivo de capim Mombaça; MAN, área sob cultivo de mandioca.

Fonte: Araújo et al. (2020).

O grupo dos hymenopteras apresentou maior frequência entre os sistemas MIL (91,52%), MOM (89,46%), MAN (84,52%) e a VNP (77,24%) (Tabela 2). Esse grupo se destaca entre os mais importantes da fauna do solo, por atuar na mineralização da matéria orgânica, estruturação do solo, ciclagem de nutrientes, dispersão de sementes e predação (Bolicio et al., 2012; Brito et al., 2016; Guimarães et al., 2021).

O segundo grupo com maior representatividade foi o coleoptera representando uma frequência relativa de 18,85% (VNP), 12,24% (MAN), 5,87% (MIL) e 4,13% (MOM). A maior frequência relativa na VNP pode ser atribuída à atuação destes como predadores. Além disso,

é um dos grupos que mais se adaptam a ecossistemas mais preservados (Martins et al., 2017).

O grupo araneae foi o terceiro de maior representatividade, com uma frequência relativa variando de 1,30 a 1,68% (Tabela 2). Estes organismos são predadores na cadeia trófica e podem atuar no controle biológico de pragas nos agroecossistemas, além de serem capazes de viver em vários habitats, tendo uma grande adaptabilidade e sua alimentação é basicamente composta de insetos. Isso explica sua abundância em todos os sistemas, pois é favorecida pela disponibilidade de alimento (Barreta et al, 2011; Brito et al., 2016).

Com relação à abundância e riqueza total, houve um predomínio nos sistemas VNP e MOM (Tabela 2). Isso pode estar relacionada à presença de restos vegetais recentes, e sistema radicular mais desenvolvido nessas áreas, o que resulta em maior liberação de nutrientes e carbono e, com isso melhora a agregação e estruturação do solo, fato que proporciona alimento e habitat para os invertebrados (Pereira et al., 2015). Além disso, os maiores valores encontrados no MOM em relação às áreas de MIL e MAN se deve possivelmente ao tipo de manejo adotado, pois é a única área irrigada, com aplicação de adubos orgânicos e mineral e sem revolvimento do solo.

Para os índices avaliados, o índice de diversidade de Shannon (H) e de equabilidade de Pielou (E), obtiveram baixa variação entre os sistemas (Tabela 2) provavelmente pelo fato da dominância dos grupos hymenoptera, coleoptera e araneae. A superioridade de um ou mais grupos taxonômicos proporciona baixos índices, que é indicio de uma menor diversidade nos sistemas avaliados (Silva et al., 2013b). Isso pode explicar os baixos índices na área de MOM, apesar da mesma ter apresentando uma maior abundância.

Para área de VNP foi verificado os maiores índices de H e E (Tabela 2), proporcionado pelo aporte de material vegetal no solo, entre tudo possibilitando criar um habitat e também favorecendo o aumento da disponibilidade de alimento para a fauna invertebrada (Pereira et al., 2015). De acordo com Nunes et al. (2020) é comum um aumento do número de grupos e do número de indivíduos por grupo, na serapilheira devido à maior disponibilidade de fonte de energia, que favorecem a reprodução dos invertebrados.

Quanto à frequência relativa das ordens da macrofauna edáfica as áreas de VNP e MOM apresentaram presença de larvas nas duas camadas avaliadas (Tabela 3). Alguns grupos depositam suas larvas em locais onde a uma maior predominância de matéria vegetal em decomposição para que se desenvolvam (ROSA et al., 2015).



Tabela 3 - Frequência relativa (%), Abundância Total, Riqueza Total e índices de Shannon e Pielou dos grupos taxonômicos da fauna invertebrada edáfica sob usos e manejos do solo

Grupo	VNP	MIL	MOM	MAN
----- (%) -----				
Hymenoptera-1	8,70	0,00	8,33	0,00
Hymenoptera-2	0,00	0,00	0,00	0,00
Coleoptera-1	13,04	0,00	8,33	100,00
Coleoptera-2	8,33	0,00	0,00	0,00
Araneae-1	8,70	0,00	0,00	0,00
Araneae-2	12,50	0,00	0,00	0,00
Isoptera-1	26,09	0,00	0,00	0,00
Isoptera-2	20,83	0,00	0,00	60,00
Acarina-1	0,00	0,00	0,00	0,00
Acarina-2	4,17	0,00	0,00	0,00
Diplopoda-1	17,39	0,00	0,00	0,00
Diplopoda-2	0,00	0,00	0,00	40,00
Larvas-1	20,09	0,00	83,33	0,00
Larvas-2	54,17	0,00	100,00	0,00
Abundância Total-1	23,00	0,00	12,00	2,00
Abundância Total-2	24,00	0,00	9,00	5,00
Riqueza Total-1	6,00	0,00	3,00	1,00
Riqueza Total-2	5,00	0,00	1,00	2,00
Índice de Shannon (H)-1	1,69 A	0,00 B	0,57 B	0,00 B
Índice de Shannon (H)-2	1,26 A	0,00 B	0,00 B	0,67 B
Índice de Pielou (E)-1	2,17 A	0,00 C	1,19 B	0,00 C
Índice de Pielou (E)-2	1,80 A	0,00 C	0,00 C	2,22 B

Nota: VNP, vegetação nativa preservada; MIL, área sob cultivo de milho; MOM, área sob cultivo de capim mombaça; MAN, área sob cultivo de mandioca. Os números 1 e 2 representam as camadas 0,0-0,10 m e 0,10-0,20 m respectivamente.

Fonte: Araújo et al. (2020).

Os isópteros foi o grupo que apresentou o segundo maior predomínio dentre os sistemas, na área de VNP-1 (26,09%) VNP-2 (20,83) e na área de MAN-2 (60,00%) (Tabela 3). Isso se dá ao aporte e diversidade da matéria orgânica do solo e a ação das raízes, que favorece o aumento da infiltração e retenção de água no solo e a melhoria da estrutura do solo (Serpa et al., 2020).

Os sistemas que obtiveram uma maior abundância e riqueza foram a VNP e MOM para as duas camadas citadas (Tabela 3). A área de VNP é composta por um grande aporte de material vegetal, favorecendo assim o

número de indivíduos relatados dentre as duas camadas. A área de MOM apesar da maior parte do material vegetal ser retirado para uso, na alimentação animal (Tabela 1), os resíduos vegetais remanescentes, o sistema radicular bem desenvolvido, que melhora a porosidade e agregação do solo e o uso do sistema de irrigação favorece o desenvolvimento da fauna (Salton & Tomazi, 2014).

A área de VNP obteve maior diversidade dentre os grupos taxonômicos observados, comparado com a área de MIL que não foi verificado valor significativo. E a área de MAN que teve baixo número de fauna (Tabela 3). Isso pode ser resultado do manejo convencional aplicado nas áreas de MIL e MAN, com revolvimento do solo, com uso de aração mecânica e animal, sem a prática da adubação orgânica ou química recente e cultivo de sequeiro (Tabela 1). Segundo Pessotto et al. (2020) o manejo do solo, quando realizado de forma convencional reduz a abundância e diversidade dos organismos. Nunes et al. (2020) relataram que a diversidade de material vegetal proporcionado pela floresta e a manutenção desse material sobre o solo favorece a ocorrência de uma maior diversidade de fauna.

A área MOM, obteve menor E comparado a VNP, que teve maiores índices dessa variável em relação às áreas MIL e MAN para a camada 0-10 cm (Tabela 3). Essa superioridade pode ser explicada devido à área de MOM ser irrigada e de capim, que é uma cobertura viva natural e por haver um maior aporte orgânico, pelos resíduos deixados sobre o solo, quando o capim é cortado para alimentação animal. Esses resíduos incorporados ao solo e as raízes bem desenvolvidas constituem fontes de matéria orgânica que serve de alimento e melhora as características químicas, físicas e biológicas do solo (Salton & Tomazi, 2014; Pereira et al., 2015).

Ainda, para o E, em ambas as camadas, a área de MIL teve os menores valores (Tabela 3). Isso pode estar associado ao cultivo convencional, com a utilização de máquinas para processos como aração, sem manter a cobertura do solo.

Para os teores COS os maiores valores foram verificados no sistema MOM e VNP, na camada 0,00-0,05m (Figura 2a). O maior valor de COS na área de MOM em relação às áreas de MIL e MAN pode ser explicado pela alta capacidade de aporte de material vegetal pelas gramíneas forrageiras, inclusive pela decomposição das raízes e pelo não revolvimento do solo (Campos et al., 2016; Santos et al., 2019). Já o teor de COS na VNP pode ser explicado pela ausência de revolvimento do solo e remoção de serrapilheira na floresta e pela lenta decomposição dos resíduos vegetais (Sales et al., 2018; Santos et al., 2019).

Na camada 0,05-0,10 m o sistema MOM (19,79 g kg<sup>-1</sup>) apresentou um teor de COS superior às áreas de VNP (12,26 g kg<sup>-1</sup>), MIL (6,86 g kg<sup>-1</sup>) e MAN (5,20 g kg<sup>-1</sup>) (Figura 2b). Isso pode estar associado ao sistema radicular do capim, que por ser abundante e volumoso exibe um efeito rizosférico, atraindo microrganismos benéficos ao desenvolvimento da cultura, o que favorece a decomposição liberação de nutrientes e contribui para a formação da matéria orgânica do solo, (Andréa et al., 2004; Santos et al., 2019).

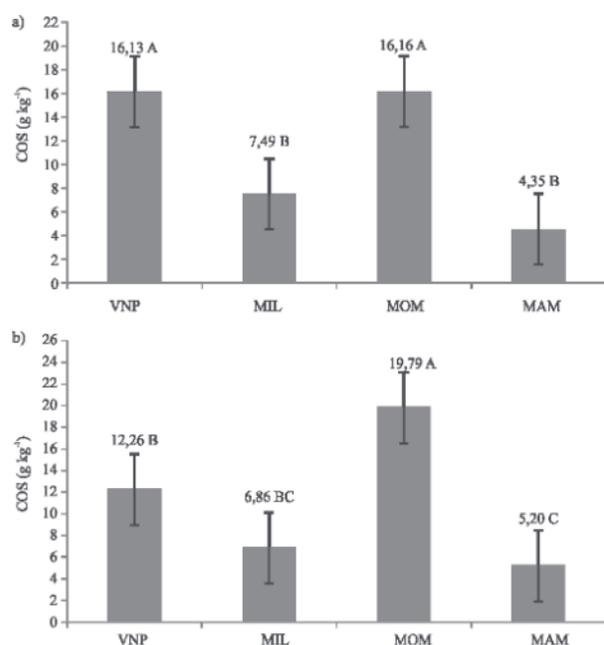


Figura 2 - Resultados do teor de carbono orgânico no solo (COS), nas camadas 0,00 - 0,05 m e 0,05-0,10 m, em áreas sob Vegetação Nativa Preservada (VNP), cultivo de milho (MIL), cultivo de capim Mombaça (MOM) e cultivo de mandioca (MAM).

Fonte: Araújo et al. (2020).

Com relação ao percentual de variação da análise dos componentes principais observou-se que o componente principal 1 (CP1) explicou 51,32% e o componente principal 2 (CP2) explicou 33, 63% da variabilidade da macrofauna epigea e do COS (Figura 3).

Os componentes principais (Figura 3) mostraram que as variáveis Hymenoptera, Araneae, Riqueza, Abundância e COS com autovetores positivos e as

variáveis Blattodea, Coleóptera, Isoptera, Diplopoda, Díptera e os Índices de Shannon e Pielou com autovetores negativos foram influenciados pela VNP. As variáveis Orthoptera e Homoptera com autovetores positivos foram influenciados pelo sistema MOM. Isso pode ser justificado pela disponibilidade de material vegetal disposto onde consequentemente propicia um habitat e uma diversidade de alimento para os invertebrados, proporcionando também uma maior equitabilidade e diversidade de espécies (Pereira et al., 2015).

No entanto, a ordem Pseudoscorpionida foi influenciada pelas áreas de MIL e MAN (Figura 3). A capacidade predatória dos Pseudoscorpionidas, comum em locais com baixa disponibilidade de alimento, pode explicar a predominância dessa ordem (Aguar & Bührnheim, 2011).

As ordens Hymenoptera, Araneae, Homoptera e Orthoptera, bem como os índices de Abundância e Riqueza, tiveram uma forte associação com o COS nas áreas de MOM e VNP (Figura 3). Isso aponta para uma influência positiva da matéria orgânica presente nessas áreas para esses organismos. Ambientes que favorecem um maior acúmulo de matéria orgânica tendem a apresentar um maior número de fauna invertebrada, pois atuam na conservação da biodiversidade (Lima et al., 2019b).

Na análise de agrupamento observou-se a formação de dois grupos distintos entre os sistemas de manejo e a vegetação nativa preservada (G1 e G2) (Figura 4). O G1 foi composto pelos sistemas VNP e MOM, provavelmente devido a abundância e a riqueza mostrada nas duas áreas, pois se faz predominante um maior aporte de material vegetal no solo como também a influência do manejo adotado nas áreas.

O grupo G2 foi formado pelos sistemas (MIL e MAN), que obtiveram um distanciamento dentre os outros sistemas, principalmente a VNP, indicando uma deterioração dos atributos da fauna do solo, mostrando que o manejo utilizado é inadequado e insustentável.

As variáveis que explicaram consideravelmente as variações dos dados foram Abundância, Riqueza, Índice de Shannon (H), Araneae, Blattodea, Coleóptera, Diplopoda, Díptera, Hymenoptera, Isoptera e Pseudoscorpionida, que se correlacionaram expressivamente com o CP1, com ênfase para os grupos Blattodea e Isoptera que apresentaram correlação acima de 0,9 (Tabela 4). Isso indica que esses atributos são mais sensíveis à influência do manejo utilizado nos sistemas, podendo serem selecionados para monitoramento em estudos posteriores.



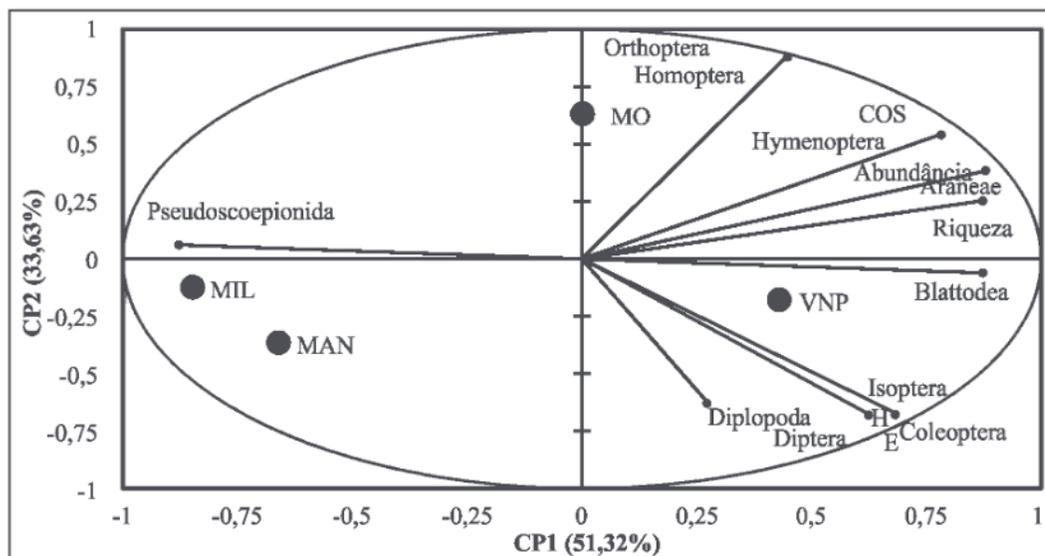


Figura 3 - Representação gráfica da análise de componentes principais entre as quatro áreas de estudo e os grupos taxonômicos da fauna epígea e o carbono orgânico do solo no semiárido piauiense. VNP: Vegetação nativa preservada; MIL: Cultivo convencional de milho; MOM: Cultivo convencional de mombaça; MAN: Cultivo convencional de mandioca

Fonte: Araújo et al. (2020).

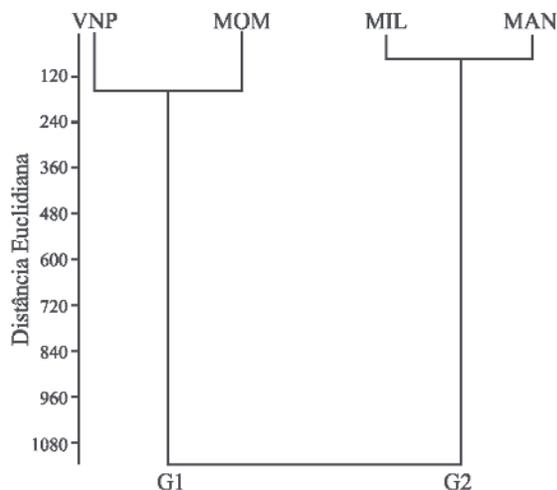


Figura 4 - Dendrograma de similaridade construído a partir das médias dos atributos da fauna epígea e edáfica, nas diferentes áreas em estudo no semiárido piauiense. VNP: Vegetação nativa preservada; MIL: Cultivo convencional de milho; MOM: Cultivo convencional de mombaça; MAN: Cultivo convencional de mandioca.

Fonte: Araújo et al. (2020).

Tabela 4 - Correlação entre cada componente principal e a macrofauna epígea em amostras coletadas pelo método PROVID em áreas sob usos agrícolas no semiárido piauiense

Variável	CP1	CP2	CP3
Araneae	0,72*	0,61	0,31
Blattodea	0,94*	0,22	-0,25
Coleoptera	0,89*	-0,43	0,11
Diplopoda	0,89*	-0,43	-0,13
Diptera	0,85*	-0,49	0,15
Hymenoptera	0,76*	0,60	0,23
Homoptera	0,09	0,97*	0,21
Isopoda	0,90*	-0,41	-0,07
Orthoptera	0,09	0,97*	0,21
Pseudoscorpionida	-0,80*	-0,34	0,49
Abundância Total	0,86*	0,45	0,23
Riqueza Total	0,79*	0,52	-0,30
Índice de Shannon (H)	0,76*	-0,45	0,45
Índice de Pielou (E)	0,56	-0,59	0,57
Variância absoluta (%)	51,32	33,63	15,05
Variância acumulada (%)	51,32	84,95	100,00

Nota: CP: Componente principal \* Valores são significativos.

Fonte: Araújo et al. (2020).

Com relação à análise dos componentes principais da macrofauna edáfica (Tabela 5) as variáveis que se correlacionaram significativamente com a CPI foram abundância, riqueza, Araneae, Hymenoptera, Blattodea e COS, fato este que explica, que estas variáveis são mais sensíveis a influência do manejo utilizado ao longo do tempo nos sistemas podendo ser usadas para monitorar os impactos do manejo na qualidade do solo (Pereira et al., 2015).

Tabela 5 - Correlação entre cada componente principal e a macrofauna do solo em amostras coletadas pelo método do monólito de solo nas camadas 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m em áreas sob usos agrícolas no semiárido piauiense

Variável	CP1	CP2	CP3
Acarina	0,55	-0,77*	-0,17
Aranae	0,87*	-0,38	-0,28
Coleopera	0,62	-0,67	-0,38
Diplopoda	0,27	-0,62	0,73*
Hymenoptera	0,87*	0,38	-0,28
Isopera	0,68	-0,67	0,28
Blattodea	0,87*	-0,06	0,48
Orthoptera	0,44	0,88*	-0,15
Pseudoscoepionida	-0,87	0,06	-0,48
Diptera	0,62	-0,67	-0,38
Homoptera	0,44	0,88*	-0,15
Larvas	0,63	-0,51	0,56
Abundância	0,87*	0,38	-0,28
Riqueza	0,87*	0,25	0,42
Índice de Shannon (H)	0,62	-0,67	-0,38
Índice de Pielou (E)	0,62	-0,67	-0,38
COS	0,77*	0,54	0,31
Variância absoluta (%)	59,95	17,42	23,34
Variância acumulada (%)	59,95	77,37	100,00

Nota: CP: Componente principal \* Valores são significativos.

Fonte: Araújo et al. (2020).

## CONCLUSÃO

Os grupos Hymenoptera e Coleoptera ocorrem com maior frequência nas áreas cultivadas com capim

mombaça, milho e mandioca, assim como na vegetação nativa preservada.

A vegetação nativa preservada possui maiores valores de abundância, riqueza, diversidade e equitabilidade.

A área cultivada com capim mombaça possui sistema de uso solo semelhante à vegetação nativa preservada.

As áreas com cultivo de milho e mandioca diminuem a Abundância, Riqueza e os índices de diversidade e equidade da fauna, assim como os teores de carbono orgânico do solo.

A Abundância, Riqueza, Índice de Shannon, Aranae, Blattodea, Coleoptera, Diplopoda, Diptera, Himenoptera, Isoptera e Pseudoscorpionida, para a macrofauna epigea, a Abundância, Riqueza, Aranae, Hymenoptera, Blattodea, para a macrofauna edáfica e o COS são sensíveis ao manejo do solo utilizado.

## LITERATURA CITADA

- AGUIAR, N.O.; BÜHRNHEIM, P.F. Pseudoscorpionida (Arachnida) em galerias de colônias de Passalidae (Coleoptera, Insecta) em troncos caídos em floresta de terra firme da Amazônia, Brasil. *Acta Amazônica*, v.41, n.2, p.311-320, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672011000200018>
- ANTONIOLLI, Z.I.; CONCEIÇÃO, P.C.; BOCK, V.; PORT, O.; SILVA, D.M.; SILVA, R.F. Método Alternativo Para Estudar a Fauna do Solo. *Ciência Florestal*, v.16, n.4, p.407-417, 2006. <https://doi.org/10.5902/198050981922>
- ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; GUILHERME, L.R.G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.2, p.179-186, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004000200012>
- ARAÚJO, E.V.S.B.; ARAÚJO, M.S.B.; SAMPAIO, Y.S.B. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no nordeste do Brasil. *Revista de Geografia*, v.22, n.1, p.90-112, 2013.
- ARCOVERDE, S.N.S.; CORTEZ, J.W.; PEREIRA, J.S. Atributos Físicos de Solos em Áreas sob Diferentes Usos no Semiárido Baiano. *Holos*, v.4, n.34, p.65-77, 2018. <https://doi.org/10.15628/holos.2018.6418>
- ARRUDA, L.E.V. JEANE, C.P.; VANIA, C.N.P.; MIGUEL, F.N.; SAFIRA, Y.A.M.S.; MARIA, C.C.D.; TARCISIO, J.O.F.; SIO, J.E.O.F.T.I. Oxisolphysical attributes under different agricultural uses in Brazil. *African Journal of*



- Agricultural Research*, v.10, n.48, p.4331-4337, 2015. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.10045>
- BARETTA, D.; SANTOS, J.; SEGAT, J.C.; GEREMIA, E.V.; OLIVEIRA FILHO, L.C.I.; ALVES, M.V. Fauna edáfica e qualidade do solo. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A.L.; GATIBONI, L.C. (Ed.). *Tópicos em Ciência do Solo*: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1.ed. Viçosa: SBSCS, 2011. p.119-170.
- BASTOS, E.A. NASCIMENTO, S.P.; SILVA, E.M.; FREIRE FILHO, F.R.; GOMIDE, R.L. Identification of cowpea genotypes for drought tolerance. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n.1, p.100-107, 2012. <https://doi.org/10.1590/s1806-66902011000100013>
- BAVOSO, M.A.; SILVA, A.P.; FIGUEIREDO, G.C.; TORMENA, C.A.; GIAROLA, N.F.B. Resiliência física de dois latossolos vermelhos sob planto direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, n.6, p.1892-1904, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000600023>
- BOLICO, C.F.; OLIVEIRA, E.A.; GANTES, M.L.; DUMONT, L.F.C.; CARRASCO, D.S.; D'INCAO, F. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) de duas marismas do Estuário da Lagoa dos Patos, RS: diversidade, flutuação de abundância e similaridade como indicadores de conservação. *EntomoBrasilis*, v.5, p.11-20, 2012. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v5i1.147>
- BOTTINELLI, N.; JOUQUET, P.; CAPOWIEZ, Y.; PODWOJEWSKI, P.; GRIMALDI, M.; PENG, X. Why is the influence of soil macrofauna on soil structure only considered by soil ecologists? *Soil and Tillage Research*, v.146, p.118-124, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.01.007>
- BRITO, M.F.; TSUJIGUSHI, B.P.; OTSUBO, A.A.; SILVA, R.F.; MERCANTE, F.M. Diversidade da fauna edáfica e epigeica de invertebrados em consórcio de mandioca com adubos verdes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.51, n.3, p.253-260, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000300007>
- CAMPOS, M.C.C.; SOARES, M.D.R.; NASCIMENTO, M.F.; SILVA, D.M.P. Estoque de carbono no solo e agregados em Cambissolo sob diferentes manejos no sul do Amazonas. *Revista Ambiente e Água*, v.11, n.2, p.339-349, 2016. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1819>
- COELHO, V.H.R.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; ALMEIDA, C.N.; LIMA, E.R.V.; RIBEIRO NETO, A.; MOURA, G.S.S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.1, p.64-72, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000100009>
- EXPOSTI, K.D. *Classificação climática de Köppen-Geiger*. UNESP, 2013. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/geografia/classificacao-climatica-de-koppen-geiger/>>. Acessado em: 15 Mai. 2019.
- FERREIRA D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- GUIMARÃES, N.F.; GALLO, A.S.; SILVA, V.R.; FONTANETTI, A.; FUJIHARA, R.T.; CARVALHO, E.M. Soil fauna associated with different cultivation systems. *Research, Society and Development*, v.10, n.2, e54610212787, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12787>
- HICKMANN, C.; COSTA, L. M. Estoque de carbono no solo e agregados em Argissolo sob diferentes manejos de longa duração. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.10, p.1055-1061, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012001000004>
- HOFFMANN, R.B.; MOREIRA, E.E.A.; HOFFMANN, G.S.S.; ARAÚJO, N.S. Efeito do manejo do solo no carbono da biomassa microbiana. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v.1, n.1, p.168-178, 2018.
- LIMA, S.S.; BENAZZI, E.S.; OLIVEIRA, N.C.R.; LEITE, L.F.C. Diversidade da fauna epigeica em diferentes sistemas de manejo no semiárido. *Revista Agrarian*, v.12, n.45, p.328-337, 2019a. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i45.8975>
- LIMA, S.S. CABREIRA, W.; SILVA, R.G.; SILVA, R.M.; SANTOS, R.N.; FERNANDES, D.A.C.; PEREIRA, M.G. Diversidade da fauna epigeica sob diferentes coberturas vegetais no jardim botânico da UFRRJ. *Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade*, v.1, n.2, p.69-80, 2019b. <https://doi.org/10.22533/at.ed.4611901108>
- MARQUES D.M.; SILVA, A.B.; SILVA, L.M.; MOREIRA, E.G.; PINTO, G.S. Macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v.30, n.5, p.1588-1597, 2014. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/biblio-946715>
- MATSUNAGA, W.K.; RODRIGUES, H.J.B.; RODRIGUES, P.G. Atributos Microbiológicos de Solo, relacionados às Atividades da Microfauna em Solo na Floresta Amazônica. *Anuário do Instituto de Geociências*, v.41, n.3, p.630-638, 2018. [http://dx.doi.org/10.11137/2018\\_3\\_630\\_638](http://dx.doi.org/10.11137/2018_3_630_638)

- MARTINS, L.F.; PEREIRA, J.M.; TONELLI, M.; BARETTA, D. Composição da macrofauna do solo sob diferentes usos da terra (cana-de-açúcar, eucalipto e mata nativa) em Jacutinga (MG). *Revista Agrogeoambiental*, v.9, n.1, p.11-22, 2017. <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v9n12017913>
- MOTA, L.H.S.O.; VALLADARES, G.S. Vulnerabilidade à degradação dos solos da Bacia do Acaraú, Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n.1, p.39-50, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000100006>
- NUNES, L.A.P.L.; PESSOA, M.M.; ARAUJO, A.S.F.; SOUSA, R.S.; SILVA, J.D.C.; LEITE, L.F.C.; BARBOSA, L.R. Characterization of edaphic fauna in different monocultures in Savanna of Piauí. *Brazilian Journal of Biology*, v.81, n.3, p.657-664, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.228799>
- ODUM, E.P. *Ecologia*. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. 434p.
- OLIVEIRA, A.N.; OLIVEIRA, A.N.; SILVA, K.R.; SILVA, L.J.A.; MELLO, A.H. Atributos Químicos de Solo Sob Diferentes Sistemas de Uso e Manejo no Projeto de Assentamento Veneza - São Domingos do Araguaia, PA. *Agroecossistemas*, v.9, n.1, p.170-179, 2017. <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v9i1.4781>
- PEREIRA, J.M.; BARETTA, D.; CARDOSO, E.J.B.N. Fauna edáfica em florestas com Araucária. In: CARDOSO, E.J.B.N.; VASCONCELLOS, R.L.F. (Ed.). *Floresta com Araucária: composição florística e biota do solo*. Piracicaba: FEALQ, 2015. p.153-180.
- PESSOTTO, M.D.F.; SANTANA, N.A.; JACQUES, R.J.S.; FREIBERG, J.A.; MACHADO, D.N.; PIAZZA, E.M.; ROSA NETO, L.; ANTONIOLLI, Z.I. Relação do uso do solo com a diversidade e atividade da fauna edáfica. *Nativa*, v.8, n.3, p.397-402, 2020. <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i3.9769>
- ROSA, M.G.; KLAUBERG FILHO, O.; BARTZ, M.L.C.; MAFRA, A.L.; SOUSA, J.P.F.A.; BARETTA, D. Macrofauna edáfica e atributos físicos e químicos em sistemas de uso do solo no planalto catarinense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.39, n.6, p.1544-1553, 2015. <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20150033>
- ROUSSEAU, L.; FONTE, S.J.; TÉLLEZ, O.; VAN DER HOEK, R.; LAVELLE, P. Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. *Ecological Indicators*, v.27, n.1, p.71-82, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.11.020>
- SALES, A.; SILVA, A.S.; VELOSO, C.A.C.; CARVALHO, E.J.M.; MIRANDA, B.M. Carbono Orgânico e Atributos Físicos do Solo Sob Manejo Agropecuário Sustentável na Amazônia legal. *Colloquium Agrariae*, v.14, n.1, p.01-15, 2018. <https://doi.org/10.5747/ca.2018.v14.n1.a185>
- SALTON, J.C.; TOMAZI, M. *Sistema radicular de plantas e qualidade do solo*. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. 6p. (Comunicado Técnico, 198).
- SANTOS, C.E.; REZENDE, C.P.; PINHEIRO, E.F.M.; PEREIRA, J.M.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Changes in soil carbon stocks after land-use change from native vegetation to pastures in the Atlantic forest region of Brazil. *Geoderma*, v.337, p.394-401, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.09.045>
- SANTOS, D.P.; SANTOS, G.G.; SANTOS, I.L.; SCHOSSLER, T.R.; NIVA, C.C.; MARCHÃO, R.L. Caracterização da macrofauna edáfica em sistemas de produção de grãos no Sudoeste do Piauí. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.51, n.9, p.1466-1475, 2016. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2016000900045>
- SERPA, K.M.; MONTEIRO, F.N.; FALCÃO, K.S.; MENEZES, R.S.; FERREIRA, R.S.; PANACHUKI, E. Atributos físicos e teor de matéria orgânica em área de Cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. *Research, Society and Development*, v.9, n.3, p.e131932399, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2399>
- SILVA, A.O.; COSTA, A.M.; TEIXEIRA, A.F.C.; GUIMARÃES, A.A.; SANTOS, J.V.; MOREIRA, F.M.S. Soil microbiological attributes indicate recovery of an iron mining area and of the biological quality of adjacent phytophysionomies. *Ecological Indicators*, v.93, p.142-151, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.04.073>
- SILVA, C.F.; MARTINS, M.A.; SILVA, E.M.R.; PEREIRA, M.G.; CORREIA, M.E.F. Influência do sistema de plantio sobre atributos dendrométricos e fauna edáfica em área degradada pela extração de argila. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37, n.6, p.1742-1751, 2013a. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000600030>
- SILVA, M.O.; SANTOS, M.P.; SOUZA, A.C.P.; SILVA, R.L.V. Qualidade do solo: indicadores biológicos para um manejo sustentável. *Brazilian Journal of Development*, v.7, n.1, p.6853-6875, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-463>
- SILVA, R.F.; CORASSA, G.M.; BERTOLLO, G.M.; SANTI, A.L.; STEFFEN, R.B. Fauna edáfica influenciada pelo uso de culturas e consórcios de cobertura do solo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.43, n.2, p.130-137, 2013b. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632013000200001>



SOUZA, R.A.; TELLES, T.S.; MACHADO, W.; HUNGRIA, M.; TAVARES FILHO, J.; GUIMARÃES, M.F. Effects of sugarcane harvesting with burning on the chemical and microbiological properties of the soil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v.155, p.1-6, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.03.012>

VELÁSQUEZ, E.; FONTE, S.J.; BAROT, S.; GRIMALDI, M.; DESJARDINS, T.; LAVELLE, P. Soil macrofauna-mediated impacts of plant species composition on soil functioning in Amazonian pastures. *Applied Soil Ecology*, v.56, p.43-50, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2012.01.008>

WANG, B.; XUE, S.; LIU, G.B.; ZHANG, G.H.; LI, G.; REN, Z.P. Changes in soil nutrient and enzyme activities under different vegetations in the Loess Plateau area, Northwest China. *Catena*, v.92, n.1, p.186-195, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2011.12.004>

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.19, n.13, p.467-476, 1988. <https://doi.org/10.1080/00103628809368027>

Recebido para publicação em 09/04/2021, aprovado em 29/04/2021 e publicado em 11/05/2021.

