



FAUNA EDÁFICA COMO BIOINDICADORA DE RESTAURAÇÃO COM ARBÓREAS NATIVAS, EM ÁREA DE CAATINGA

Francisca Irislândia Viana Alves¹, Jamili Silva Fialho², Francisco Carlos Barboza Nogueira³, Lillianne dos Santos Maia⁴

¹Graduada em Ciências Biológicas, Faculdade de Educação, Ciências e Letras do Sertão Central, FECLESC, Universidade Estadual do Ceará, UECE, Quixadá, Ceará, Brasil (irislandiaviana21@gmail.com).

²Bióloga, Prof^a. Adjunta, Faculdade de Educação, Ciências e Letras do Sertão Central, FECLESC, Universidade Estadual do Ceará, UECE, Quixadá, Ceará, Brasil.

³Dr. em Ecologia e Recursos Naturais, Analista Ambiental do IBAMA, Fortaleza, Ceará, Brasil.

⁴Doutoranda em Ciências do Solos, Pós-Graduação em Ciências do Solo Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, Paraná, Brasil.

Recebido em: 15/04/2017 – Aprovado em: 22/07/2017 – Publicado em: 31/07/2017
DOI: 10.18677/Agrarian_Academy_2017a25

RESUMO

O uso inadequado dos solos diminui a fertilidade e a diversidade biológica edáfica, tornando necessária a restauração ambiental. O trabalho objetivou responder a pergunta: o plantio de mudas de arbóreas nativas da caatinga promove a restauração em área degradada pela agricultura tradicional? Portanto, buscou-se avaliar a meso e macrofauna edáficas, antes e depois da implantação das mudas, utilizando a fauna do solo como bioindicadora de restauração. A coleta dos organismos aconteceu em três períodos: outubro/2014 (seco); junho/2015 (chuvoso) e outubro/2015 (seco). Para a captura dos invertebrados foram instaladas armadilhas de queda com espaçamento de 10 m, sendo quatro por parcela (25 x 25 m), totalizando 16 armadilhas. Depois de sete dias as armadilhas foram retiradas, levadas ao laboratório para identificação. Foram verificadas riqueza e abundância dos táxons, uniformidade e diversidade da área. As informações foram analisadas através de análises multivariada e descritiva. A menor abundância e riqueza dos organismos ocorreram em out/2015, em função do período representar o quinto ano consecutivo de seca na região. Uniformidade e diversidade foram maiores nos períodos secos. A Análise dos Componentes Principais (ACP) e Análise de Coordenadas Principais (PCoA) mostraram diferença significativa entre as três coletas realizadas, o que deve-se à implantação das espécies nativas, que tornou o *habitat* favorável em termos de variedades de recursos. Portanto, a implantação das espécies nativas tem cooperado na restauração ambiental da área estudada.

PALAVRAS-CHAVE: Fauna edáfica, restauração ambiental, semiárido.

EDADIC FAUNA AS BIOINDICATOR OF THE RESTORATION WITH NATIVE TREES, IN CAATINGA AREA

ABSTRACT

Inadequate soil use reduces soil fertility and biological diversity, making environmental restoration necessary. The paper idealized the answer to the question:

AGRARIAN ACADEMY, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.4, n.7; p.255 2017

does the planting of native trees of the caatinga promote restoration of an area degraded by traditional agriculture? Thus, we tried to know the meso and macrofauna of soil, before and after the implantation of the seedlings, using the edaphic fauna as bioindicator of restoration. The organisms were collected in three periods: October / 2014 (dry); June / 2015 (rainy) and October / 2015 (dry). The invertebrates were captured by installing pitfall traps spaced 10 m apart, for per plot (25 x 25 m), totaling 16 traps. After seven days were taken to the laboratory for identification. They were determined richness and abundance of the taxons, uniformity and diversity of the area. Data were analyzed through multivariate and descriptive analysis. The lowest abundance and richness of the organisms occurred in October / 2015, due to the period representing the fifth consecutive year of drought. Uniformity and diversity were higher in the dry periods. Principal Component Analysis (PCA) and Principal Coordinate Analysis (PCoA) showed a significant difference between the three collections, which is due to the implantation of native species, which has made habitat favorable in terms of varieties of resources. Therefore, the implantation of the native species has contributed to the environmental restoration.

KEYWORDS: soil meso and macrofauna, soil quality, semi-arid.

INTRODUÇÃO

O uso de técnicas tradicionais, como uso e queima da cobertura vegetal, para implantação de agricultura em áreas de caatinga tem colaborado com uma considerável diminuição da fertilidade natural dos solos, acelerando a ação da erosão e diminuindo o potencial produtivo das culturas (CORDEIRO et al., 2004). Essas ações resultam na remoção da camada superficial do solo juntamente com a matéria orgânica, causando prejuízos físicos, químicos e biológicos no solo (OLIVEIRA & SOUTO, 2011).

No semiárido cearense é comum a utilização da agricultura itinerante, prática que tem cooperado para o aumento de degradação do bioma caatinga, dessa forma, a recuperação de áreas degradadas torna-se cada vez mais recomendável frente às ameaças de deterioração da vegetação desse bioma (AQUINO et al., 2009). Uma das práticas de recuperação de áreas degradadas é o uso de plantas nativas que forneçam cobertura vegetal para o solo, viabilizando desta forma o processo de ciclagem dos nutrientes e parte dos processos ecológicos outrora perdidos, além de reestruturar populações vegetais e animais (AQUINO et al., 2009).

A qualidade do solo pode ser definida como o equilíbrio entre os condicionantes geológicos, hidrológicos, químicos, físicos e biológicos (BRUGGEN & SEMENOV, 2000). Assim a qualidade do solo influencia o potencial de uso, a produtividade e a sustentabilidade dos ecossistemas (ZILLI et al., 2003). O monitoramento é feito pela utilização de indicadores (CASALINHO et al., 2007) podendo ser físicos, químicos e biológicos (MELO et al., 2009). Os indicadores biológicos ou bioindicadores podem ser definidos como a presença ou ausência de determinado táxon, seja planta ou animal, em uma área específica, associada a uma dada condição ambiental (CORDEIRO et al., 2004).

Os bioindicadores podem ser definidos ainda pela diversidade biológica que é medida através da variabilidade entre às espécies que ocupam os diversos nichos ecológicos do ecossistema (HOFFMANN et al., 2009). Os indivíduos que habitam o solo, por exemplo, apresentam sensibilidade às práticas de manejo, aos impactos de

origem antrópica e as propriedades ligadas ao ecossistema (como clima, solo e vegetação) (CORREIA & ANDRADE, 2008) o que lhes tornam indicadores eficientes da qualidade do solo.

A fauna do solo é representada por organismos que vivem parte ou todo o ciclo de vida no solo (ASSAD, 1997; GARCIA & CATANOZI, 2011). Diversas pesquisas (BARETTA et al., 2008; HOFFMANN et al., 2009; OLIVEIRA & SOUTO, 2011) têm utilizado a macro e mesofauna edáficas como bioindicadores da qualidade do solo visto que esses organismos são eficientes no monitoramento ambiental. A sensibilidade apresentada por esses organismos aos variados sistemas de manipulação do solo, revela o quanto uma prática pode ser considerada ou não conservacionista (CORREIA, 2002; LOURENTE et al., 2007; NUNES et al., 2009).

Portanto, considerando que as práticas agrícolas tradicionais (corte e queima da cobertura vegetal) causam consequências à comunidade edáfica, afetando o *habitat* e as fontes de alimento dos organismos (CORREIA & OLIVEIRA, 2000), indaga-se: o plantio de espécies arbóreas nativas da caatinga promove a restauração de área degradada pela agricultura tradicional? Para responder a essa pergunta, se delineou uma pesquisa com o objetivo de conhecer a fauna edáfica, antes e depois da implantação das mudas de espécies arbóreas nativas da caatinga. Esperam-se que os grupos da meso e macrofauna do solo encontrados sejam bioindicadores da restauração ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi concretizado na Fazenda Não Me Deixes, distrito de Daniel de Queiroz, município de Quixadá, Ceará. Situ-se a 4° 58' 17" S e 39° 00' 55" W, com altitude média de 190 m. Exibe clima Tropical Quente Semiárido, com temperatura média anual entre 26° a 28°C, pluviosidade anual de 838,1 mm, com estação seca de maio à janeiro e estação chuvosa concentrada nos meses de fevereiro a abril, a vegetação é composta por Caatinga Arbustiva Densa e o tipo de solo da área é Argissolo (CEARÁ, 2015). Na área a ser restaurada era, anteriormente, realizada agricultura tradicional, com derrubada da vegetação e queima. Atualmente a área estava em repouso há 8 anos.

Coleta de dados

Na área a ser restaurada foram plantadas mudas de 12 espécies de arbóreas nativas da caatinga, consideradas como espécies de diversidade, escolhidas segundo levantamento florístico realizado na fazenda, a saber: Catingueira (*Poincianella bracteosa*), Cumaru (*Amburana cearensis*), Embiratanha (*Pseudobombax marginatum*), Imburana (*Commiphora leptophloes*), João-Mole (*Pisonia tomentosa*), Jucá (*Libidibia ferrea*), Jurema Branca (*Piptadenia stipulacea*), Pau D'arco roxo (*Handroanthus impetiginosus*), Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), Mofumbo (*Combretum leprosum*), Mororó (*Bauhinia cheilantha*) e Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*). As mudas nativas foram distribuídas em quatro parcelas de 25 x 25 m com espaçamento de 3 x 3 m, totalizando aproximadamente 70 plantas por parcela. O plantio das mudas foi realizado nos dias 14 e 15 de março de 2015. A coleta dos invertebrados foi realizada em três períodos: outubro de 2014 (período seco e anterior ao plantio das espécies de diversidade); junho de 2015 (período chuvoso, depois de plantadas as mudas); e outubro de 2015 (período seco).

A captura dos organismos ocorreu através de instalações de armadilhas de queda do tipo “pitfall-traps”, que consiste em potes de plásticos, com 10 cm de diâmetro por 20 cm de profundidade, que foram colocadas a nível de solo, contendo solução conservante. Estas foram preenchidas até 1/3 da capacidade com líquido conservante (álcool 53% e duas gotas de detergente para quebrar a tensão superficial da água). Foram instaladas quatro armadilhas por parcela espaçadas em 10 m entre si, totalizando 16 armadilhas por período amostral. Depois de instaladas, as armadilhas permaneceram no campo por sete dias (AQUINO et al., 2006) com reposição da solução conservante quando necessário. Logo após retiradas, foram levadas para o laboratório, em seguida o conteúdo foi transferido para pontes de plástico contendo a solução conservante de álcool 70%. A identificação dos organismos foi realizada com uso de microscópio estereoscópico e classificados em táxons como classe, ordem ou família devido à grande diversidade de organismos (AQUINO, 2001).

Com as informações obtidas foram calculadas a abundância dos táxons (número de indivíduos por armadilha por dia); a riqueza (número de táxons identificados), a diversidade e a uniformidade da área (MOÇO et al., 2005; SOUZA et al., 2008). A diversidade dos táxons, que expressa a relação entre o número de táxons e a distribuição do número de indivíduos entre os táxons, foi determinada utilizando-se o Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H'). O índice de Shannon-Weaver (H) é indicado para cálculos de diversidade da biologia do solo porque considera a riqueza dos táxons e a abundância relativa (MAGURRAN, 2004).

A equitabilidade da área foi avaliada pelo Índice de Pielou (e), que mede a distribuição igualitária dos indivíduos entre os táxons (MAGURRAN, 2004), esse valor varia de 0 a 1, de forma que quanto menor o valor é indicativo que pode estar ocorrendo dominância de algum grupo (PASQUALIN et al., 2012; ABREU et al., 2014). Os dados foram analisados por meio de análise descritiva, medidas de posição (média) e de variabilidade (desvio padrão) e multivariada (Análise dos Componentes Principais e Análise de Coordenadas Principais).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As abundâncias total e média, assim como as riquezas total e média dos organismos, em outubro de 2015, apresentaram menores valores quando comparados as coletas anteriores (out/2014 – período seco, sem espécies de diversidade; jun/2015 – período chuvoso, com espécies de diversidade) (Tabela 1). A falta de cobertura vegetal e a seca que atinge a região há cinco anos têm contribuído para este decréscimo, pois a sensibilidade dos organismos edáficos frente a mudanças climáticas altera a distribuição dos táxons nos ambientes (VARGAS et al., 2013). A abundância média também foi menor levando em consideração os dois primeiros períodos, $13,22 \pm 2,71$ (Ind. arm⁻¹ dia⁻¹). Esse resultado também está relacionado à grande sensibilidade da maior parte das espécies da macrofauna às condições climáticas (NUNES et al., 2008; 2009; LIMA et al., 2010). Nesta situação, as condições de colonização do meio ficam limitadas para espécies mais resistentes ao déficit hídrico em relação a outras que podem ter migrado para outras áreas (NUNES et al., 2008).

TABELA 1 - Número total de indivíduos, abundância (Ind.arm⁻¹dia⁻¹) ± erro-padrão, riqueza média, riqueza total, diversidade e equabilidade da área nos três períodos analisados, Fazenda Não Me Deixes, Quixadá, CE

Período	Nº total de indivíduos	Abundância média por dia (Ind. arm ⁻¹ dia ⁻¹)	Riqueza Média	Riqueza Total	Diversidade	Equabilidade
OUT 2014	2.019	18,03±2,32	9,35	20	2,48	0,574
JUN 2015	15.523	138,61±12,79	18,81	24	2,02	0,439
OUT 2015	1.481	13,22±2,71	8,43	15	2,27	0,581

A diversidade e a uniformidade da fauna foram maiores nos períodos secos. Segundo NUNES et al. (2008) isto acontece porque quando os valores de abundância média dos táxons não são muito divergentes, o índice de diversidade torna-se muito alto e a diversidade de espécies associa-se à distribuição do número de indivíduos entre as espécies, desta forma, aumenta também a equitabilidade. Assim como também existem organismos edáficos adaptados à condição seca, como por exemplo o táxon Formicidae que pode ser encontrado em condições ecossistêmicas adversas (seca), como observado em pesquisa realizada por NUNES et al., (2012).

Os táxons mais frequentes em outubro de 2014 foram Entomobryomorpha (35%), Formicidae (31%) e Acari (19%); em junho de 2015 foram Entomobryomorpha (58%) e Acari (20%); e em outubro de 2015 foram Formicidae (41%) e Acari (31%) (Tabela 2).

TABELA 2 – Frequência em porcentagem dos principais táxons capturados, nos três períodos analisados, na Fazenda Não Me Deixes, Quixadá – CE

TÁXONS	OUTUBRO 2014	JUNHO 2015	OUTUBRO 2015
Acari	19	20	31
Coleoptera	2	2	2
Entomobromorpha	35	58	3
Formicidae	31	5	41
Pseudoescorpionida	6	9	13
Symphyleona	1	6	4
Outros	6	8	6

O grupo Acari (ácaros) foi frequente em todos os períodos analisados. Em estudos com fauna do solo em áreas em recuperação foi observada a presença de ácaros em ambientes com maior teor de matéria orgânica e umidade, recursos que proporcionam o aparecimento de fungos, dos quais muitos ácaros se alimentam (VICENTE et al., 2010), tal fato justifica a presença desses organismos no período observado (chuvoso).

As formigas ocupam os mais diversificados nichos no ecossistema (NUNES et al., 2008). O comparecimento desses organismos nas mais adversas condições, nos períodos secos como foi representado na pesquisa, deve-se ao fato desse táxon predominar na caatinga em déficit hídrico (NUNES et al., 2012), além disso, constitui um terço do total da biomassa de insetos das florestas brasileiras, ou ainda, por apresentarem papel importante na ciclagem de nutrientes e regeneração florestal, facilidade de coleta e identificação (NUNES et al., 2008), expressando alta capacidade de utilização na bioindicação de qualidade ambiental (NUNES et al., 2008). Estudos com formigas (Hymenoptera) em agroecossistemas têm confirmado a potencialidade destes organismos como bioindicadores de perturbações ambientais, com mais frequência durante o processo de recuperação de áreas

degradadas (BARETTA et al., 2003; SILVA et al., 2012).

Os colêmbolos, subordem Entomobryomorpha, exercem função detritívora e fungívora, contribuindo para a decomposição da matéria orgânica e manutenção do controle das populações de microrganismos, como os fungos (MELO et al., 2009). Os Entomobryomorpha também exercem importante papel na cadeia alimentar, promovendo a degradação da matéria orgânica nos ciclos biogeoquímicos (MELO et al., 2009), sendo mais frequentes em áreas onde há maior umidade (SILVA et al., 2013), motivo pelo qual estão presentes em maior quantidade em junho de 2015, período chuvoso.

Na Análise dos Componentes Principais (ACP) para a abundância dos táxons, o fator 1 representou 43,41% da variabilidade dos dados e o fator 2 representou 11,40%, entre as coletas de outubro de 2014 (NAT1), junho de 2015 (NAT2) e outubro de 2015 (NAT3) (Figura 1).

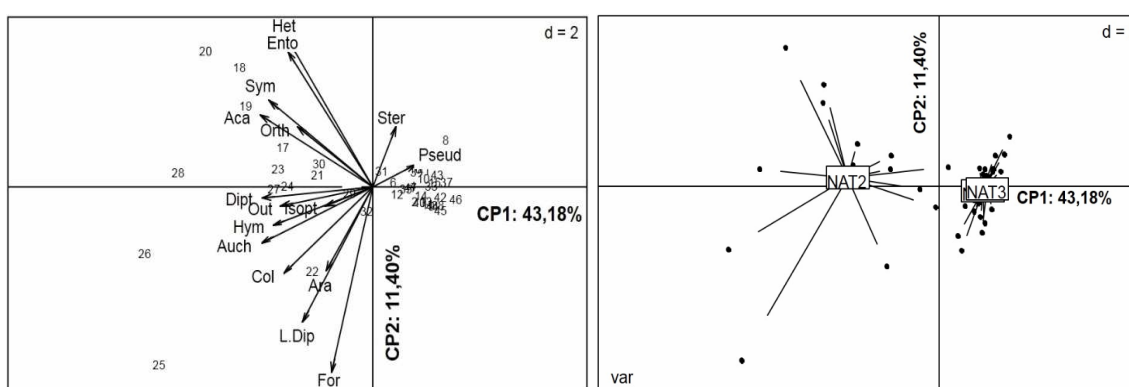


FIGURA 1 - Análise dos componentes principais (ACP) da abundância dos táxons da fauna edáfica, Fazenda Não Me Deixes, Quixadá, CE. Fonte: Elaborada pelos autores.

Os principais táxons que proporcionaram esse resultado para o componente 1 foram: Acari, Auchenorrhyncha, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Isoptera, Orthoptera, pseudoescorpionida e Symphypleona. No componente 2 foram: Araneae, Entomobryomorpha, Formicidae, Heteroptera, Larva de Diptera, Sternorrhyncha (Tabela 3).

TABELA 3 - Porcentagem de contribuição dos táxons da fauna edáfica na formação dos componentes principais 1 e 2, Fazenda Não Me Deixes, Quixadá, CE

TÁXONS	AXIS1(%)	AXIS2(%)
Acari	11.7554398	3.88771007
Araneae	2.0333152	5.30009047
Auchenorrhyncha	11.5122764	2.36888046
Coleoptera	7.3504940	5.63777900
Diptera	11.3349590	0.08965642
Entomobryomorpha	6.6790123	13.78441466
Formicidae	1.5734458	25.91563333
Heteroptera	6.4598574	16.04926487
Hymenoptera	9.2982295	1.11941084
Isoptera	2.0684520	0.27464943
L. Diptera	4.5826853	13.85650153
Orthoptera	5.2013640	2.68811053
Pseudoescorpionida	1.7276889	0.36492875
Sternorrhyncha	0.5368869	2.79873384
Symphypleona	9.9956103	5.59708277
Outros	7.8902830	0.26715305

A representatividade de alguns táxons pode ter ocorrido devido a uma maior disponibilidade de alimento na área, principalmente para os predadores como Pseudoscorpionida, Araneae e Hymenoptera que podem ser atraídos pela presença de presas no local (AGUIAR & BÜHRNHEIM, 2011); portanto, possível indicativo de estabilidade no ecossistema pela existência de uma cadeia alimentar (BENAZZI et al., 2013).

Os táxons Formicidae e Coleoptera além de atuar como predadores, também exercem atividades que promovem modificações na estrutura do solo juntamente com Isoptera (SILVA & AMARAL, 2013). Estudos realizados com coleópteros em plantio de *Eucalyptus rophyllana* na região amazônica encontraram maior abundância de espécies de Coleoptera nos meses com maiores índices pluviométricos, o que indica que esses insetos podem apresentar grandes populações nos meses mais chuvosos (favoráveis) e decrescer em épocas secas (desfavoráveis), já que a precipitação pluvial contribui para seu surgimento (PINTO et al., 2004).

A presença de Colêmbolos (Symphypleona e Sternorrhyncha) e Orthoptera indica que há uma grande variedade de materiais orgânicos, por exemplo, animais vivos, mortos e em decomposição, material vegetal, mudas e fungos (ARAÚJO et al., 2013). Em estudos feitos com fauna edáfica em Minas Gerais, constatou-se que ambientes equilibrados levam à incidência de Colêmbolos demonstrando que o táxon é frequente em ambientes onde ações antrópicas cessaram e evidenciando que são indicadores de áreas em restauração (VICENTE et al., 2010).

Os Hemípteros (Auchenorrhyncha) têm hábito fitófago, alimentando-se da seiva de plantas (GALLO et al., 2002; SANTOS et al., 2015), o que relaciona sua presença com as condições ambientais existentes. No entanto, Heteroptera e Sternorrhyncha que também pertencem à ordem Hemiptera, destacaram-se nos períodos de coleta (secos) o que pode indicar maior adaptação competitiva em relação aos demais organismos (RODRIGUES et al., 2009). O aparecimento de larvas de díptera possibilita a ocorrência de mais indivíduos adultos, fato que pode garantir a diversidade biológica e permanência desse táxon no ecossistema (ROQUE et al., 2005).

A Análise das Coordenadas Principais (PCoA) para abundância dos táxons, demonstrou a diferença entre os períodos seco e chuvoso, confirmando que este fato ocorreu devido à implantação das espécies nativas, que tornou o *habitat* favorável em termos de variedades de microhabitats e de oferta de recursos, proporcionados pela diversidade da vegetação (SILVA et al., 2006, 2008), o que implica em maior conteúdo de matéria orgânica, proporcionando, assim, melhor ambiente para os invertebrados edáficos (SILVA et al., 2006) e permitindo a reestruturação (AQUINO et al., 2009).

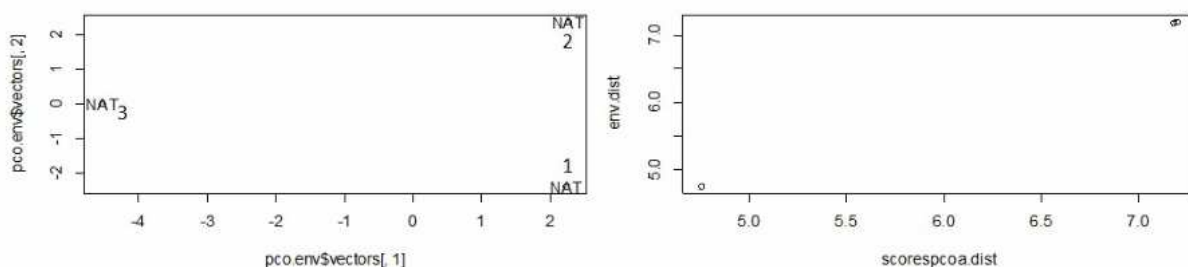


FIGURA 2 – Análise de Coordenadas Principais (PCoA) dos táxons da fauna edáfica nos três períodos analisados, Fazenda Não Me Deixes, Quixadá, CE. Fonte: Elaborada pelos autores.

CONCLUSÕES

O aumento na abundância e riqueza dos táxons da fauna do solo demonstrou os benefícios da implantação de plantas nativas para a restauração da área antropizada no período chuvoso (junho de 2015).

A diferença mais expressiva entre os táxons realizada pela PCA ocorreu no período chuvoso, demonstrando novamente a relevância das arbóreas nativas no procedimento de restauração de áreas degradadas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica concedida à primeira autora.

REFERÊNCIAS

ABREU, R. R. L. de.; LIMA, S. S. de.; OLIVEIRA, N. C. R. de.; LEITE, L. F. C. Fauna edáfica sob diferentes níveis de palhada em cultivo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 409-416, 2014. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/127594/1/ArtigoLuizFernandoPe sqAgropTrop2014.pdf>>. doi: 127594/1.

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. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672011000200018>>. doi: 10.1590/S0044-59672011000200018.

AQUINO, A. M.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; QUEIROZ, J. M. Recomendações para coleta de artrópodes terrestres por armadilhas de queda (pitfall-traps). **Circular Técnica 18**, Embrapa Agrobiologia, Seropédica, 8 p., 2006. Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/628430/1/cit018.pdf>>.

AQUINO, A. M. de. Manual para coleta de macrofauna do solo. **Documento 130**, Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ, 24 p., 2001. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB2010/27400/1/doc130.pdf>>.

AQUINO, F. de G.; OLIVEIRA, M. C. de.; RIBEIRO, J. F.; PASSOS, F. B. Módulos para recuperação de Cerrado com espécies nativas de uso múltiplo. **Documentos 250**, Embrapa Cerrados, Planaltina - DF, 47 p., 2009. Disponível em <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/856158>>.

ARAÚJO, A. S. F. D.; EISENHAUER, N.; NUNES, L. A. P. L.; LEITE, L. F. C.; CESARZ, S. Soil surface-active fauna in degraded and restored lands of Northeast Brazil. **Land Degrad. Develop**, 8 p., 2013. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94097/1/LandDegradDevelopLui zFernando.pdf>>. doi: 10.1002/ldr.2247.

ASSAD, M. L. L. Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. Biologia dos solos do cerrado. **Embrapa Cerrados**, Planaltina, p. 363-443, 1997. Disponível em <<http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00063220.pdf>>.

BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; MAFRA, A. L.; WILDNER, L. do P.; MIQUELIUTI, D. J. Fauna edáfica avaliada por armadilhas e catação manual afetada pelo manejo do solo na região Oeste Catarinense. **Revista de Ciências Agroveteriárias**, Lages, v. 2, n. 2, p. 97-106, 2003. Disponível em <http://intranetdoc.epagri.sc.gov.br/producao_tecnico_cientifica/DOC_9863.pdf>. doi: 9863.

BARETTA, D.; FERREIRA, C. S.; SOUSA, J. P.; CARDOSO, E. J. B. N. Colêmbolos (hexapoda: collembola) como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com *araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. spe, p. 2693-2699, 2008. Disponível em < <http://producao.usp.br/handle/BDPI/4690>>. doi: 4690.

BENAZZI, E. S.; BIANCHI, M. O.; CORREIA, M. E. F.; LIMA, E.; ZONTA, E. Impactos dos métodos de colheita da cana-de-açúcar sobre a macrofauna do solo em área de produção no Espírito Santo – Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, supl. 1, p. 3425-3442, 2013. Disponível em<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/12760/13670>>. doi: 10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl1p3425.

BRUGGEN, A. H. C.; SEMENOV, A. M. In: Search of biological indicators for soil health and disease suppression. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 15, n.1, p. 13-24, 2000.

CASALINHO, H. D.; MARTINS, S. R.; SILVA, J. B. da.; LOPES, Â. da S. Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 195-203, 2007. Disponível em <https://www.researchgate.net/profile/Joao_Silva104/publication/28241613_Qualidade_e_do_solo_como_indicador_de_sustentabilidade_de_agroecossistemas/links0a85e53b988e57b0c6000000.pdf/>>. doi: 28241613.

CEARÁ. Governo do Estado do Ceará. Secretaria do Planejamento e Gestão. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica. **O Perfil Básico Municipal**, Flávio Ataliba Flexa Daltro Barreto, 18 p., 2015. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2015/Quixada.pdf>.

CORDEIRO, F. C.; DIAS, F. de C.; MERLIM, A. de O.; CORREIA, M. E. F.; AQUINO, A. M. de.; BROWN, G. Diversidade da macrofauna invertebrada do solo como indicadora da qualidade do solo em sistema de manejo orgânico de produção. **Revista Universidade Rural, Série Ciência da Vida**, Seropédica, RJ, v. 24, n. 2, p. 29-34, 2004. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/236686069_DIVERSIDADE_DA_MACROFAUNA_INVERTEBRADA_DO_SOLO_COMO_INDICADORA_DA_QUALIDADE_DO_SOLO_EM_SISTEMA_DE_MANEJO_ORGANICO_DE_PRODUCAO>. doi: 236686069.

CORREIA, M. E. F. Potencial de utilização dos atributos das comunidades de fauna de solo e de grupos chave de invertebrados como bioindicadores do manejo de **AGRARIAN ACADEMY**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.4, n.7; p.263 2017

ecossistemas. **Documento 157**, Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, 14 p., 2002. Disponível em <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/624781>>.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação da serrapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. G. Fundamentos da matéria orgânica do solo:: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: **Metrópole**, p. 137-158, 2008. Disponível em https://books.google.com.br/books/about/Fundamentos_da_mat%C3%A9ria_org%C3%A2nica_do_sol.html?id=I-VEkgAACAAJ&redir_esc=y>.

CORREIA, M.E. F. OLIVEIRA, L. C. M. de. Fauna do solo: Aspectos gerais e metodológicos. **Documentos 112**, Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, 48 p., 2000. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/27350/1/doc112.pdf>>.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. de.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P. ZUCCHI, R. A. ALVES, S. B. VENDRAMIM, J. D. MARCHINNI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Manual de entomologia agrícola**, Piracicaba: FEALQ, v. 10, 469 p., 2002.

GARCIA, D. V. B.; CATANOZI, G. Análise de macrofauna de solo em área de mata atlântica e de reflorestamento com *Pinus sp*– Zona Sul de São Paulo. **Revista Ibirapuera**, São Paulo, n. 2, p. 10-14, 2011. Disponível em <<http://www.revistaunib.com.br/vol2/artigo1.pdf>>. doi: 2179-6998.

HOFFMANN, R. B.; NASCIMENTO, M. S. V.; DINIZ, A. A.; ARAÚJO, L. H. A.; SOUTO, J. S. Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo em areia, Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, Caatinga (Mossoró, Brasil), v. 22, n. 3, p. 121-125, 2009. Disponível em <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237117837019>>. doi: 237117837019.

LIMA, S. S. de.; AQUINO, A. M. de.; 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, 2010. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2010000300013>>. doi: 10.1590/S0100-204X2010000300013.

LOURENTE, E. R. P.; SILVA, R. F. da.; SILVA, D. A. da.; MARCHETTI, M. E.; MERCANTE, F. M. Macrofauna edáfica e sua interação com atributos químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientia Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 17-22, 2007. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v29i1.60>>. doi: 10.4025/actasciagron.v29i1.60.

MAGURRAN, A. E. Measuring biological diversity. **Blackwell, Oxford**, 256 p., 2004. Disponível em <http://www2.ib.unicamp.br/profs/thomas/NE002_2011/maio10/Magurran%202004%20c2-4.pdf>.

MELO, F. V. de.; BROWN, G. G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N. C.; LUIZÃO, **AGRARIAN ACADEMY**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.4, n.7; p.264 2017

F. J.; MORAIS, J. W. de.; ZANETTI, R. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. **Boletim Informativo da SBCS**, 3 p., 2009. Disponível em <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/428233>>. doi: 77e9c3e51074c780805444dc1e33223d.

MOÇO, M. K. da S.; GAMA-RODRIGUES, E. F. da.; GAMA-RODRIGUES, A. C. da.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região Norte Fluminense. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, p. 555-564, 2005. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000400008>>. doi: 10.1590/S0100-06832005000400008.

NUNES, L. A. P. L.; SILVA, D. I. B. da.; ARAÚJO, A. S. F. de.; LEITE, L. F. C.; CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em sistemas de manejo para produção de forragens no Estado do Piauí. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 1, p. 30-37, 2012. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902012000100004>>. doi: 10.1590/S1806-66902012000100004.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A. de.; MENEZES, R. Í. de Q. Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semiárido nordestino. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 043-049, 2009. Disponível em <revistas.ufpr.br/agraria/article/download/13162/9881>. doi: 10.5380/rsa.v10i1.13162.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A. de.; MENEZES, R. Í. de Q. Recolonização da fauna edáfica em áreas de Caatinga submetidas a queimadas. **Revista Caatinga**, (Mossoró, Brasil), v. 21, n. 3, p. 214-220, julho/setembro de 2008. Disponível em <<http://www.redalyc.org/html/2371/237117546032/>>. doi: 2371/237117546032.

OLIVEIRA, E. M. de.; SOUTO, J. S. Mesofauna edáfica como indicadora de áreas degradadas. **Revista Verde**, Pombal – PB – Brasil, v. 6, n. 1, p. 01-09, 2011. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v6i1.423>>. doi: 10.18378/rvads.v6i1.423.

PASQUALIN, L. A.; DIONÍSIO, J. A.; ZAWADNEAK, M. A. C.; MARÇAL, C. T. Macrofauna edáfica em lavouras de cana-de-açúcar e mata no noroeste do Paraná - Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 7-18, 2012. Disponível em <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/5210/10128>>. doi: 10.5433/1679-0359.2012v33n1p7.

PINTO, R.; ZANUNCIO JUNIOR, J. S.; ZANUNCIO, T. V.; ZANUNCIO, J. C.; LACERDA, M. C. Coleópteros coletados com armadilhas luminosas em palntio de *Eucalyptus urophyllana* região amazônica brasileira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 111-119, 2004. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5902/198050981787pdf>>. doi: 10.5902/198050981787

RODRIGUES, W. C.; CASSINO, P. C. R.; SPOLIDORO, M. V.; SILVA FILHO, R. Insetos Sugadores (Sternorrhyncha) em Cultivo Orgânico de Tangerina cv. Poncã

(*Citrus reticulata* Blanco): Diversidade, Constância, Freqüência e Flutuação Populacional. **Publicação do Projeto Entomologistas do Brasil**, 7 p., 2009. Disponível em <http://www.periodico.ebras.bio.br/ojs/index.php/ebras/article/view/29/74>. doi: 10.12741.

ROQUE, F. O; SIQUEIRA, T; STRIXINO, S. Occurrence of Chironomid larvae living inside fallen-fruits in Atlantic Forest Streams. *Entomol. Vect.*, p. 275-282, 2005. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S0328-03812005000200011>. doi: 10.1590/S0328-03812005000200011.

SANTOS, R. S.; DUARTE, A. J. C.; LUNZ, A. M. P. Infestação de *Aetalion reticulatum* (Linnaeus) (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Aethalionidae) em Plantas de *Euterpe oleracea* Martius (Arecaceae) no Estado do Acre. **Publicação do Projeto Entomologistas do Brasil**, 5 p., 2015. Disponível em <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1014023&biblioteca=vazio&busca=1014023&qFacets=1014023&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. doi:10.12741/ebrasilis.v8i1.450.

SILVA, J.; JUCKSCH, I.; FERES, C. I. M. A.; TAVARES, R. C. de. Fauna do solo em sistemas de manejo com café. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 2, p. 59-71, 2012. Disponível em revista.uft.edu.br/index.php/JBB/article/download/263/183. doi: 263/183.

SILVA, L. N.; AMARAL, A. A. Amostragem da mesofauna e macrofauna de solo com armadilha de queda. **Revista Verde**, v. 8, n. 5, p. 108-115, 2013. Disponível em <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/1988/2138>. doi: 1988/2138

SILVA, R. F. da.; 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. ISSN 1983-4063 - **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 130-137, 2013. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632013000200001>. doi: 10.1590/S1983-40632013000200001.

SILVA, R. F. da.; AQUINO, A. M. de.; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. de F. Macrofauna invertebrada do solo em sistema integrado de produção agropecuária no Cerrado. **Acta Scientia Agronomy**, Maringá, v. 30, supl., p. 725-731, 2008. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011001000027. doi: 10.1590/S0100-204X2011001000027.

SILVA, R. F. da.; AQUINO, A. M. de.; MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, M. de F. Macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção em Latossolo da Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 697-704, 2006. Disponível em <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v30i5.5974>. doi:10.4025/actasciagron.v30i5.5974.

SOUZA, R. C. de.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M. G.; SILVA, E. M. R. da .; PAULA, R. R.; MENEZES, L. F. T. de. Estrutura da comunidade da fauna edáfica em fragmentos florestais na Restinga da Marambaia, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 1, p. 49-57, 2008. Disponível em <http://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/EMBR_81974231a7c54ff3de4b04567771182b/Details ou h>. doi: 81974231a7c54ff3de4b04567771182b.

VARGAS, A. B.; CHAVES, D. A.; VAL, G. A. do.; SOUZA, C. G.; FARIAS, R. M.; CADORZO, C.; MENEZES, C. E. G. Diversidade de artrópodes da macrofauna edáfica em diferentes usos da terra em pinheiral, RJ. **AS&T (Acta Scientiae&Technicae)**, v. 1, n. 2, 7 p., 2013. Disponível em <<http://www.uezo.rj.gov.br/ojs/index.php/ast/article/download/41/14>>. doi: 41/14.

VICENTE, N. M. de F.; CURTINHAS, J. N.; PEREZ, A. L.; PREZOTTI, L. Fauna Edáfica Auxiliando a Recuperação de Áreas Degradadas do Córrego Brejaúba, MG. **Floresta e Ambiente**, p. 104-110, 2010. Disponível em <<http://www.floram.org/files/v17n2/v17n2a5.pdf>>. doi: 10.4322/floram.2011.013.

ZILLI, J. É.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R.; COUTINHO, H. L. da C.; NEVES, M. C. P. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 391-411, set./dez., 2003. Disponível em <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8751>>. doi: 8751.