

ARTIGO CIENTÍFICO

Estudo da macrofauna edáfica em solos sob diferentes coberturas vegetais no Município de Sousa-PB

Lucas Borchardt Bandeira¹, Janiele Xavier de Sousa², Francisco Guimarães Lopes³, Catarina de Medeiros Bandeira⁴, Gilton Bezerra de Góes⁵

Resumo: O objetivou-se com o presente trabalho avaliar a dinâmica da macrofauna edáfica em áreas sob diferentes formas de uso no município de Sousa-PB, nos períodos seco e chuvoso. Foram estudados os solos sob cultivo de sabiá, cultivo de frutíferas, cultivo de hortaliças e área queimada nas épocas secas e chuvosas. As amostras de solo foram retiradas em cinco pontos em cada área com uma distância de 5 m entre os pontos. Foram coletados monólitos de 25 cm x 25 cm x 10 cm. A serrapilheira foi coletada dentro de um quadrado de 25 cm x 25 cm de cada ponto amostrado. O solo foi acondicionado em sacos plásticos, identificado e em seguida foi feita a coleta dos indivíduos da macrofauna edáfica. As amostras de solo, após a triagem para coleta da macrofauna edáfica, foram levadas para o laboratório de física e química do solo do Campus Sousa-IFPB para caracterização dos atributos químicos. Como resultados, solo de todos os sistemas de uso, com exceção a área queimada, apresentou fertilidade adequada para a maioria das culturas cultivadas e a macrofauna edáfica foi afetada de forma negativa em situações de maior alcalinidade do solo, porém não sofreu interferência dos demais atributos químicos do solo.

Palavras-chave: qualidade do solo, manejo do solo, degradação.

Study of soil macrofauna in soils under different vegetation cover in the municipality of Sousa-PB

Abstract: The objective of this work was to evaluate the dynamics of the edaphic macrofauna in areas under different forms of use in the city of Sousa-PB, in the dry and rainy periods. Soils were studied with areas of secondary native forest, fruit cultivation, vegetable cultivation and burned area during dry and rainy seasons. The soil samples were taken at five points in each area with a distance of 5 m between the points. Monoliths of 25 cm x 25 cm x 10 cm were collected. The litter was collected within a 25 cm x 25 cm square of each sampled spot. The soil was packed in plastic bags, identified and then the individuals of the edaphic macrofauna were collected. The soil samples, after sorting for soil macrofauna collection, were taken to the soil physics and chemistry laboratory of Campus Sousa-IFPB to characterize the chemical attributes. As a result, soil of all systems of use, except for the burned area, presented adequate fertility for the majority of the cultivated crops and the soil macrofauna was negatively affected in situations of higher soil alkalinity, but it did not suffer interference from the other attributes chemical properties of the soil.

Keywords: soil quality, soil management, degradation

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 22/12/2019; aprovado em 6/03/2020

¹Professor Dr. –Universidade Federal da Paraíba-Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, e-mail: lucasborchartt@yahoo.com.br

²Tecnóloga em Agroecologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-Campus Sousa, e-mail: janielyxavier21@gmail.com

³Tecnólogo em Agroecologia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-Campus Sousa, e-mail: fco.guimaraes86@gmail.com

⁴ Professora Dra. –Universidade Federal da Paraíba-Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, e-mail: catmbio@hotmail.com

⁵ Professor M.sc.- Doutorando pelo Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal da Paraíba, CCA – Areia, e-mail: giltonbezerra@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A fauna edáfica representa uma força motriz na decomposição e ciclagem dos nutrientes (HOFER et al., 2001). Ela ocupa diversos níveis tróficos dentro da cadeia alimentar no solo e afeta a produção primária de maneira direta e indireta (AQUINO et al., 2008).

A macrofauna edáfica é representada por animais com diâmetro do corpo maior do que 2 mm, como formigas, coleópteros, aranhas, minhocas, centopeias, térmitas, diplópodes (AQUINO et al., 2008).

Alguns grupos de animais são responsáveis pela predação de outros invertebrados e outros contribuem diretamente na modificação da estrutura do solo, por meio de sua movimentação pelo perfil (CORREIA & ANDRADE, 2008), sendo por isso comumente denominado de engenheiros do solo (LAVELLE et al., 1997).

Os invertebrados do solo alteram as populações e atividade de microrganismos responsáveis pelos processos de mineralização e humificação da matéria orgânica do solo e, portanto, exercem influência sobre a disponibilidade de nutrientes assimiláveis pelas plantas (DECAENS et al., 2003).

A diversidade desses organismos existentes no solo, bem como sua riqueza e uniformidade de distribuição, demonstra indiretamente as condições ambientais da área (JACOBS et al., 2007).

A composição da comunidade da macrofauna edáfica do solo e sua abundância são indicadores da biodiversidade do solo e da intensidade das atividades biológicas (VELÁSQUEZ et al., 2007).

No entanto, os efeitos dos organismos do solo sobre os processos dos ecossistemas raramente são aparentes em virtude da escala em que as medições são feitas, comumente incapazes de representar grandes áreas, e dos curtos intervalos de tempo normalmente pesquisados. Dessa forma, esses processos são mais frequentemente relacionados a outras variáveis, como vegetação, propriedades do solo (pH, mineralogia etc.) e, principalmente, clima (ANDERSON, 2009).

O estudo das comunidades da biota do solo em áreas sob diferentes níveis de conservação e reflorestamentos pode ser um ponto de partida importante para a compreensão dos processos ocorrentes nos solos nesses ambientes. As diferentes coberturas vegetais e práticas culturais podem agir sobre a população da macrofauna do solo, principalmente devido à diferença na estrutura da serrapilheira, que tem função nutricional e como habitat para esses organismos.

A macrofauna edáfica responde às diversas intervenções antrópicas praticadas no meio ambiente (LAVELLE & SPAIN, 2001). Deste modo, a abundância e diversidade desses seres, assim como a existência de determinados grupos em detrimento de outros, podem ser usadas como bioindicadores da qualidade dos solos (CHAUSSOD, 1996; PAOLETTI, 1999; BARROS et al., 2003).

Diante o exposto, objetivou-se com esse estudo avaliar a dinâmica da macrofauna edáfica e do solo em áreas sob diferentes formas de uso no município de Sousa-PB, nos períodos seco e chuvoso.

MATERIAL E MÉTODOS

As áreas onde a pesquisa foi realizada estão localizadas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa-PB. A localidade situa-se a 231 m de elevação, com latitude - 6.7982623 e longitude -38.30039978. O clima é semiárido quente do tipo BSH da classificação de Köppen. A pluviosidade média anual é de 654 mm ano, com chuvas concentradas no período de janeiro a junho. A temperatura média é de 27°C, enquanto que a umidade relativa do ar é de 61%. O solo das áreas experimentais é classificado como Planossolo, de relevo plano e textura da camada superficial classificada como franco-arenosa (PEREIRA JUNIOR et al., 2015).

A área 1 está em processo de regeneração de aproximadamente 30 anos, localiza-se em um terreno plano, caracterizado pela presença de espécies arbóreas de maior porte (até 10m) estabelecidas sobre uma antiga área de plantio de Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia Benth*), onde existe uma grande quantidade de serrapilheira. Já a área 2 está ocupada pelo cultivo da mangueira (*Mangifera indica L.*) a cerca de 16 anos, localizada em um terreno plano. A área 3 é cultivado diversos tipos de hortaliças há aproximadamente 12 anos, o solo recebe frequentes adubações. E na área 4 houve um incêndio a um ano atrás, a área onde antes era coberta por vegetação foi totalmente devastada pelo fogo.

As amostras de solo foram retiradas em cinco pontos em cada área com uma distância de 5 m entre os pontos. Foram coletados monólitos com de 25 cm x 25 cm x 10 cm. A serrapilheira foi coletada dentro de um quadrado de 25 cm x 25 cm de cada ponto amostrado. O solo foi acondicionado em sacos plásticos e identificado para posteriormente coleta dos indivíduos da macrofauna edáfica.

Imediatamente após a coleta no campo as amostras de solos foram encaminhadas para o laboratório onde foram destorroadas e reviradas manualmente em caixas plásticas e a triagem foi realizada manualmente com o auxílio de uma pinça para captura dos indivíduos (macrofauna) que foram armazenados em solução de álcool 70% para posterior identificação.

Após a triagem para coleta da macrofauna edáfica, foi realizada a caracterização dos atributos químicos do solo.

A macrofauna do solo e da serrapilheira foram identificadas e classificadas no nível de ordem. A identificação dos táxons foi baseada em características morfológicas e em chaves específicas para cada grupo insecta (GALLO et al., 2002). Para determinação da macrofauna edáfica foram analisadas de forma conjunta os organismos identificados na serrapilheira e na camada do solo na profundidade de até 10 cm de profundidade em cada amostra.

A macrofauna edáfica foi obtida por meio da transformação do número de indivíduos, encontrados nas amostras, em número de indivíduos por metro quadrado (indivíduo m⁻²).

Em cada área foram calculados os índices de diversidade por meio do índice de Shannon (H'). Esse método mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um determinado indivíduo escolhido, ao acaso, de uma amostra com S espécies e N indivíduos. O índice de diversidade pode variar de 0 a S. Quanto menor o índice de Shannon, menor o grau de incerteza e, portanto a diversidade da amostra é baixa. A diversidade de espécies/ordem identificadas tende a ser mais alta quanto maior o valor do índice em cada área estudada.

Foi determinado o índice de uniformidade de Pielou (e) (PIELOU, 1977) que é o índice de equitabilidade, que se refere ao padrão de distribuição de indivíduos entre as espécies/ordem. O índice varia de 0 a 1; quanto mais próximo de 1 melhor é a distribuição dos organismos entre as espécies/ordem identificadas e menor é a dominância por uma ou mais espécie/ordem.

Foi calculada a riqueza que representa o número de taxa da fauna coletados por amostra em cada tratamento (DIAS et al., 2006).

Em relação às análises do solo foram determinadas as características químicas como: pH, capacidade de troca catiônica (CTC), soma de bases (SB), saturação por bases (V%), Saturação por Sódio Trocável (PST%), teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), Sódio (Na), carbono orgânico total do solo (COT), segundo a metodologia descrito pela EMBRAPA. (EMBRAPA, 1997).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em um esquema de parcela subdividida com cinco repetições. As parcelas principais foram as épocas de coleta (seca e chuvosa) e as subparcelas as áreas de diferentes formas de uso.

Os dados obtidos da macrofauna do solo e dos atributos químicos foram tabulados e submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Foram estabelecidas correlações de Pearson (r), a 5% de probabilidade, entre os atributos químicos do solo e a macrofauna edáfica.

Todas as análises estatísticas foram processadas no software SAS versão 9.3 (Statistical Analysis System, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 e 2 apresentam os dados referentes aos atributos químicos do solo de áreas com diferentes sistemas de uso. Observa-se pelos resultados que não houve efeito significativo pelo teste F para as variáveis carbono orgânico total (COT) e saturação por bases (V%). Houve efeito significativo

pelo teste F para o pH ($p \leq 0,0$), Cálcio (Ca^{2+}) ($p \leq 0,01$) magnésio (Mg^{2+}) ($p \leq 0,01$), Potássio (K) ($p \leq 0,05$), Sódio (Na) ($p \leq 0,01$), soma de bases ($p \leq 0,01$), saturação de sódio (PST) ($p \leq 0,01$) e Fósforo (P) ($p \leq 0,01$). Não houve interação entre as épocas de coleta e os sistemas de uso do solo para os atributos químicos.

Tabela 1. Valores médios de pH, carbono orgânico total (COT), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), sódio (Na^+) e fósforo (P) na camada de 0-10 cm de profundidade do solo, em áreas reflorestadas com sabiá, frutífera, horta e queimada. Sousa-PB, 2017.

Sistemas	pH	COT	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	P
	H_2O	g kg^{-1}	----- $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ -----				-- mg dm^{-3} --
Sabiá	6,76c	24,27a	8,42b	2,95a	0,48bc	0,03c	861b
Frutífera	7,27b	19,45a	11,97a	1,8b	0,71b	0,03c	763b
Horta	7,54b	33,65a	13,24 ^a	2,64a	1,62a	0,23b	3.214a
Queimada	8,42 ^a	21,18a	1,5c	1,03b	0,40c	0,41 ^a	59c
F	**	ns	**	**	**	**	**
C.V (%)	4,69	74,77	12,86	31,57	31,36	35,94	25,80
D.M.S	0,43	22,41	1,38	0,81	0,31	0,08	385,76

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$); C.V (%) = coeficiente de variação; D.M.S = diferença mínima significativa; ** significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F.

De acordo do o Teste Tukey ($p \leq 0,05$), o solo da área queimada apresentou maior pH (8,4), diferindo estatisticamente das demais áreas. A área reflorestada com sabiá foi a que apresentou o menor valor (pH=6,7), porém encontra-se adequado para a maioria das culturas cultivadas (Tabela 1), sendo classificado de acordo com Alvarez et al. (1999) como acidez fraca.

Os pH das áreas cultivados com frutífera, hortaliças foram classificados como alcalinidade fraca, porém da área queimada já se considera alcalinidade elevada (ALVAREZ et al., 1999), possivelmente pela diminuição do suplemento alimentar e da umidade do solo. Rheinheimer et al. (2003) verificaram aumento do pH em áreas queimadas até 220 dias após o evento, entretanto posteriormente a esse período houve decréscimo novamente do pH, eventualmente pelo ganho de umidade após determinado tempo que ocorreu a queimada.

O teor de Ca^{2+} foi maior nas áreas cultivada com frutíferas ($13,24 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$) e hortaliças ($11,97 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), supostamente atribuídos a adubação que recebem, diferindo estatisticamente em relação as demais áreas. O menor teor desse nutriente foi verificado na área queimada ($1,5 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$) (Tabela 1). Os valores de Ca^{2+} nas áreas cultivadas com frutífera, hortaliça e refloresta com sabiá são classificados com muito bom e da área queimada são classificados como médio (ALVAREZ et al., 1999).

Os teores de Mg^{2+} foram mais elevados na área reflorestada com sabiá ($2,95 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$), provavelmente ocasionado por algum tipo de adubação feito na área. Porém não diferiu estatisticamente da área cultivada com hortaliças ($2,64 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) (Tabela 1), classificados como sendo muito bom (ALVAREZ et al., 1999). Mesmo as áreas cultivadas com frutífera e queimada apresentando os menores valores de Mg^{2+} (Tabela 1), os teores desse nutriente nessa área são classificados como bom e muito bom (ALVAREZ et al., 1999).

O teor de K^+ foi maior na área da horta ($1,62 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$), diferindo estatisticamente em relação as demais áreas (Tabela 1). Porém esses teores em todos os sistemas de cultivo avaliados são classificados com muito bom (ALVAREZ et al., 1999).

O teor de Na^+ na área queimada foi $0,41 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$, sendo superior em relação as demais áreas (Tabela 1), supostamente ocasionado pela queima dos nutrientes do solo. Esse valor está acima do teor de Na^+ verificado por Ferreira et al. (2017) no município de Sousa-PB, em um Neossolo Flúvico em uma área de pastejo rotacionado por ovinos.

Em relação ao P observou-se que a área da horta foi significativamente superior em relação às demais áreas, supostamente pelas constantes adubações atribuída a essa área. Enquanto o teor de P na horta foi de 3.214 mg dm^{-3} (Tabela 1), nas demais áreas os valores de P variaram de 59 mg dm^{-3} a 861 mg dm^{-3} (Tabela 1), porém são classificados como muito bom (ALVAREZ et al., 1999). Ferreira (2016) verificou teores de fósforo que variaram de 21 mg dm^{-3} a 922 mg dm^{-3} nesse mesmo tipo de solo.

O valor de CTC foi de $17,73 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$ na área da horta que diferiu estatisticamente em relação as demais áreas, classificada como muito bom (ALVAREZ, 1999), provavelmente ocasionado pela perda da matéria orgânica. O menor valor de CTC foi observado na área queimada que foi de $3,33 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$ (Tabela 2), classificada como baixa (ALVAREZ, 1999). Os valores da CTC das áreas de sabiá e frutífera são classificados como bom segundo Alvarez (1999).

Tabela 2. Valores médios de capacidade de troca de cátions (CTC), soma de bases (SB), saturação por bases (V) e saturação por sódio (PST) na camada de 0-10 cm de profundidade do solo, em áreas reflorestadas com sabiá, frutífera, horta e queimada. Sousa-PB, 2017.

Sistemas	CTC	SB	V	PST
	----- $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ -----		-----%-----	
Sabiá	11,88c	11,88c	100 ^a	0,25b
Frutífera	14,51b	14,51b	100 ^a	0,21b
Horta	17,73 ^a	17,73a	100 ^a	1,28 b
Queimada	3,33d	3,33d	100 ^a	12,74 ^a
F	**	**	Ns	**
C.V (%)	12,76	12,76	0	57,59
D.M.S	1,84	1,84	0	2,55

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$); C.V. (%) = coeficiente de variação; D.M.S = diferença mínima significativa; * significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F.

A área da horta apresentou melhores valores de SB (Tabela 2) que diferiu estatisticamente em relação as demais áreas, entretanto tanto nessa área com as áreas de sabiá e de frutíferas a SB é classificada como muito bom (ALVAREZ, 1999). A área queimada apresentou o menor valor de SB (Tabela 2) classificada como médio (ALVAREZ, 1999).

De forma geral a melhor fertilidade do solo da área da horta com maiores teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , P, CTC, e SB deve-se ao fato de ser constantemente adubada para a produção de hortaliças. Esses dados corroboram com Valarini et al. (2011), pois segundo esses autores em sistemas de produção de hortaliças há um imput elevado de nutrientes levando ao um acúmulo alto principalmente de Ca^{2+} e P no solo, pois esses elementos não são perdidos facilmente por lixiviação. Altas concentrações de Ca^{2+} e K^+ podem inibir a absorção de Mg^{2+} , diminuir sua translocação da raiz à parte aérea, causando sua deficiência. Isto acontece porque K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} competem pelos mesmos sítios de absorção na raiz, de maneira que o cátion em maior concentração na solução do solo tem absorção preferencial em detrimento dos outros. Além disto, teores elevados de cátions monovalentes na solução do solo podem induzir deficiência dos divalentes, que são retidos mais fortemente pelo complexo de troca do solo (MALAVOLTA et al., 1997).

A área de queimada apresentou a maior PST (12,74) que pode ser considerado prejudicial à maioria das culturas cultivadas. A alta saturação por sódio do solo dessa área pode ter contribuído para que ocorresse uma elevação do pH (8,42) (Tabela 1) corroborando com Leite et al. (2007) que verificaram em solos alta PST e alcalinidade elevado em um solo Classificado como Luvisolo Crômico.

Em relação a macrofauna do solo não houve interação significativa entre as épocas de coleta e os diferentes sistemas de uso do solo, de acordo com o teste F ($p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$), porém houve efeito significativo ($p \leq 0,01$) para os períodos e sistemas de cultivo de forma isolada.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 3, o principal grupo taxonômico encontrado foi a ordem Hymenoptera, seguido pela Araneae e Coleoptera. No período chuvoso além de ter sido observado maior densidade de indivíduos, também se verificou maior diversidade de grupos taxonômicos. Este período foi identificado 15 ordens, enquanto no período seco foram identificadas 4 ordens. Pereira, Albanez e Mamédio (2012) em diferentes sistemas de uso do solo também verificaram maior densidade de organismos das ordens Hymenoptera seguido pela ordem Isoptera.

A Tabela 4 apresenta os dados referentes à macrofauna presentes na serapilheira e no solo na camada de até 10 cm de profundidade nos diferentes sistemas de uso do solo nos períodos seco e chuvoso.

Tabela 3. Densidade (indivíduos m⁻²) de grupos taxonômicos da macrofauna invertebrada da serapilheira e do solo na camada de até 10 cm de profundidade em diferente sistema de uso nos períodos chuvoso e seco. Sousa-PB. 2017.

Ordem	Sabiá		Frutífera		Horta		Queimada	
	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca
Araneae	20	0	6	3	10	3	3	3
Blattodea	0	0	3	0	0	0	0	0
Coleóptera	13	6	3	3	3	3	0	3
Dermaptera	13	0	0	0	3	0	0	0
Diptera	0	3	0	3	0	0	0	0
Dictyoptera	0	0	10	0	0	0	0	0
Haplotaxida	0	0	0	0	10	0	0	0
Hymenoptera	20	13	3	13	10	20	13	10
Isopoda	0	0	0	0	0	0	3	0
Isoptera	0	0	0	0	6	0	3	0
Ixodida	0	0	3	0	0	0	0	0
Julifomea	7	0	0	0	10	0	0	0
Lepidoptera	0	3	0	0	6	0	0	0
Pseudoscorpiones	0	0	4	0	0	0	0	0
Pulmonata	0	0	0	0	3	0	3	0
Total	73	25	32	22	61	26	25	16

A Tabela 4 apresenta os dados referentes à macrofauna presentes na serapilheira e no solo na camada de até 10 cm de profundidade nos diferentes sistemas de uso do solo nos períodos seco e chuvoso.

Tabela 4. Densidade (indivíduos m⁻²) de grupos taxonômicos da macrofauna invertebrada da serapilheira e do solo na camada de até 10 cm de profundidade em diferente sistema de uso. Sousa-PB. 2017.

Sistemas de cultivo	Macrofauna (indivíduos m ⁻²)
Sabiá	50a
Frutífera	27ab
Horta	43ab
Queimada	19b
F	**
C.V. (%)	57,6
DMS	24,46

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); C.V (%) = coeficiente de variação; D.M.S = diferença mínima significativa; * significativo ($p \leq 0,01$) pelo teste F.

De acordo como o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) a maior densidade de organismos da macrofauna foi encontrada na área reflorestada com sabiá (50 indivíduos m⁻²), porém não diferiu estatisticamente das áreas cultivadas com frutífera e horta. A área queimada apresentou menor densidade (indivíduos m⁻²) (Tabela 4). Porém os dados encontrados em todas as áreas estão bem abaixo em relação aos observados por outros autores como Pereira, Albanez e Mamédio (2012); Santos et al. (2008) e Lourente et al. (2007).

A maior densidade de organismos da Macrofauna observada nas áreas de sabiá, horta e frutífera provavelmente está relacionado com a maior disponibilidade de umidade e alimentos para esses

organismos nessas áreas. Na área reflorestada com sabiá, possivelmente ocorre um grande aporte de serapilheira no solo criando assim um ambiente favorável para desenvolvimento dos organismos (SILVA et al., 2007). Lima et al. (2010) encontraram maior número de indivíduos da macrofauna e maior diversidade de grupos taxonômicos em áreas de sistemas agroflorestais com seis e dez anos de implantação e em área de sistema ecológico de produção com três anos de implantação quando comparadas á áreas com floresta nativa e área de agricultura com corte e queima da vegetação.

Na área queimada pode ter iniciado um processo de degradação do solo o que diminuiu a densidade de organismos da macrofauna. Lima et al. (2010) verificaram menor densidade e diversidade de grupos taxonômicos em áreas cultivadas manejadas pelo corte e queima da vegetação em comparação com áreas reflorestadas. Nunes et al. (2009) e Lima et al. (2010) afirmam que a queima da vegetação reduz a disponibilidade de alimentos e as condições necessárias pra abrigo para a maioria das espécies da macrofauna edáfica.

A Tabela 5 apresenta os dados de densidade de organismos da macrofauna avaliadas em diferentes épocas do ano. A época chuvosa foi o período onde se observou maior densidade de organismo quando comparado com o período seco. Esses dados corroboram com Pereira et al. (2012) e Lima et al. (2010) que verificaram maior densidade indivíduos da macrofauna no período chuvoso. Provavelmente esse fato deve-se a grande sensibilidade às condições climáticas pela maioria das espécies da macrofauna edáfica (NUNES et al., 2008; LIMA et al., 2010).

Tabela 5. Densidade (indivíduos m⁻²) de grupos taxonômicos da macrofauna invertebrada da serapilheira e do solo na camada de até 10 cm de profundidade em diferentes épocas. Sousa-PB. 2017.

Épocas	Macrofauna (indivíduos m ⁻²)
Chuvoso	47a
Seco	22b
F	*
C.V (%)	57,6
DMS	12,97

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$); C.V (%) = coeficiente de variação; D.M.S = diferença mínima significativa; * significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste F.

A Tabela 6 apresenta os dados referentes os índices de diversidade (Shannon), equidade (índice de Pielou) e riqueza total de organismos da macrofauna do solo.

Verifica-se pelos dados que na época das chuvas o maior índice de Shannon foi observado na área da horta (2,10) indicando maior número de grupos taxonômicos presente e, portanto maior riqueza total, onde foram 9 ordens identificadas. A menor diversidade de espécies foi observada na área queimada onde os organismos se distribuem em apenas 4 ordens. Provavelmente esse fato deve-se a menor

disponibilidade de alimentos e abrigo para a macrofauna edáfica do solo nessa área quando comparada com as demais áreas estudadas. Esses dados corroboram com Lima et al. (2010) que verificaram menores índices de Shannon e Pielou em uma área onde se utilizaram as práticas de corte e queima da vegetação.

O índice de Pielou, na época chuvosa foi próximo de 1 em todas as áreas estudadas indicando equidade na distribuição dos organismos entre as diferentes ordens identificadas.

Na época seca, o maior índice de Shannon foi verificado na área de reflorestamento com Sabiá, porém em todos os sistemas de uso esse índice foi bem menor em relação à época chuvosa sendo atribuído à redução do número de ordens identificadas que variaram entre 3 e 4 em todas as áreas pesquisadas.

Tabela 6. Índices ecológicos da macrofauna edáfica da serrapilheira e na camada do solo de até 10 cm de profundidade, em diferentes sistemas de uso. Sousa-PB, 2017.

Sistemas	Indivíduos m ²	Índice de Shannon (H')	Índice de Pielou	Riqueza total
Época chuvosa				
Sabiá	73	1,55	0,96	5
Frutífera	32	1,83	0,94	7
Horta	61	2,10	0,95	9
Queimada	25	1,15	0,83	4
Época seca				
Sabiá	25	1,21	0,87	4
Frutífera	22	1,15	0,83	4
Horta	26	0,73	0,67	3
Queimada	16	0,95	0,86	3

O índice do Pielou na época seca foi menor na horta quando comparado com as demais áreas estudadas. Esse fato é explicado pela ocorrência de maior número de indivíduos identificados pertencerem à ordem Hymenoptera, indicando dominância dessa ordem em relação as demais. Lima et al. (2010) verificaram maiores índices de Shannon e Pielou em áreas reflorestadas com 3, 6 e 10 anos de implantação e os menores índices foram verificados em áreas onde se utilizou práticas de manejo de corte e queima da vegetação.

A Tabela 7 apresenta os dados de correlação entre a macrofauna edáfica e os atributos químicos do solo. Verifica-se pelos dados que apenas o pH influenciou de forma negativa a macrofauna do solo. O pH mais elevado foi observado na área queimada que, por conseguinte apresentou a menor densidade de organismos das macrofaunas. Esses dados demonstram que as práticas e queima da vegetação levam a uma maior degradação química do solo e afeta de forma negativa macrofauna edáfica.

Tabela 7. Correlação entre a macrofauna do solo e os atributos químicos em áreas com reflorestamento de sabiá, plantio de mangueira, horta e área queimada. Sousa-PB, 2017.

Atributos químicos do solo	Macrofauna edáfica
pH	-0,40*
COT (g kg ⁻¹)	0,05ns
Ca (cmol _c dm ⁻³)	0,20ns
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,21ns
Na (cmol _c dm ⁻³)	-0,26ns
K (cmol _c dm ⁻³)	0,16ns
SB (cmol _c dm ⁻³)	0,22ns
CTC (cmol _c dm ⁻³)	0,22ns
P (mg dm ⁻³)	0,18ns

CONCLUSÕES

O solo de todos os sistemas de uso, com exceção a área queimada, apresentou fertilidade adequada para a maioria das culturas;

A área queimada apresentou pH elevado e alta saturação por sódio que são prejudiciais à maioria culturas cultivadas;

Os sistemas de uso de solo com reflorestamento de sabiá, horta e frutíferas favoreceram a macrofauna edáfica;

A época chuvosa é mais favorável à grande maioria das ordens da macrofauna edáfica;

A macrofauna edáfica foi afetada de forma negativa em situações de maior alcalinidade do solo, porém não foi sofreu interferência dos demais atributos químicos do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, V.V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. de; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H., (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.

ANDERSON, J.M. Why should we care about soil fauna. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p. 835-842, 2009.

AQUINO, A.M.; SILVA, R.F.; MERCANTE, F.M.; CORREIA, M.E.F.; GUIMARÃES, F. e LAVELLE, P. Invertebrate soil macrofauna under different ground cover plants in the no-till system in the Cerrado. **European Journal of Soil Biology**, v. 44, p. 191-197, 2008.

ASSAD, M.L.L. A fauna do solo. In: VARGAS, M.A.T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1997.

BARETTA, D.; JAMES, S.W.; CARDOSO, E.J.B. Earthworm populations sampled using collection Araucaria angustifolia methods in Atlantic Forests. **Scientia Agricola**, v. 64, n.4, p. 384-392, 2007.

BARROS, E.; NEVES, A.; BLANCHART, E.; FERNANDES, E.C.; WANDELLI, E.; LAVELLE, P. Development of the soil macrofauna community under silvopastoral and agrosilvicultural systems in Amazonia. **Pedobiologia**, v.47, p.273-280, 2003.

BROWN, G.G. Diversidade e função da macrofauna no sistema edáfico agrícola, 2001. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 28. Londrina-PR. **Anais...**, Londrina, SBCS, 2001, p. 56.

BROWN, G. G.; DOMÍNGUEZ, J. Uso das minhocas como bioindicadoras ambientais: princípios e práticas - O 3º Encontro Latino Americano de Ecologia e Taxonomia de Oligoquetas (ELAETA03). **Acta Zoológica Mexicana**, Xalapa, v. 2, p. 1-18, 2010.

BRUSSAARD, L.; DE RUITER, P. C.; BROWN, G. G. Soilbiodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems&Environment*, **Amsterdam**, v. 121, p. 233-244, 2007.

CORREIA, M.E.F.; ANDRADE, A.G. **Formação da serapilheira e ciclagem de nutrientes**. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L.S. da; CANELLAS, L.P.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2nd ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.137-158.

DIAS, P. F.; SOUTO, S.M.; CORREIA, M.E.F.; ROCHA, G.P.; MOREIRA, J.F.; RODRIGUES, K.M.; FRANCO, A.F. Árvores fixadoras de nitrogênio e macrofauna do solo em pastagem de híbrido de *Digitaria*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.6, p.1015-1021, 2006.

DORAN, J. W.; PARKER, T. B. Defining and assessing soil quality. In: J. W. DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Eds). **Defining soil quality for sustainable environment**. Madisno: t.SSSA Special Publication, n 5, p. 3-21, 1994.

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

DRESCHER, M. S.; ELTZ, F. L. F.; ROVEDDER, A. P. M.; DORNELES, F. O. Mesofauna como bioindicador para avaliar a eficiência da revegetação com *Lupinus albus* em solo arenizado do sudoeste do Rio Grande do Sul. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, **Gramado**. Anais... Gramado, SBCS, 2007.

DUCATTI, F. **Fauna edáfica em fragmentos florestais e em áreas reflorestadas com espécies da mata atlântica**. 2002. 84p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. **Rio de Janeiro**, Embrapa Solos, 1997. 212p.

FERREIRA, P. O.; PEREIRA JUNIOR E. B.; OLIVEIRA, M. C. A.; MOREIRA, J. N.; NETO, J. F.; MEDEIROS, A. C. DE.; ALMEIDA, J. C.; MARACAJA, P. B. Impacts of trampling by cattle and sheep on fluvic neosol in the ifpb campus Sousa, pb semi-arid in Brazil. **International Journal of Development Research**, Vol. 07, n. 12, p.17912-17916, 2017.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GESTEL, C. A. M.; KRIDENIER, M.; BERG, M. P. Suitability of wheat straw decomposition, cotton strip degradation and bait-lamina feeding tests to determine soil invertebrate activity. **Biol Fertil Soils**, v.37, n.2, p.115-123, 2003.

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

JACOBS, L. E.; ELTZ, F. L. F.; ROCHA, M. R.; GUTH, P. L.; HILCKMAN, C. Diversidade da fauna edáfica em campo nativo, cultura de cobertura milho + feijão de porco sob plantio direto e solo descoberto. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, **Gramado**. Anais... Gramado, SBCS, 2007.

LAVELLE, P.; BIGNELL, D.; LEPAGE, M.; WOLTERS, V.; ROGER, P.; INESON, P.; HEAL, OW.; DHILLION, S. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. **European Journal of Soil Biology**, v.33, p.159-193, 1997.

LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. **Soil ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 2001. 654p.

LEITE, E.M.; CAVALCANTE, L.F.; DINIZ, A.A.; SANTOS, R.V.S.; ALVES, G.S.; CAVALCANTE, I.H.L. Correção da sodicidade de dois solos irrigados em resposta à aplicação de gesso agrícola. **Irriga**, v. 12, n.2, p. 168-176, 2007.

LIMA, S.S.; AQUINO, A.M.; LEITE, L.F.C.; VELÁSQUEZ, E.; LAVELLE, P. Relação entre macrofauna edáfica e atributos químicos do solo em diferentes agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.45, n.3, p.322-331, mar. 2010.

LOURENTE, E.R.P.; SILVA, R.F.; SILVA, D.A.; MARCHETTI, M.E.; MERCANTE, F.M. Macrofauna edáfica e sua interação com atributos químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, n. 1, p. 17-22, 2007.

MALAVOLTA E; VITTI GC; OLIVEIRA SA. 1997. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS. 319 p.

MARCHÃO, R.L. **Integração lavoura-pecuária num latossolo do cerrado: impacto na física, matéria orgânica e macrofauna**.2007. 153p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

MARCHÃO, R.L.; LAVELLE, P.; CELINI, L.; BALBINO, L.C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Soil macrofauna underintegratedcrop-livestock systems in a Brazilian Cerrado Ferralsol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1011-1020, 2009.

MARCHÃO, R.L. **Integração lavoura-pecuária num latossolo do cerrado: impacto na física, matéria orgânica e macrofauna**. 2007. 153p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

MELO, F. V. de; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N.C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W. DE; ZANETTI, R. A. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Boletim Informativo da SBCS**, 2009.

MENEZES, C. E. G.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M. G.; BATISTA, I.; RODRIGUES, K. M.; COUTO, W. H.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, I. P. Macrofauna edáfica em estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual e pastagem mista em Pinheiral (RJ). **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 1647-1656, 2009.

MERLIM, A. O. **Macrofauna Edáfica em Ecossistemas Preservados e Degradados de Araucária no Parque Estadual de Campos do Jordão**, SP. 2005. 89p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ecologia de Agroecossistemas - Universidade de São Paulo. Piracicaba 2005.

MOÇO, M. K. S.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da Fauna Edáfica em diferentes coberturas vegetais na região Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 555-564, 2005.

MORSELLI, T. B. G. A. **Biologia do Solo**. Pelotas, RS: Ed. Universitária, UFPEL/PREC, 2009.

NUNES, L.A.P.L.; ARAÚJO FILHO, J.A. de; MENEZES, R.I. de Q. Recolonização da fauna edáfica em áreas de Caatinga submetidas a queimadas. **Caatinga**, v.21, p.214-220, 2008.

NUNES, J. A., **Florística, estrutura e relações solovegetação em gradiente fitofisionômico sobre canga, na Serra Sul, FLONA de Carajás – Pará**: 1-112. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2009.

PAOLETTI, M.G. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. **Agriculture, Ecosystems and Environment, Amsterdam**, v. 74, n. 1-3, p.137- 155, 1999.

PEREIRA JUNIOR, E. B.; OLIVEIRA, F.H.T.; OLIVEIRA, F.T.; SILVA, G.F.; HAFLE, O.M.; SILVA, A.R.C. adubação nitrogenada e fosfatada na cultura do feijão caupi Irrigado no município de Sousa – PB. **Global Science Technology**, Rio Verde, v.08, n.01, p.110 – 121, 2015.

PEREIRA, R.C.P.; ALBANEZ, J.M.; MAMÉDIO, I.M.P. Diversidade da meso e macrofauna edáfica em diferentes sistemas de manejo de uso do solo em Cruz das Almas – BA. **Magistra**, v. 24, número especial, p. 63-76, 2012.

PIELOU, E. C. **Mathematicalecology**. New York: Wiley, 385p.1977.

RHEINHEIMER, D.S.; SANTOS, J.C.P.; FERNANDES, V.B.; MAFRA, A.L.; AMEIDA, J.A. Modificações nos atributos químicos de solo sob campo nativo submetido à queima. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 1, jan-fev, 2003.

SANTOS, G.G.; SILVEIRA, P.M.; MARCHÃO, R.L.; BECQUER, T.; BALBINO, L.C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.1, p.115-122, 2008.

SILVA, R.F.; TOMAZI, M.; PEZARICO, C.R.; AQUINO, A.M.; MERCANTE, F.M. Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.865-871, 2007.

VALARINI, P. L., OLIVEIRA, F.R.A.; SCHILICKMANN, S.F.; POPPI, R.J. Qualidade do solo em sistemas de produção de hortaliças orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 485-491, 2011.

VELÁSQUEZ, E.; LAVELLE, P.; ANDRADE, M. GISQ, a multi-functional indicator of soil quality. **Soil Biology and Biochemistry**, v.39, p.3066-3080, 2007.