ISSN: 1519-7816

EFEITO DA RECUPERAÇÃO DO SOLO SOBRE A MACROFAUNA EM DIFERENTES UNIDADES GEOECOLÓGICAS DA CAATINGA

Paulo Jerônimo Lucena de Oliveira
Doutorando na Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará (CE), Brasil
e-mail: paulo.jeronimo@aluno.uece.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7620-568

Irami Rodrigues Monteiro Junior
Doutorando na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte (RN), Brasil
e-mail: irami.junior.017@ufrn.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0109-1269

Jefferson Luan de Araújo Regis
Mestrando na Universidade Federal de Campina Grande, Patos, Paraíba (PB), Brasil
e-mail: jefferson.luan@estudante.ufcg.edu.br
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-3879-1668

Iaponan Cardins de Sousa Almeida
Professor doutor na Universidade Estadual do Pernambuco, Garanhuns, Pernambuco (PE), Brasil
e-mail: iaponan.cardins@upe.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2731-8492

Maria Lúcia Brito da Cruz
Professora doutora na Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará (CE), Brasil
e-mail: lucia.cruz@uece.br
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2202-923X

Resumo

A macrofauna do solo inclui os invertebrados que apresentam tamanho do corpo maior que 2 mm de comprimento e são considerados bioindicadores de qualidade do ambiente, por serem sensíveis às alterações ambientais. Dessa forma, este trabalho objetivou analisar os efeitos das práticas de recuperação de áreas degradadas sobre a macrofauna em unidades geoecológicas distintas. Foram analisadas duas áreas experimentais na depressão sertaneja e na vertente seca do planalto da Borborema, utilizando as armadilhas do tipo PROVID, as quais foram espacializadas em 3 diferentes tratamentos de solo (X, Y e Z) para efeito comparativo. Nesse sentido, durante os 4 dias em que as armadilhas ficaram em campo, foram coletados 472 indivíduos na área experimental da depressão sertaneja, bem como 543 indivíduos na área da vertente seca do planalto da Borborema, totalizando 1.015 indivíduos, distribuídos em 13 grupos taxonômicos a nível de ordem. Visto isso, os resultados não demostraram diferenças significativas entre os tratamentos do solo em relação à abundância e à riqueza da macrofauna. Portanto, a partir da presença da macrofauna nos ambientes, pode-se ter um entendimento acerca das duas áreas experimentais estarem em processo de formação de novos habitats, onde darão suporte para o equilíbrio ecológico dessas áreas que, em algum momento, sofreram intensos processos de degradação ambiental.

Palavras-chave: Edafologia. Semiárido. Provid. Insetos. Invertebrados.

EFFECTS OF DEGRADED AREA RECOVERY PRACTICES ON EDAPHIC MACROFAUNA IN DIFFERENT GEOECOLOGICAL CONTEXTS OF THE CAATINGA

Abstract

Soil macrofauna includes invertebrates that have a body size greater than 2 mm in length and are considered bioindicators of environmental quality, as they are sensitive to changes in the environment. Therefore, this work aimed to analyze the effects of recovery practices in degraded areas on macrofauna in different geoecological units. Two experimental areas were analyzed in the sertaneja depression and on the dry slope of the Borborema plateau using PROVID traps, which were spatialized into 3 different soil treatments (X, Y and Z) for comparative purposes. During the 4 days that the traps were in the field, 472 individuals were collected in the experimental area of the sertaneja depression and 543 individuals in the area of the dry slope of the Borborema plateau, totaling 1,015 individuals, distributed in 13 taxonomic groups at the order level. The results did not demonstrate significant differences between soil treatments in relation to macrofauna abundance and richness. Therefore, based on the presence of macrofauna in the environments, it is possible to understand that the two experimental areas are in the process of forming new habitats, which will support the ecological balance of these areas that at some point suffered intense processes of environmental degradation.

Keywords: Edaphology. Semiarid. Provid. Insects. Invertebrates.

INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga é considerado exclusivamente brasileiro, tendo em vista o conjunto de características que proporcionaram a evolução das paisagens semiáridas, especialmente pelos fatores edafoclimáticos, geomórficos e hidrológicos, como os principais agentes que caracterizam e distinguem as unidades geoecológicas, além das condições biológicas que favorecem o grande número de endemismo vegetais e animais (SILVA, 2020; RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2022; OLIVEIRA, COSTA, 2023).

Nesse contexto, é possível destacar que esse bioma apresenta unidades geoecológicas condicionadas pelo regime de chuvas escassas e irregulares, caracterizadas por altas taxas de evapotranspiração e temperaturas elevadas. Essas condições acarretaram processos de evolução e adaptação da fauna edáfica, como os invertebrados, considerados bioindicadores ambientais e que desempenham funções ecológicas de interação com as espécies vegetais (DRUMOND; SCHEISTEK; SEIFFARTH, 2012).

Esses quadros ambientais tendem a proporcionar uma regeneração lenta da vegetação após sofrer alteração por ações humanas, tornando o ambiente suscetível ao desequilíbrio ecológico (RESENDE; CHAER, 2010). Antogiovanni et al. (2020) destacam que a Caatinga

já ultrapassou mais da metade da perda de sua cobertura vegetal, aumentando o processo de desertificação nas áreas degradadas.

Essa degradação ambiental acarreta uma série de mudanças ecológicas no ambiente, especialmente nas condições de cobertura florestal, alterando, significativamente, a fauna edáfica do solo, principalmente em termos de abundância e diversidade (BARETTA et al., 2007). No contexto das características climáticas do semiárido brasileiro, a diversidade biológica do solo pode ser comprometida pelas altas médias de temperatura edáfica, que chegam a ultrapassar os 40 graus. (SILANS; SILVA; BARBOSA, 2006; SOUTO et al., 2008).

Destaca-se, nessa lógica, que a fauna edáfica apresenta um importante papel na gestão ambiental e desenvolvimento de políticas públicas voltadas à recuperação de áreas degradadas, uma vez que são comumente utilizadas como indicadores de equilíbrio ecológico por serem altamente sensíveis às mudanças ambientais, sejam elas físicas, químicas ou biológicas, dando maior respaldo à indicação do estágio de degradação ambiental de um determinado ambiente (STORK; EGGLETON, 1992; TARRÁ et al., 2012; MATOS; GARCIA; SCORIZA, 2019).

Desse modo, a adoção de medidas para a conservação e recuperação da fauna edáfica é uma saída para a restauração de ecossistemas degradados, o que representa uma oportunidade ímpar no segmento econômico e social a médio e longo prazo para usufruto dessas áreas. Os agricultores, por exemplo, que fazem uso da terra, não só pelo que podem realizar *a posteriori*, mas também pelo que podem aprender sobre as potencialidades da terra, têm um papel fundamental no manejo do solo para a manutenção da fauna edáfica. Estratégias que visem à recuperação da Caatinga são apontadas como sendo de grande relevância ambiental e socioambiental à manutenção e à sobrevivência da fauna edáfica neste bioma (RESENDE; CHAER, 2010).

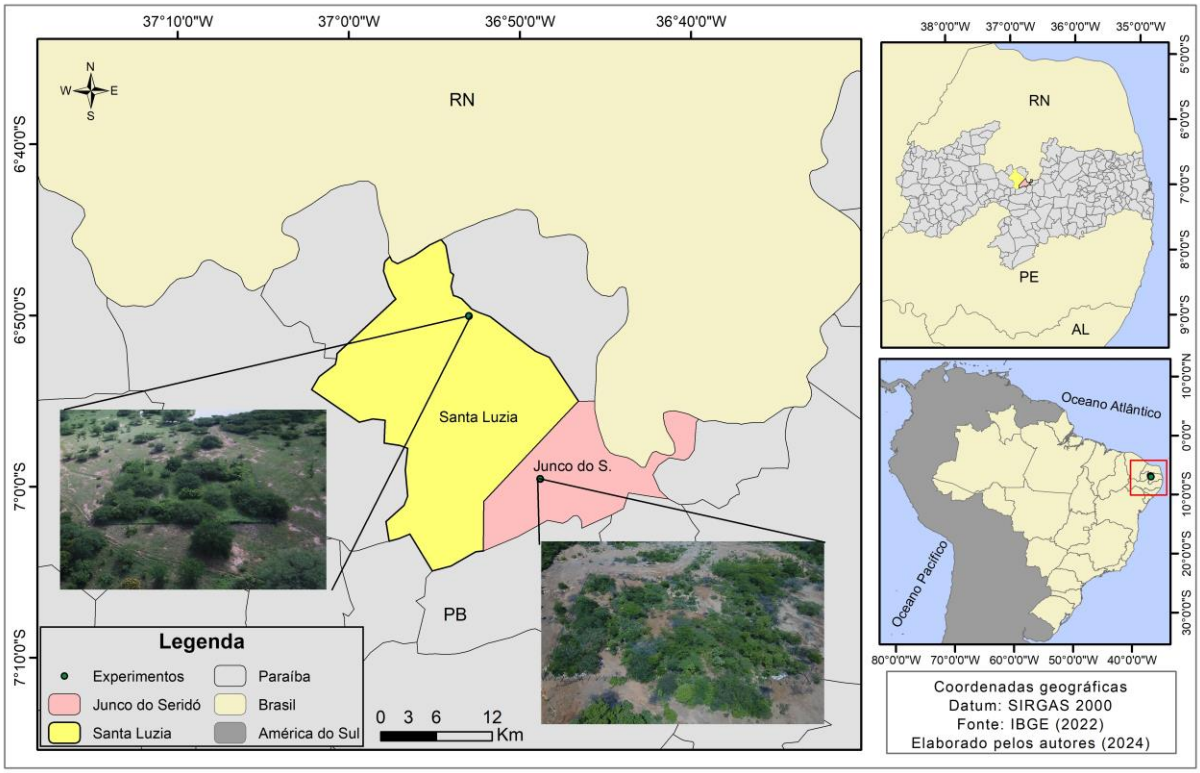
Estudos na perspectiva da fauna edáfica, especialmente em ambientes tropicais, tornaram-se extremamente relevantes para entender as interações biológicas no sistema solo-ambiente, sobretudo no seu nível de equilíbrio ecológico (DRESCHER et al., 2007). Assim, tomando como premissa o papel da fauna edáfica como marcador de avaliação do ambiente, este trabalho tem, como objetivo, analisar os efeitos das práticas de recuperação de áreas degradadas sobre a macrofauna edáfica em diferentes contextos geoecológicos da depressão sertaneja e vertente seca do planalto da Borborema, no Estado da Paraíba, entre 2013 e 2024.

METODOLOGIA

Descrição das áreas experimentais

Foram selecionados dois experimentos de recuperação de áreas degradadas, localizados sob diferentes características geoecológicas, uma situada na superfície aplainada da Depressão Sertaneja, em Santa Luzia – PB, e a outra na vertente seca do Planalto da Borborema, no município de Junco do Seridó – PB. São áreas com caraterísticas distintas, mas que sofreram processo de degradação ambiental a partir do uso histórico de pastoreio e cultura algodoeira (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização das áreas experimentais na Depressão Sertaneja, Santa Luzia - PB, e Planalto da Borborema, Junco do Seridó - PB



Fonte: Autoria própria, 2024.

Nessas áreas experimentais, o processo de pousio, ou seja, descanso para devolver a vitalidade da terra, data do início de 2013 até os dias atuais, totalizando mais de uma década da aplicação da técnica.

Ainda, as áreas experimentais apresentam dimensões as quais foram cercadas para que não haja a presença do gado ou qualquer outro animal que possa interferir no

desenvolvimento da sucessão ecológica. Os dois experimentos apresentam as dimensões definidas em 2.100m^2 (42 x 50m) (Figura 2).

Figura 2 - (A) Área experimental na Depressão Sertaneja em Santa Luzia - PB.; (B) Área experimental do Planalto da Borborema em Junco do Seridó - PB



Fonte: Autoria própria, 2024.

Os ambientes são condicionados pelo clima semiárido, com presença de rochas cristalinas, com solos do tipo Luvissolos crômicos e Argissolo vermelho-amarelo e relevo suavemente ondulado, dissecado e mais elevado na Borborema, predominando a vegetação de Caatinga (CARDINS, 2015). As duas áreas de estudo apresentam uma diferença considerável de altitude, uma vez que a área experimental de Santa Luzia está localizada a cerca de 300 metros acima do nível do mar, bem como a de Junco do Seridó a 691 metros.

PROCEDIMENTOS METROLÓGICOS

Na tentativa de avaliar a eficiência no processo de recuperação das áreas experimentais, foram traçadas 30 parcelas de 6x6m (36m^2) em cada experimento. As parcelas foram divididas em 03 tratamentos: X – área controle (apenas delimitada), Y – contenção em curva de nível e incorporação de substrato orgânico; e Z – contenção em curva de nível e incorporação de substrato orgânico, com adição de fosfato de rocha. Essa adubação fosfatada foi realizada a partir das recomendações de Araújo Filho (2009). Como destacado por Feitosa et al. (2007) e Pereira et al. (2008), a utilização de resíduo do caulim na confecção de substratos para a produção de mudas é uma técnica barata e eficaz para dar usos aos resíduos.

As contenções de seixos em curva de nível foram realizadas buscando diminuir a perda superficial do solo. Já a implementação do substrato visa restituir perdas nutricionais do solo com a incorporação de matéria orgânica, recomposição do banco de sementes e acúmulo

de camada de sedimentos. Esse material foi incorporado ao solo seguindo as seguintes proporções: 50% de esterco bovino e caprino e ovino, na proporção de 40ton/ha, 30% de resíduos do beneficiamento do Caulim e 20% de sedimentos de um riacho assoreado.

O levantamento da macrofauna adotado nesta pesquisa seguiu as técnicas e teorias descritas no Guia prático de biologia do solo (DIONÍSIO et al., 2016) e o Manual para coleta de macrofauna do solo (AQUINO, 2001), utilizando a chave de identificação de Triplehorn e Jonnson (2011) a nível de ordem dos grandes grupos taxonômicos.

Para a coleta da macrofauna edáfica, foram implementadas armadilhas de queda do tipo PROVID (ARAÚJO, 2010), adotando a técnica da garrafa de pet. Nesse procedimento, o recipiente é enterrado cerca de 15cm ao solo e, também, são realizados 4 furos com cerca de 2cm de diâmetro na garrafa, para que fique rente ao solo, em que, ao se deslocarem em direção à armadilha, eles caiam acidentalmente no recipiente e não consigam mais sair (Figura 3).

Figura 3 - Armadilha do tipo PROVID instalada na depressão sertaneja



Fonte: Autoria própria, 2024.

Para facilitar a captura dos insetos, foram adicionados cerca de 300ml da mistura entre água e detergente neutro. Em termos de proporções, utilizaram-se 150ml de detergente neutro para cada 1L de água para que os insetos sintam atração e sejam capturados pela armadilha.

Nesse contexto, foram colocadas dez (10) armadilhas em cada tratamento (Parcelas X – Controle; Y – Matéria orgânica e Z – Matéria orgânica e fosfato de rocha), sendo uma (01) armadilha para cada parcela, no total de 30 parcelas. Estas armadilhas foram repetidas nos dois tratamentos experimentas (Depressão Sertaneja e Vertente seca do planalto da Borborema), sendo totalizadas 60 armadilhas.

Estudos utilizando PROVID são amplamente aplicados por apresentarem eficiência e baixo custo na sua utilização, cuja capacidade de captura pode ser adaptada para atender às realidades ambientais e de campo a partir das diversas alterações no desenho da armadilha ou pelo uso de iscas atrativas para artrópodes. Foi adotado o desenho da armadilha de Silva et al. (2016), com o alargamento do orifício de captura para que seja possível aprisionar insetos maiores em função de sua circunferência.

Assim, uma armadilha pode ser definida como um processo mecânico, físico ou químico que captura um organismo. Essas armadilhas instaladas rentes ao solo são destinadas para insetos (vertebrados e/ou invertebrados), que caminham sobre o solo por incapacidade de voo ou por preferência de habitat. Nesses casos, é possível destacar a armadilha de queda como uma das mais utilizadas, pois apresenta muitas vantagens, principalmente para animais que são ativos à noite (ANDERSON; INGRAM, 1993; DIONISIO et al., 2016).

As armadilhas ficaram em campo por cerca de 96h (4 dias), no período chuvoso do mês de março de 2024. Após esse período, o material foi levado ao laboratório e lavado em peneira de 0,25mm, com uso de lupa e pinças. Realizou-se a contagem e identificação dos invertebrados maiores que 2mm, sendo armazenados na solução de álcool a 70% (SOUTO, 2006) (Figura 4).

Figura 4 - Materiais coletados em campo e separados por parcelas das áreas experimentais



Fonte: Autoria própria, 2024.

Os dados dos organismos foram analisados quantitativamente pela abundância de espécimes (Nº total de organismos), como também qualitativamente, por meio da diversidade. Foram feitas comparações das comunidades entre as duas áreas experimentais, utilizando o índice de diversidade de Shannon (H). Este índice é definido por:

$$H' = \sum_{i=n}^{s} pi\ x\ In\ (pi) \qquad (01)$$

Onde:

H’ = Índice de diversidade de Shannon-Weaver;

Pi = Abundância relativa de cada espécie;

Ni = Número de indivíduos do i-ésimo espécie na amostra;

N = Número total de indivíduos na amostra;

ln = logaritmo neperiano.

Este índice assume valores que variam de 0 a 5, indicando que o declínio de seus valores é o resultado de uma maior dominância de grupos em detrimento de outros (BEGON *et al*., 1996).

Após a aplicação do teste de normalidade de Shapiro-Wil, foi constatado que a distribuição dos dados é do tipo não-paramétrico. Dessa forma, o teste estatístico adotado de Kruskal-Willis é validado pelo método de Dunn. Esses testes são utilizados na comparação de três ou mais amostras independentes, nesse caso, foram utilizados, entre os tratamentos das duas áreas, o total de 60 parcelas amostrais. Esse teste indica se existe correlação entre, pelo menos, dois deles (GOTELLI; ELLISON, 2011; SOUZA; SOARES, 2013).

Para nível de significância, foi adotado o valor de $\rho \leq 0,05$ (95%). A partir do valor estimado de P, adotou-se o nível de significância e classificação proposta por Dancey e Reidy (2006), os quais descrevem uma correlação em 03 níveis: fraca ($\rho \leq 0,399$), moderada ($\rho \geq 0,400 \leq 0,700$) e forte ($\rho \geq 0,701$). Nesse caso, as etapas das análises estatísticas e elaboração dos gráficos foram realizadas com o auxílio do *software Past* 4.0.3 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001).

Para possibilitar a realização da análise comparativa entre os experimentos, todos os procedimentos seguiram o mesmo padrão e a mesma quantidade nas duas áreas experimentais. Essa padronização possibilitou o monitoramento dessas áreas que apresentam mais de 10 anos em pousio. Dessa forma, os resultados poderão contribuir para o entendimento da sucessão ecológica na Caatinga, com ênfase no equilíbrio ambiental, tomando, como ponto de partida, áreas que estão em pousio há pelo menos 10 anos em ambientes semiáridos que foram exploradas pela agricultura e pecuária extensiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os 4 dias em que as armadilhas ficaram em campo, foram coletados 472 indivíduos no experimento da depressão sertaneja e 543 indivíduos na área experimental da vertente seca do planalto da Borborema, totalizando 1.015 indivíduos, distribuídos em 13 grupos taxonômicos a nível de ordem (Tabela 1). Desse modo, mediante a utilização dos mesmos procedimentos, Araujo et al. (2013) e Lima et al. (2018) encontraram valores inferiores a esta pesquisa, com 473 indivíduos e 9 grupos taxonômicos, bem como 678 indivíduos e 12 grupos taxonômicos, respectivamente.

Tabela 1 - Grupos taxonômicos a nível de ordem encontrada na Depressão Sertaneja e Planalto da Borborema

Ordem	Número de indivíduos	Porcentagem (%)
Hymenoptera	575	51,57
Diptera	367	32,91
coleópteros	54	4,84
Araneae	33	2,96
Lepidoptera	30	2,69
Ortóptero	21	1,88
Anura	13	1,17
Haplotaxida	8	0,72
Scorpiones	8	0,72
Phasmatodea	2	0,18
Squamata	2	0,18
Scolopendrida	1	0,09
Scutigeromorpha	1	0,09
Total	**1.015**	**100**

Fonte: Autoria própria, 2024.

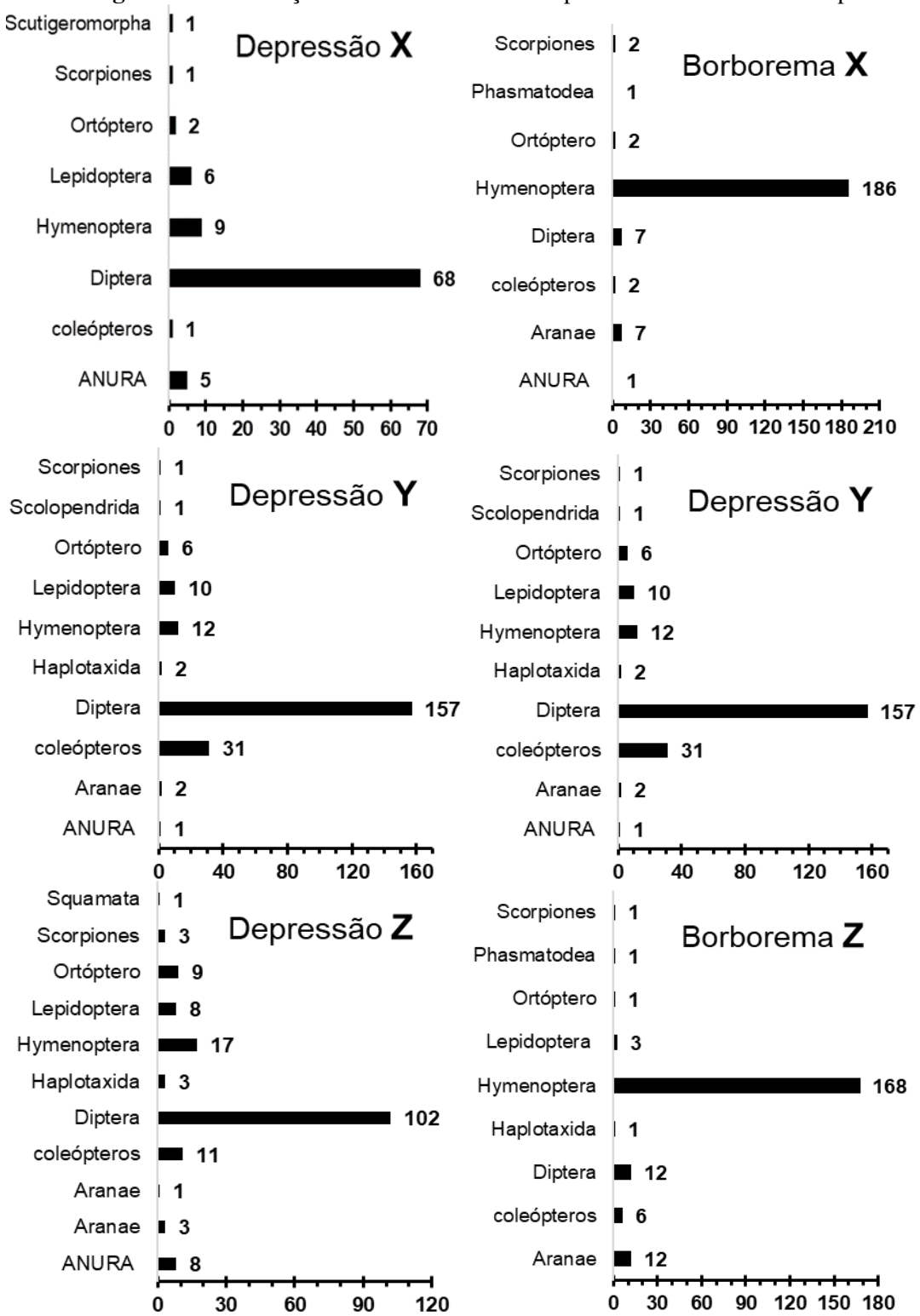
Os organismos foram identificados em 13 ordens, com predominância de: Hymenoptera (575 ind./51,57%), Diptera (367 ind./32,91%), Coleóptera (54 ind./4,84%), Araneae (33 ind./2,96%), Lepidopetra (30 ind./2,69%), Ortóptero (21 ind./1,88%) e Anura (13 ind./ 1,17%). Os demais grupos taxonômicos representam valores inferiores a 1%. Além disso, resultados semelhantes foram encontrados por Pech et al. (2016), uma vez que identificaram que o grupo taxonômico mais abundante foram os Hymenoptera, seguido por Coleóptera e Araneae.

Esses organismos desempenham um papel importante no funcionamento do ecossistema, pois existem nos diversos níveis tróficos dentro da cadeia alimentar edáfica (SILVA et al., 2007). Ademais, são responsáveis pelos processos de mineralização e humificação do solo por estarem presentes nas áreas de solo-serrapilheira, exercendo influência sobre o ciclo da matéria orgânica e sobre a disponibilidade dos nutrientes absorvíveis pelas plantas (DIAS et al., 2007; SILVA et al., 2007; KORASAKI et al., 2013).

Quando se analisa a distribuição dos organismos nas duas áreas experimentais, percebe-se uma alta concentração de indivíduos de uma única ordem, como a Díptera, destacando-se nos tratamentos X, Y e Z da área experimental da Depressão Sertaneja, com

73,12%, 70,4% e 61,45%, respectivamente. Já no experimento da Borborema, também se observou a predominância dos organismos da ordem Hymenoptera nos 03 tratamentos, compreendendo 89,42% no tratamento X, 71,45% no Y e 81,95% no tratamento Z (Figura 6).

Figura 6 - Distribuição da macrofauna edáfica por tratamento nas áreas experimentais



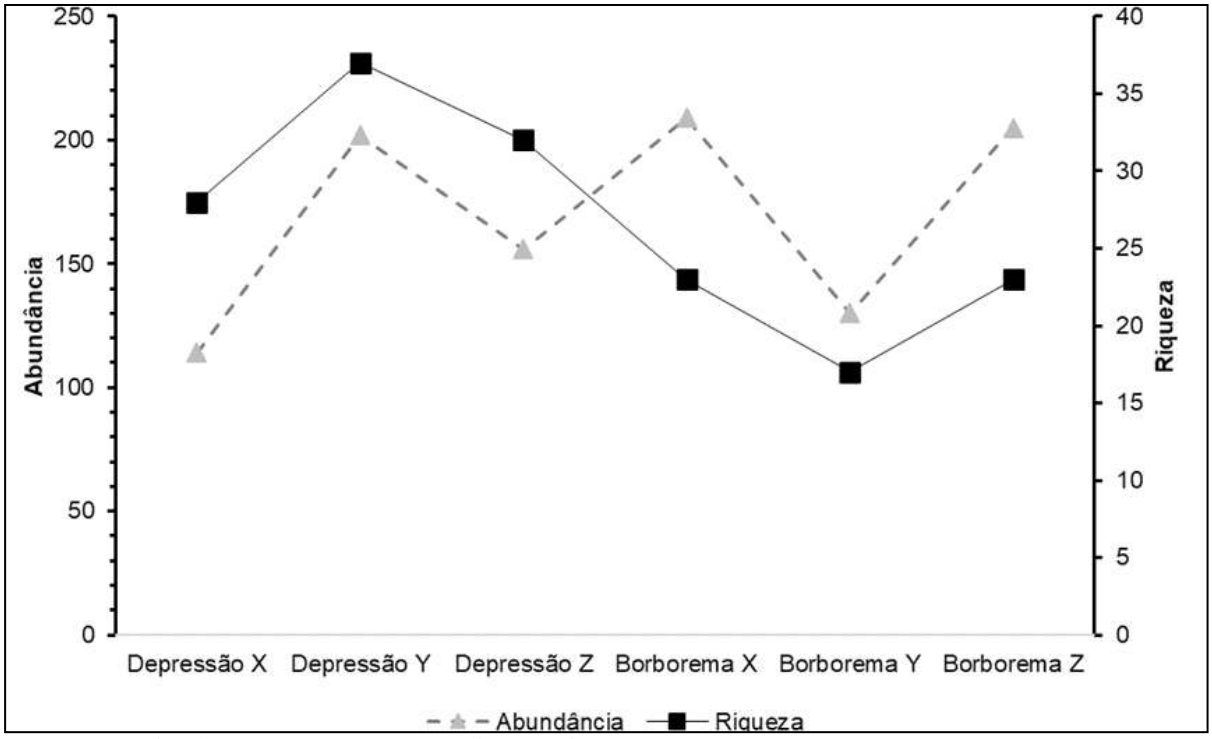
Fonte: Pesquisa de campo (2024). Autoria própria, 2024.

A fauna edáfica apresenta uma vastidão de espécies distribuídas nos mais diversos ecossistemas. Lopes (2019) destaca que os insetos estão entre os organismos mais disseminados e abundantes no planeta, com cerca de 30 milhões de espécies, em que o seu volume de biomassa acumulada é o maior entre todos os seres vivos.

Com relação à abundância dos tratamentos, a área de vertente seca referente à Borborema se mostrou superior à Depressão Sertaneja em dois (2) dos três (3) tratamentos. Nas parcelas com o tratamento X e Z, a Borborema apresentou a maior abundância no quantitativo de indivíduos com 209 e 205, respectivamente. A Depressão Sertaneja demonstrou melhor desempenho, com 202 indivíduos, nas parcelas com o tratamento Y.

Já em termos de riqueza, nos tratamentos que apresentaram elevada diversidade, a maior diversidade de taxa está na Depressão Sertaneja, sendo os tratamentos Y com 37 de riqueza, seguido dos tratamentos Z (32) e X (28), respectivamente (Figura 6).

Figura 6 - Comparação entre unidades experimentais, para taxas de Abundância e Riqueza somadas nos 3 tratamentos

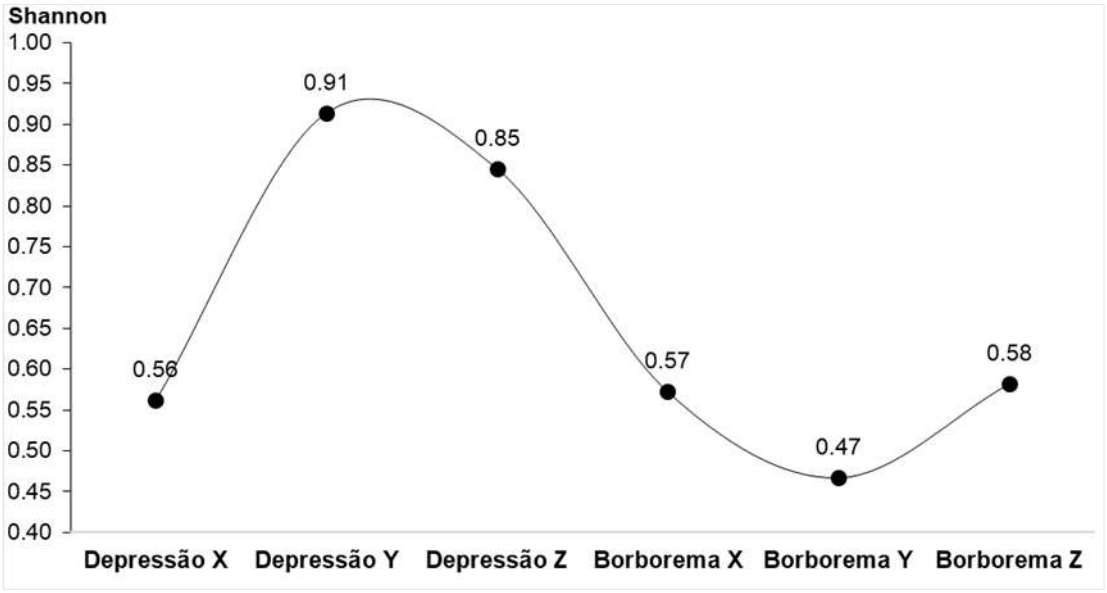


Fonte: Pesquisa de campo (2024). Autoria própria, 2024.

O índice de shannon indica maior diversidade nos tratamentos Y (0,91) e Z (0,82) da Depressão Sertaneja, enquanto o maior valor encontrado para o Planalto da Borborema foi o tratamento Z (0,58), (Figura 7). Como o índice de shannon varia de 0 (pouca diversidade) a 5

(alta diversidade), são perceptíveis valores mais próximos aos baixos de diversidade. Isso pode ser explicado pela dominância, já que, quanto maior ela for, menor será a diversidade.

Figura 7 - Índice de Shannon para a macrofauna edáfica por tratamento nas áreas experimentais



Fonte: Pesquisa de campo (2024). Autoria própria, 2024.

No entanto, apesar da variação de diversidade entre os tratamentos apresentados pelo índice de diversidade de Shannon, o teste não paramétrico de Kruskal-Willis aplicado no conjunto das amostras não apresentou uma variação estatisticamente significativa entre os tratamentos das duas áreas experimentais (P= 0,4613), o qual foi validado pelo método de Dunn (Tabela 2).

Tabela 2 - Nível de significância entre os tratamentos a partir do método Dunn

DUNN	Depressão S. X	Depressão S. Y	Depressão S. Z	Borborema X	Borborema Y	Borborema Z
Depressão S. X		0.2491	0.4138	0.07219	0.1682	0.08404
Depressão S. Y	0.2491		0.7374	0.4769	0.7707	0.5446
Depressão S. Z	0.4138	0.7374		0.3042	0.5435	0.3512
Borborema X	0.07219	0.4769	0.3042		0.6904	0.9033
Borborema Y	0.1682	0.7707	0.5435	0.6904		0.773
Borborema Z	0.08404	0.5446	0.3512	0.9033	0.773	

Fonte: Pesquisa de campo (2024). Autoria própria (2024).

Ao observar o valor de P= 0,4613, a partir da classificação proposta por Dancey e Reidy (2006), os tratamentos apresentaram uma variação moderada ($\rho \geq 0{,}400 \leq 0{,}700$) da macrofauna edáfica. No entanto, em trabalhos realizados em diferentes níveis de alteração do ambiente, foi percebida uma diferença significativa entre áreas apontadas como alteradas, em transição e conservadas (LIMA, 2021).

Embora este trabalho seja um ensaio para a continuidade do monitoramento da macrofauna, é perceptível a presença dos insetos em virtude da atração que a sucessão ecológica vem apresentando. Esses resultados permitem aprofundar o conhecimento sobre a restauração ecológica, já que as áreas apresentavam solo completamente exposto e sem vegetação em 2012, mas já apresentam macrofauna associada ao solo, depois da recolonização pelas plantas.

Assim, no presente trabalho, observou-se a predominância de duas ordens diferentes nas duas áreas experimentais, mas que estão presentes nos 3 tratamentos nos dois ambientes. Esses animais fornecem importantes serviços ecossistêmicos, contribuindo para a nutrição do solo, essencial para manter a fertilidade e garantir o crescimento saudável das plantas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos diferentes tipos de tratamentos e ambientes em que estão inseridos, a macrofauna tende a ter um comportamento ligado ao tipo de ambiente, como foi evidenciado pela dominância de um grupo na Depressão Sertaneja, bem como em outro grupo no Planalto da Borborema.

Os tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre eles, tampouco entre as áreas controle, as quais não receberam tratamento algum. Apesar dessas áreas controles não terem recebido tratamentos, elas apresentaram valores de abundância e riqueza muito próximos ao tratamento z.

Pela quantidade de indivíduos capturados, pode-se afirmar a eficiência das armadilhas do tipo PROVID para áreas semiáridas em processo de recuperação ambiental, com e sem espécies lenhosas que proporcionam uma cobertura vegetal.

Pela sua intensa participação nos processos biológicos dos ecossistemas naturais, a presença da macrofauna no ambiente proporciona um entendimento sobre a qualidade dele, uma vez que são sensíveis às alterações antrópicas. Para além disso, são bioindicadores da

microfauna pela relação alimentar de detritívoros (macrofauna) e decompositores (microfauna).

Portanto, a partir da presença da macrofauna nos ambientes, pode-se ter um entendimento que as duas áreas experimentais estão em processo de formação de novos habitats, onde darão suporte para o equilíbrio ecológico dessas áreas, que, em outrora, sofreram intensos processos de degradação ambiental.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pela concessão de bolsas de doutorado. Ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará (UECE). À Escola Estadual Manoel Correia, em nome da diretora Eurinete, pelo apoio estrutural de laboratório para realização das análises. E aos Laboratórios de Geoprocessamento e Estudos Aplicados (LABGEO) – UECE/Fortaleza e Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas (LabNut) – UFCG/Patos pelo apoio metodológico.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biological and fertility**: a handbook of methods. 2. ed. Wallingford: C.A.B. International, 1993. p. 44-46.

AQUINO, A. M. **Manual para coleta da Macrofauna do solo**. Seropédica: EMBRAPA agrobiologia, p. 24, 2001.

ARAÚJO FILHO, J. A; ROCHA, M.M. C. Efeitos da Adubação Mineral e orgânica sobre a produção de fitomassa do estrato herbáceo em duas regiões do Sertão Nordestino. Patos, PB: **Agropecuária científica no Semiárido**. v. 5, p. 16 - 21. 2009. DOI: https://doi.org/10.30969/acsa.v5i1.45

ARAUJO, K. D. **Análise da vegetação e organismos edáficos em áreas de caatinga sob pastejo e aspectos socioeconômicos e ambientes de São João do Cariri – PB**. 2010. 166 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

ARAUJO, K. D.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. P.; PARENTE, H. N.; CORREIA, K. G.; PAZERA JR, E. LEVANTAMENTO DA MACROFAUNA INVERTEBRADA DO SOLO EM ÁREA DE CAATINGA NO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA. **Geoambiente On-line**, Goiânia, n. 13, p. 01–13 pág., 2013. DOI: 10.5216/revgeoamb.v0i13.25989.

BARETTA, D.; BROWN, G. G.; JAMES, S. W.; CARDOSO, E. J. B. N. Populações de minhocas amostradas por métodos de coleta de Araucaria angustifolia na Mata Atlântica. **Scientia Agrícola**, v. 4, p. 384-392, 2007. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-90162007000400009

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND. C. R. Ecology individuals populations and communities. **Blackwell Scientific Publications,** Boston, 1996. 876 p.

CARDINS, I. S. A. **Degradação, desertificação e recomposição ambiental no seridó ocidental, estado da paraíba**. Tese (Doutorado em Geografia. Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, 2015. 179 f.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; CORREIA, M. E. F.; RODRIGUE, K. M.; FRANCO, A. A. Efeito de leguminosas arbóreas sobre a macrofauna do solo em pastagem de Brachiaria brizantha cv. Marandu. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.1, p.38-44, 2007.

DIONÍSIO, J. A.; PIMENTEL, I. C.; SIGNOR, D.; PAULA, A. M.; MACEDA, A.; MATTANA, A. L. **Guia prático de biologia do solo**. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2016.

DRESCHER, M. S. et al. Mesofauna como bioindicador para avaliar a eficiência da revegetação com Lupinus albescens em solo arenizado do sudoeste do Rio Grande do Sul. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. Anais... Gramado, SBCS, 2007

DRUMOND, M. A.; SCHEISTEK, H.; SEIFFARTH, J. A. Caatinga: Um bioma exclusivamente brasileiro e o mais frágil. **Revista do Instituto Humanitas Unisinos**, v. 7, n. 389, p. 1-60, 2012.

FEITOSA, C. R; GONÇALVES, S. G; ANDRADE, L. A; BEZERRA, F. T. C; OLIVEIRA, L. S. B; VIEIRA, R. M; FERREIRA, L. E. Utilização do rejeito de caulim da composição de substrato para emergência de plântulas de Cuité (Crescentia Cujete l.). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL,8, 2007. Caxambu, M. **Anais**...Caxambu, MG: Sociedade de Ecologia do Brasil. 23 a 28 de setembro, 2007.

GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. **Princípios de estatística em Ecologia**. Tradução: Fabrício Beggiato Baccaro. Porto Alegre: Artmed, 2011. 683 p.

HAMMER, O.; HARPER D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia electronica**, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

KORASAKI, V.; MORAIS, J. W.; BRAGA, R. F. Macrofauna. In: MOREIRA, F. M. S.; CARES, S. J.; ZANETTI, R.; STURMER, S. L. **O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção**. Lavras: UFLA, 2013.

LIMA, R. W. S.; SILVA, C. A. R.; SANTOS DIAS, D.; COSTA SANTOS, É. M.; GOMES, D. L.; ARAUJO, K. D. Macrofauna do solo no Parque Municipal de Maceió, Alagoas. **Revista caminhos de geografia**, v. 22, n. 81, p. 292-307, 2021. DOI: https://doi.org/10.14393/RCG228155261

LOPES, M. A. **Insetos na Dieta**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2019. Disponível em: < https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45712402/artigo---insetos-na-dieta > Acessado em: 08 de abr. 2024.

MATOS, P. S.; GARCIA, P. A. B. B.; SCORIZA, R; N. Effect of different forest management practices on the soil macrofauna in the arboreal caatinga. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 3, p. 741 – 750, 2019. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n318rc

OLIVEIRA, A. M.; COSTA, D. F. S. Classificação de unidades fitoecológicas na paisagem de um ambiente serrano na região semiárida do Brasil (Serra de João do Vale -RN/PB). **GEOgraphia**, v. 25, n. 54, 2023. DOI: https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2023.v25i54.a28643

PECH, T. M. et al. Macrofauna edáfica em três sistemas agroflorestais no município de Curitibanos, SC. In: XII SIMPÓSIO FLORESTAL CATARINENSE 12, 2016, Lages. **Anais...** Lages: CAV/UDESC, 2016, p. 129-134.

PEREIRA, W. E; SOUSA, G. G; ALENCAR, M. L; MENDONÇA, R. M; SILVA, G. L. Crescimento de mudas de mamoeiro em substratos contendo caulim. **Revista verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v.3, n.1, p. 27-35, 2008.

RESENDE, A. S.; CHAER, G. M. **Manual para recuperação de áreas degradadas por extração de piçarra na Caatinga**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2010. 78 p.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. D.; CAVALCANTI, A. D. P. B. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 6 ed. Fortaleza: Impressa Universitária, 2022. 332 p.

SANTOS DE LIMA, Renato Wilian; DOS SANTOS DIAS, Delane; ROCHA DA SILVA, Carlos Augusto; DA SILVA, Ana Beatriz; ANDRADE DE SOUZA, Mayara; DANTAS ARAÚJO, Kallianna. Macrofauna do solo em diferentes tipos de cobertura vegetal em Maceió, Alagoas. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 3, n. 1, p. e6717, 2018.

SILANS, A. P.; SILVA, F. M.; BARBOSA, F, A. R. Determinação in loco da difusividade térmica num solo da região de caatinga (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 1, p.41-48, 2006. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-06832006000100005

SILVA, F. C. **Caatinga em ambiente degradado:** análise da dinâmica e diversidade de comunidades vegetais no núcleo de desertificação do médio Jaguaribe Ceará, Brasil. 2020. 119 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual do Ceará. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2020.

SILVA, J.; CASALINHO, H.; VERONA, L. E.; SCHWENGBER, J. Avaliação da mesofauna (colêmbolos e ácaros) do solo em agroecossistemas de base familiar no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p.539-542, 2007.

SILVA, M. C. S., SOBRINHO; F. S. L.; SILVA, A. V.; BARROS, R. P. A utilização de armadilhas tipo pitfall para levantamento da fauna edáfica em solos com cultivo de Manihot esculenta Crantz e Opuntia spp. na zona rural de Arapiraca-AL. In: CONGRESSO NORDESTINO DE BIÓLOGOS-CONGREBIO. 2016

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil.** 2006. 150 f. Tese (Doutorado em Agronomia) pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; MIRANDA, J. R. P.; SANTOS, R. V.; ALVES, A. R. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, N. 1, P. 151-160, 2008. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000100015

STORK, N. E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. **American Journal of Alternative Agriculture**, v. 7, n.1-2, p. 38-47, 1992. DOI: https://doi.org/10.1017/S0889189300004446

TARRÁ, I. L. C.; LUIZÃO, F. J.; WANDELLI, E. V.; TEIXEIRA, W. G.; MORAIS, W. J.; FERNANDES, E. C. M.; BROCHEL, K. V.; PÉREZ, N. V. Grupos funcionais da macrofauna e macroporos do solo em sistemas agroflorestais da Amazônia central. **Prospectiva**, v. 10, n.1, p. 6-17, 2012.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Estudo dos Insetos**, 2ª ed. Tradução: Noveritis do Brasil. São Paulo: editora: Cengage Learning, 2015. 809 p.

Recebido em: 25/05/2024

Aprovado em: 30/07/2024

Publicado em: 04/09/2024