



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA**

**LILIANNE DOS SANTOS MAIA**

**ARTRÓPODES DE SOLO HABITANTES DA CAATINGA SOB MANEJO  
FLORESTAL (FAZENDA ALVORADA, SÃO GONÇALO DO AMARANTE, CEARÁ)**

**FORTALEZA  
2016**

**LILIANNE DOS SANTOS MAIA**

**ARTRÓPODES DE SOLO HABITANTES DA CAATINGA SOB MANEJO  
FLORESTAL (FAZENDA ALVORADA, SÃO GONÇALO DO AMARANTE, CEARÁ)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia/Fitotecnia.

Área de concentração: Entomologia Agrícola.

Orientador: Prof. *D. Sc.* Patrik Luiz Pastori

**FORTALEZA  
2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- M187a      Maia, Lilliane dos Santos.  
              Artrópodes de solo habitantes da Caatinga sob manejo florestal (Fazenda Alvorada, São  
              Gonçalo do Amarante, Ceará) / Lilliane dos Santos Maia. – 2016.  
              57 f.: il.; color.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias  
              Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Fortaleza,  
              2016.  
              Área de concentração: Entomologia Agrícola.  
              Orientação: Prof. Dr. Patrik Luiz Pastori.
1. Entomofauna. 2. Sucessão ecológica. 3. Entomologia. I. Título.

LILIANNE DOS SANTOS MAIA

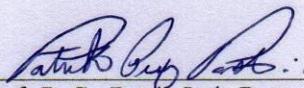
**ARTRÓPODES DE SOLO HABITANTES DA CAATINGA SOB MANEJO  
FLORESTAL (FAZENDA ALVORADA, SÃO GONÇALO DO AMARANTE, CEARÁ)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia/Fitotecnia.

Área de concentração: Entomologia Agrícola.

Aprovada em: 11 de fevereiro de 2016.

BANCA EXAMINADORA



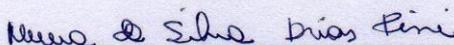
---

Prof. D. Sc. Patrik Luiz Pastori  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



---

Prof. D. Sc. Lorenzo Roberto Sgobaro Zanette  
Universidade Federal do Ceará (UFC)



---

Pesq<sup>a</sup>. D. Sc. Nivia da Silva Dias-Pini  
Embrapa Agroindústria Tropical

## DEDICO

Ao meu Avô Lídio Ramos dos Santos (*in memoriam*), pela sua trajetória de vida simples, cuja preocupação sempre foi ser o provedor do lar.

## OFEREÇO

À Deus, pelo amor incondicional a sua criação. À Mamãe, minha querida sobrinha (Sophia), a meu namorado (André Luiz) e a todos os amigos mais chegados que irmãos, que contribuem proporcionando alegrias e grandes momentos à minha vida.

## AGRADECIMENTOS

À Deus pela criação e amor a criatura, em quem deposito a minha fé, sempre ciente que posso todas as coisas naquele que me fortalece.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia (PPGAF) pelo acolhimento e a realização do curso de Mestrado em Agronomia/Fitotecnia área de concentração em Entomologia Agrícola.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pelo suporte financeiro por meio da concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal do Paraná (UFPR) e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia, pelo acolhimento durante parte do mestrado e pelo conhecimento disponibilizado nas disciplinas e na identificação dos insetos.

Ao orientador prof. *D. Sc.* Patrik Luiz Pastori, por ser mais que um orientador, mais um conjunto de atributos (professor, orientador, amigo, psicólogo, pai) reunidos em um profissional, que sempre tem as melhores ideias e as grandes sacadas. Obrigada pela orientação, apoio, credibilidade e amizade à mim creditadas.

Ao prof. Mauro Ferreira Lima e ao grupo Tavares, sem os quais seria impossível a realização desse trabalho.

Aos participantes da banca examinadora *D. Sc.* Lorenzo Roberto Sgobaro Zanette e *D. Sc.* Nívia da Silva Dias-Pini, pelo tempo dedicado à leitura, correções, valiosas colaborações e sugestões dadas a este trabalho.

À todos os professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia da UFC, em especial: Cândida, Júlio Cesar, Éneas, Raquel e Marcos Esmeraldo, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos professores da Universidade Federal do Paraná: Cibele, Lúcia, Mirna, Rodrigo Feitosa, Rodney, Mário, Lucélia e Isabela, pelas contribuições entomológicas ao longo do período em que estive no Paraná.

À família LEA (Laboratório de Entomologia Aplicada): Cristiane (maninha), Dalila, Lenny, Adão, Jonathas, Rosenya, Suyanne, Laura, Lorena, Nádylla e Carol pela amizade, companheirismo, momentos de descontração, confraternizações e os laços que estão eternizados na minha vida.

Aos colegas da Universidade Federal do Paraná, mestrandos (Júlia Flissak, Sabrina Raísa, Monica Piovesan, Mila Ferraz, Stella Jorge, Isaac Jorge, Jefferson Fogaça Tomacheski,

Sidney, Érica Ayumi Taguti, Johan Pérez), doutorandos (Ândrio Zafalon da Silva, Tiago, Janaína Silva, Mafer Caneparo, Daniel Basílio) e pós-doutorandos (Camila Fediuk de Castro Guedes, Daniel Moura e Rodrigo Corrêa), grata pela recepção, companheirismo (tardes de café), momentos de descontração, a ajuda nas identificações do meu material, tive momentos maravilhosos e inesquecíveis com vocês.

À minha família: [Tios (as), primos (as) e a mais nova integrante Valentina], que mesmo nos momentos de lutas, tristezas, erros, acertos, perdas e ganhos sempre se mantem unida, com uma pitada de bom humor em tudo, porque por mais difícil que seja a situação, às vezes sorrir é o melhor remédio. A minha prima Vaneska Silva e seu marido (José Talvânio Barros), por acolher e amar a Sophia, em todo o tempo que estive no Paraná. A minha mãe e sobrinha que sempre me apoiaram em minhas decisões, a conquista é nossa.

Ao meu amado André Bruz, pelo amor, carinho, companhia, respeito e confiança. Você apareceu em minha vida em um momento inesperado, trazendo colorido e momentos eternizados em nossas memórias, seu amor tem sido minha força e proteção, porque tudo em você exala o amor. Obrigada por me amar, meu amigo, meu companheiro e meu futuro marido, por todos os momentos vividos e por uma vida toda a ser conquistada com você ao meu lado. Simplesmente amo-te.

Aos amigos que levo comigo em meu coração, Ianê Texeira, Liana Flor, Rênya, Rafaela Oliveira, Ana Kersya, Mara Gabrielle, Aline Pinheiro, Cristiane Ramos, Jordana Valentim, André Borba, Davi Pacheco e Jean obrigada pelos momentos de alegria, pela torcida, orações e pela amizade de vocês.

Aos amigos Francýalisson Lima, Marília, Fabinho (o grande homem) e Givanildo pela convivência, acolhimento e momentos de alegria vividos nos sete meses que estive no PR.

Aos amigos Carol Negri, Stefan Natan Kühne, Isabela Henning Wahl, Rafael Humberto Couso, Karine Sales e Brunno Cunha, pelas saidinhas nas noites curitibanas e os momentos de alegria compartilhados.

Aos queridos Iara Bruz e Thiago Quintas Preto, casal que me encantou desde o primeiro encontro e a quem tenho grande admiração. Obrigada pelo acolhimento, amizade, desejo-lhes um futuro repleto de muitas alegrias e conquistas, espero sempre estar perto para acompanhar a felicidade de vocês.

A amiga, Dra. Jamilli Fialho pelas valiosas contribuições, amizade, paciência, disponibilidade e por me apresentar o fantástico mundo da Entomofauna do solo.

A todos que fizeram parte direta e indiretamente para realização desse trabalho. Obrigada a todos.

“As pessoas precisam dos insetos para sobreviver, mas os insetos não precisam de nós. Se toda a humanidade desaparecesse amanhã, não teríamos, é provável, a extinção de uma única espécie de insetos. No entanto, se os insetos desaparecessem, o ambiente terrestre logo iria entrar no caos.”

Edward O. Wilson

## RESUMO

A Caatinga é a vegetação predominante no semiárido Nordestino, caracterizada por plantas caducifólias que perdem suas folhas durante o período de estiagem. Uma das práticas que vem contribuindo para a perda da diversidade é a exploração indiscriminada da vegetação natural para produção de lenha, cujos efeitos são devastadores, principalmente, no bioma que é considerado um dos mais frágeis. Visando a exploração da madeira de forma legalizada e sustentável, a partir de 2012 foram aprovados Planos de Manejo Florestal. Para garantir a sustentabilidade do Plano de Manejo Florestal se faz necessário a realização de pesquisas que avaliem os possíveis impactos sobre os artrópodes de solo, uma vez que esses organismos reagem rapidamente a qualquer alteração ocorrida dentro de um ambiente. Diante do exposto o presente trabalho tem por objetivo relatar informações sobre os principais grupos de organismos habitantes do solo (Artrópodes de solo ou edáficos), bem como o efeito do plano de Manejo florestal sobre organismos presentes em uma área do bioma Caatinga. Foram selecionadas cinco áreas que adotam Plano de Manejo Florestal em diferentes estágios de sucessão (T1- Área sem ser explorada à seis meses; T2- Área sem ser explorada à 2-3 anos; T3- Área sem ser explorada à 5-6 anos; T4- Área sem ser explorada à 10-11 anos e; Te- Testemunha representada pela área de reserva legal (Não explorada), onde foram instaladas quatro armadilhas 'Pitfall' em cada área. A partir dos artrópodes coletados foram calculados os índices ecológicos: Shannon-Weaver ( $H'$ ) e o Índice de Uniformidade de Pielou ( $e$ ), a riqueza de espécies e utilizada a análise multivariada - Análise de Componentes Principais (ACP). Constatou-se a presença de diversas espécies de artrópodes que foram agrupados à nível de Ordem, sendo encontrados de sete à 14 grupos. Constatou-se ainda que Acari, Collembola, Formicidae e Diptera foram os grupos mais representativos em quantidade e que o ciclo de 10 anos de exploração da Caatinga seguindo o Plano de Manejo Florestal contribuiu para restauração do ecossistema.

**Palavras-chave:** Entomofauna. Exploração sustentável. Sucessão ecológica. Diversidade de insetos.

## ABSTRACT

Caatinga is the predominant vegetation in semi-arid Northeast of Brasil, characterized by deciduous plants that lose their leaves during the dry season. One of the practices that have contributed to the loss of diversity is the indiscriminate exploitation of natural vegetation for fuel wood, the effects are devastating, especially in the biome that is considered one of the weakest. Aiming to logging legalized and sustainable manner, from 2012 were approved Forest Management Plans. To ensure the sustainability of the forest management plan is necessary to conduct research to assess the possible impacts on soil arthropods, as these organisms react quickly to any change within an environment. Given the above the present study aims to report information on the major groups of organisms inhabitants of the soil (soil Arthropods or edaphic), as well as the effect of forest management plan on organisms present in an area of Caatinga. They selected five areas that adopt Forest Management Plan in different stages of succession (T1- area without being exploited to six months; T2- area without being exploited to 2-3 years; T3- area without being exploited to 5-6 years; T4- area without being exploited for 10-11 years; Te- Control represented by legal reserve area (not exploited), where 'Pitfall' were set four traps in each area from the arthropod ecological indices were calculated: Shannon-Weaver ( $H'$ ) and the Uniformity Index Pielou ( $e$ ), the species richness and used multivariate analysis. - Principal Component analysis (PCA) found the presence of several species of arthropods that were grouped to Order level, and found seven to 14 groups. It was also found that Acari, Collembola, Formicidae and Diptera were the most representative groups in quantity and the cycle of 10 years of exploration Caatinga following the Forest Management Plan has ecosystem restoration.

**Keywords:** Entomofauna. Sustainable exploitation. Ecological succession. Insect diversity.

## SUMÁRIO

<b>I</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>12</b>
<b>II</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>14</b>
	<b>CAPÍTULO I – DIVERSIDADE DA ENTOMOFAUNA EM ÁREAS DE CAATINGA SOB MANEJO FLORESTAL NO SEMIÁRIDO CEARENSE .....</b>	<b>16</b>
	RESUMO .....	17
	ABSTRACT .....	18
1	INTRODUÇÃO .....	19
2	MATERIAL E MÉTODOS .....	20
3	RESULTADOS .....	22
4	DISCUSSÃO .....	24
5	CONCLUSÕES .....	28
6	REFERÊNCIAS .....	29
	<b>CAPÍTULO II – AVALIAÇÃO DA FAUNA EDÁFICA EM ÁREAS DE MANEJO FLORESTAL MEDIANTE TÉCNICAS DA ANÁLISE MULTIVARIADA .....</b>	<b>39</b>
	RESUMO .....	40
	ABSTRACT .....	41
1	INTRODUÇÃO .....	42
2	MATERIAL E MÉTODOS .....	43
3	RESULTADOS .....	44
4	DISCUSSÃO .....	46
5	CONCLUSÃO .....	48
6	REFERÊNCIAS .....	49
<b>III</b>	<b>CONCLUSÕES FINAIS .....</b>	<b>58</b>
<b>IV</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>59</b>

## **I INTRODUÇÃO GERAL**

O nome Caatinga (do Tupi: caa (mata) + tinga (branca)= mata branca) advém da paisagem esbranquiçada, característica da vegetação durante a estiagem, onde grande parte das árvores perde suas folhas (para reduzir a evapotranspiração) e o tronco apresenta uma coloração esbranquiçada e seca. Esse bioma é considerado o único exclusivamente brasileiro de forma que seus recursos biológicos não são encontrados em outros lugares do planeta (Drumond et al., 2012).

Dentre os Estados brasileiros que abrigam esse bioma encontra-se o Ceará, que possui regiões semiáridas, onde se pratica a exploração da vegetação natural, muitas vezes de maneira indiscriminada, para produção de lenha, visando atender a demanda de fábricas de cerâmicas, padarias, residências do interior, entre outros fins (Maia et al., 2006; Ministério do Meio Ambiente, 2012).

A retirada da madeira de forma extrativista para produção de lenha contribui para o desequilíbrio e a degradação do ambiente, principalmente no ecossistema Caatinga, considerado o bioma mais frágil entre os existentes (Thomaz et al., 2009). No entanto, a partir de 2012 o Ministério do Meio Ambiente iniciou a aprovação de projetos com o objetivo de garantir o manejo florestal madeireiro e não-madeireiro de forma sustentável, atendendo a demanda das indústrias, fornecendo madeira legalizada, por meio de Planos de Manejo Florestal (PMF) (Ministério do Meio Ambiente, 2012).

A Sociedade Norte Americana de Engenheiros Florestais (1958 apud Rosot, 2007), conceitua Manejo Florestal (MF) como a utilização de fundamentos técnicos florestais e métodos comerciais executados dentro de uma propriedade florestal. Entretanto a partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Desenvolvimento (Rio 92), a palavra manejo foi associada ao termo sustentável, surgindo o conceito de Manejo Florestal Sustentável, como sendo o uso da floresta com intuito de obter benefícios sociais e econômicos, preservando a sustentação do ecossistema (Rosot, 2007).

Conforme Ahrens (2005), o plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) deve obedecer aos princípios gerais e fundamentos técnicos. Sendo que os princípios devem atender: A preservação dos recursos naturais, a manutenção estrutural da floresta bem como sua funcionalidade, a diversidade biológica e o avanço socioeconômico da região. Um PMF ou PMFS baseia-se em dados obtidos a partir de um Inventário Florestal (IF) onde são analisados parâmetros quantitativos e qualitativos que compõem a região a ser explorada (Lima, 2010).

No entanto, o inventário florestal não leva em consideração a diversidade de artrópodes que vivem no solo ou mesmo outros organismos de tamanho reduzido. Assim nas bases dos planos de manejo florestal não existem relatos sobre os possíveis efeitos causados aos organismos habitantes do solo. Os artrópodes de solo retratam o funcionamento do ecossistema, uma vez que, atuam na decomposição de matéria orgânica, na ciclagem dos nutrientes, sendo importantes nas relações biológicas ocorridas na interação solo/planta, estabelecendo diversas interações com os microrganismos (Giracca et al., 2003). O estudo sobre a fauna do solo é de vital importância para entender a ecologia do funcionamento desses organismos edáficos, visto que, o desequilíbrio nessas populações pode acarretar o aumento de pragas e mudanças nas propriedades físicas do solo e conseqüentemente redução da fertilidade e da produtividade (Nunes et al., 2008).

São escassos os estudos que comparam os efeitos dos manejos florestais sobre a meso e a macrofauna, portanto estudos devem analisar o possível impacto dos planos de manejo florestal sobre a biodiversidade de artrópodes que vivem no solo observando aqueles organismos sensíveis à qualquer alteração em seu 'habitat'. Pesquisas relatam que os artrópodes de solo são fontes de informação no tocante a conservação da biodiversidade e que a presença ou ausência de determinados grupos pode indicar os possíveis impactos que naquele ambiente estudado (Yamada 2001; Freitas et al., 2003; Neves, 2006).

Diante do exposto o presente trabalho tem por objetivo relatar informações sobre os principais grupos de organismos habitantes do solo (Artrópodes de solo ou edáficos) presentes em uma área do bioma Caatinga, sob manejo florestal com diferentes estágios de regeneração, situada no município de São Gonçalo do Amarante, Ceará.

NOTA<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Esta dissertação segue normas da Revista Brasileira de Ciências do Solo (2015), com adaptações para as normas do guia de normalização de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Ceará (UFC).

## II REFERÊNCIAS

- Ahrens S. Sobre o manejo florestal sustentável de uso múltiplo: proteger a fauna para conservar as florestas. *Rev. Dir. Dif.* 2005; 29: 61-65.
- Drumond MA, Schistek H, Seiffarth JA. Caatinga: Um bioma exclusivamente brasileiro e o mais frágil. *R. I. H. U.* 2012; 389:1-60.
- Freitas AVL, Francini RB, Brown Junior KS. 2003. Insetos como indicadores ambientais. In: Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida. Cullen Junior L, Rudran R, Valladares-Pádua C. (Eds.) Curitiba – PR, editora UFPR, Fundação: O Boticário de Proteção à Natureza, 667p.
- Giracca EMN, Antonioli ZI, Eltz FLF, Benedetti E, Lasta E, Venturini SF, Venturini EF, Benedetti T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, AGUDO/RS. *Rev. Bras. Agrocienc.* 2003; 9: 257-261.
- Lima MF. Reformulação do Plano de Manejo Florestal Sustentável. Fazenda Alvorada – Município de São Gonçalo do Amarante. Protocolo Semace nº 07437546-6. Ceará. Brasil. 2010. 91p.
- Maia SMF, Xavier FADS, Oliveira TSD, Mendonça EDS, Araújo Filho JAD. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no Semi-árido Cearense. *Rev. Árvore.* 2006; 30: 837-848.
- Ministério do Meio Ambiente. Biomas. Caatinga [internet]; [acesso em 03 abr 2015]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>.
- Neves CMDL. Análise da vegetação e da entomofauna de coleópteros ocorrentes em fragmentos de floresta serrana de brejo de altitude no estado da Paraíba [dissertação]. Areia: Universidade Federal da Paraíba; 2006.
- Nunes LAPL, Araújo Filho JAD, Menezes RÍDQ. Recolonização da fauna edáfica em áreas de caatinga submetidas a queimadas. *Rev. Caatinga.* 2008; 21: 214-220.

Rosot MAD. Manejo Florestal de uso múltiplo: Uma alternativa contra a extinção da Floresta com Araucária? *Pesq. Flor. Bras.* 2007; 55: 75-85.

Thomaz C, da Costa C, de Oliveira MAJ, Accioly LJDO, da Silva FHBB. Análise da degradação da Caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.* 2009; 13: 961-974.

Yamada MV. Estudo da biodiversidade dos Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) em área de Mata Atlântica do Parque Estadual do Jaraguá. [dissertação]. São Paulo - SP. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2001.

**CAPÍTULO I**  
**DIVERSIDADE DA ENTOMOFAUNA EM ÁREAS DE CAATINGA SOB MANEJO**  
**FLORESTAL NO SEMIÁRIDO CEARENSE**

## RESUMO

A Caatinga é caracterizada por espécies vegetais caducifólias, ou seja, aquelas que perdem suas folhas nos períodos de estiagem. Nesse ecossistema ocorre a prática de retirada da madeira para produção de lenha e, quando realizada sem critérios técnicos pode contribuir para a redução da biodiversidade, bem como para a degradação do bioma. O Ministério do Meio Ambiente tem aprovado projetos de manejo florestal com o intuito de preservar o ambiente e fornecer madeira legalizada para atender essa demanda. Assim, os Planos de Manejo Florestal, tem sido adotados pela expectativa de causar menor impacto ao ecossistema, mas, ainda são escassas as informações sobre o efeito que os mesmos exercem sobre a biodiversidade de artrópodes, especialmente aqueles que habitam o solo. Pesquisas relatam que os organismos edáficos são bastante sensíveis a qualquer alteração em seu 'habitat', sendo considerados ótimos indicadores de biodiversidade. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi realizar um levantamento da diversidade da fauna edáfica em áreas que adotam plano de manejo florestal, na Fazenda Alvorada. Foram selecionadas cinco áreas que adotam Plano de Manejo Florestal em diferentes estágios de recuperação: T1- Área sem ser explorada à seis meses; T2- Área sem ser explorada à 2-3 anos; T3- Área sem ser explorada à 5-6 anos; T4- Área sem ser explorada à 10-11 anos e; Te- Testemunha representada pela área de reserva legal (Não explorada), onde foram instaladas quatro armadilhas 'Pitfall' em cada área. A partir dos artrópodes coletados foi calculado os índices ecológicos: Shannon-Weaver ( $H'$ ) e o Índice de Uniformidade de Pielou ( $e$ ) e a riqueza de espécies. A riqueza total variou de 7 à 14 grupos nos diferentes períodos de coleta e entre os tratamentos, o maior índice de Shannon (0,72) foi encontrado na área explorada à 5-6 anos (Tratamento 3), durante o período de transição seco/chuvoso e o menor índice de Pielou (0,11) foi observado no período chuvoso no tratamento 4 (explorada 10-11 anos). Os espécimes encontrados são influenciados pelos diferentes estágios de exploração da madeira sendo visível a predominância de alguns grupos como: Acari, Collembola, Formicidae e Diptera e o aparecimento do grupo Solifugae nos períodos seco e transição seco/chuvoso.

**Palavras-chave:** Semiárido. Fauna edáfica. Índices ecológicos.

## ABSTRACT

The Caatinga is characterized by deciduous plant species, that is, those that lose their leaves during the dry season. This ecosystem is the timber taken from practice for the production of firewood and, when performed without technical criteria can contribute to the reduction of biodiversity, as well as the degradation of the biome. The “Ministério do Meio Ambiente” has approved forest management projects in order to preserve the environment and provide wood legalized to meet this demand. Thus, the Forest Management Plans, has been adopted by the expectation of causing less impact on the ecosystem, but are still little information on the effect that they have on the biodiversity of arthropods, especially those that live in the soil. Surveys report that soil organisms are very sensitive to any change in their 'habitat', being considered excellent biodiversity indicators. In this sense, the objective of this study was to survey the diversity of soil fauna in areas that adopt forest management plan, at “Fazenda Alvorada”, Ceará State. They selected five areas that adopt Forest Management Plan in different recovery stages: T1- area without being exploited to six months; T2- area without being exploited to 2-3 years; T3- area without being exploited to 5-6 years; T4- area without being exploited for 10-11 years; Te- Control represented by legal reserve area (not exploited), where four traps were installed 'Pitfall' in each area. From the arthropod was calculated ecological indices: Shannon-Weaver ( $H'$ ) and the Uniformity Index Pielou ( $e$ ) and species richness. The total wealth ranged from 7 to 14 groups in different collection periods and between treatments, the highest rate of Shannon (0.72) was found in the area explored to 5-6 years (Treatment 3) during the dry period of transition / rainy and the lowest evenness index (0.11) was observed in the rainy season in treatment 4 (explored 10-11 years). The specimens found are influenced by different stages of exploitation of timber being visible to the predominance of some groups such as Acari, Collembola, Formicidae and Diptera and the appearance of Solifugae group during the dry and dry / rainy transition.

**Keywords:** Semi-Arid. Soil fauna. Ecological indexes.

## 1 INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga é exclusivo do Brasil, sendo composto por um agrupamento de plantas arbustivas e caducifólias, ou seja, perdem suas folhas durante os períodos de estiagem - condição climática predominante no semiárido brasileiro (Pinheiro et al., 2013; Beuchle et al., 2015). Essa condição climática propicia elevadas taxas de evapotranspiração e altas temperaturas (Coutinho, 2006).

O semiárido é caracterizado por solos pouco intemperizados e rasos, com baixa produção de fitomassa, sendo alterado severamente pelo superpastoreio pecuário, desmatamento ilegal, incêndios, períodos inapropriados de pousio, sistemas agrícolas extrativistas e corte da madeira para produção de lenha (Maia et al., 2006; Araújo et al., 2010). Os frequentes cortes de vegetação realizado para consumo de madeira e lenha seguido do abandono das áreas exploradas provoca desequilíbrio no ecossistema e possível perda da biodiversidade (Thomaz et al., 2009). Uma alternativa para redução do desequilíbrio é a implantação de florestas para produção de madeira e lenha (Barroso, 2008).

No tocante ao gerenciamento de florestas manejadas, o desafio é manter a produtividade sem afetar a biodiversidade, sendo, portanto, necessário conhecimento detalhado do ecossistema, caracterizando o nível de uso e a manipulação desse ambiente para que o mesmo não perca sua capacidade de recuperação após as intervenções ocorridas (Avila et al., 2015). Com isso, a partir de 2012 vários projetos foram e estão sendo financiados pelo Ministério do Meio Ambiente com o intuito de garantir a sustentabilidade de espécies nativas e assim, os Planos de Manejo Florestal madeireiro e não-madeireiro, que atendam a produtividade energética de indústrias gesseiras e cerâmicas de forma legalizada, passaram a contribuir para o equilíbrio da exploração da região semiárida (Ministério do Meio Ambiente, 2012).

Pesquisas sobre o manejo florestal e a silvicultura, servem de amparo para o desenvolvimento do setor florestal regional, contribuindo para a exploração sustentável de florestas naturais reduzindo os impactos sobre o ambiente (Taffarel et al., 2014). O plano de Manejo Florestal Sustentável (PMSF) deve atender alguns critérios gerais e fundamentos técnicos como a preservação dos recursos naturais, a conservação da estrutura florestal e sua dinâmica; o avanço socioeconômico da região e a biodiversidade (Aherns, 2005).

Para o planejamento do PMSF é fundamental obter conhecimentos da disponibilidade das reservas acessíveis à exploração correlacionando com a estimativa da biomassa ou sobre a diversidade de espécies existentes e seus potenciais usos (Meunier et al.,

2015). Nesse quesito, a riqueza e a diversidade de artrópodes de solo podem ser indicativos da conservação desse ambiente, uma vez que esses organismos são sensíveis a qualquer mudança em seu ambiente natural reagindo rapidamente a tais alterações, sendo assim indispensáveis na indicação da manutenção do ecossistema (Neves, 2006).

A fauna do solo está vinculada aos processos de ciclagem de nutrientes atuando nos mecanismos de decomposição tanto da serrapilheira como do solo (Machado et al., 2015). Na formação da serrapilheira ocorre transferência de nutrientes que podem influenciar as espécies, bem como as comunidades (Estruturas e dinâmicas), exercendo papel fundamental na troca energética da cadeia trófica (Ferreira et al., 2014). Desta forma, os invertebrados do solo têm a capacidade de alterar as características biológicas, físicas e químicas, de forma que a macrofauna atua diretamente nas interações ocorridas nesses processos, sendo apontada por pesquisadores como indicadora da qualidade do solo (Silva et al., 2013). Nas florestas, inúmeros grupos de artrópodes de solo são considerados importantes, como por exemplo, os Coleoptera que fragmentam o material vegetal em pequenas frações acelerando o processo de decomposição (Barbosa, 2008). Daí torna-se importante conhecer os organismos edáficos, caracterizá-los e quantificar sua abundância.

Poucos estudos relatam os grupos (Artrópodes, Entomofauna de solo) existentes no bioma Caatinga bem como suas interações especialmente onde são adotados os planos de manejo florestal. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi realizar um levantamento da diversidade dos artrópodes de solos em áreas que adotam plano de manejo florestal, na Fazenda Alvorada.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi realizada na Fazenda Alvorada, situada na localidade de Croatá, município de São Gonçalo do Amarante, Estado do Ceará. A sede da fazenda está localizada entre as Rodovias BR 222 e CE 341, à latitude 3°36'26"S e longitude 38° 58' 06"W, com altitude de 15,92 m. O solo é classificado como Podzólico Vermelho - Amarelo (Embrapa, 2006). A temperatura média anual oscila entre 25 a 30°C, ao mesmo tempo em que a média pluviométrica é de 1.200 mm anuais, com estação chuvosa de Janeiro a Maio e uma estação seca de Junho a Dezembro (IPECE, 2007). O clima é considerado tropical equatorial seco, muito quente e semiárido do tipo BSw<sup>h</sup>, conforme a classificação de Köppen Geiger (Peel et al., 2007).

Foram selecionadas áreas onde adota-se o Plano de Manejo Florestal (PMF 1214/95 do Ibama), com ciclo de exploração (Corte da madeira) de rotação com dez (10) anos

completos. No interior das áreas foram demarcadas regiões de exploração em rotatividade de sucessão representadas pelos seguintes tratamentos: T1- Área sem ser explorada à seis meses; T2- Área sem ser explorada à 2-3 anos; T3- Área sem ser explorada à 5-6 anos; T4- Área sem ser explorada à 10-11 anos e; Te- Testemunha representada pela área de reserva legal (Não explorada).

A fauna do solo foi coletada em quatro diferentes períodos dentro de 12 meses, tendo início em Abril/Maio de 2014 (Período chuvoso) e prosseguindo nos períodos de transição chuvoso/seco (Julho/Agosto de 2014), seco (Outubro/Novembro de 2014), finalizando no período de transição seco/chuvoso (Janeiro/Fevereiro de 2015). A captura da fauna edáfica foi realizada com armadilhas de intercepção (Pitfall) com adaptações às propostas por Dutra (2009; 2012) e Embrapa (2006).

As armadilhas foram confeccionadas a partir de garrafas de politereftalato de etileno (PET<sup>®</sup>), sendo composta por duas partes de tamanhos diferentes. A primeira parte com área de captura medindo 10 cm de diâmetro e 15 cm de altura foi enterrada ao solo, com a borda nivelada à superfície. A segunda parte da armadilha com 8 cm de diâmetro e 10 cm de altura foi inserida dentro da primeira parte, servindo como copo-coletor onde adicionou-se a solução conservante (água e algumas gotas de detergente neutro - Embrapa 2006). Como funil foi utilizada a parte superior das garrafas maiores acopladas na unidade coletora. Sobre a abertura de cada armadilha, foi mantido um prato plástico com 20 cm de diâmetro, sustentado por três palitos de madeira a uma distância de 5,0 cm do solo com o intuito de reduzir ou impedir a entrada de água proveniente de possíveis precipitações e de folhas e ramos de plantas (Figura 1).

Foram dispostas quatro armadilhas distanciadas a cada 10 m, no interior de cada uma das áreas de exploração. Em cada um dos quatro períodos do ano as armadilhas foram ativadas, ou seja, foi inserida solução conservante dentro de cada armadilha, habilitando as mesmas para a captura da fauna. Sete dias após a ativação, o conteúdo das armadilhas foi retirado, inserido em garrafas plásticas, etiquetados, identificados e transportados (Figura 2) para o Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA), localizado no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará onde o conteúdo foi lavado em água corrente com o uso de peneiras com malha de 0,10 mm visando à retirada de impurezas e da solução conservante e, na sequência, armazenados em novos potes plásticos de 50 ml contendo álcool 70% até a triagem. Os indivíduos capturados foram triados com o auxílio de um microscópio estereoscópico binocular (lupa) e identificados em nível de grandes grupos (Classe, Ordem, Família e/ou Morfo-espécies). O aprofundamento na identificação dos táxons foi realizado

com auxílio de especialistas da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e com base em literatura especializada.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo cada repetição representada por uma armadilha disposta nos tratamentos: T1 (Explorada à seis meses); T2 (sem ser explorada à 2-3 anos); T3 (sem ser explorada à 5-6 anos); T4 (sem ser explorada à 10-11 anos) e Testemunha (Reserva Legal - Não explorada). Os dados obtidos foram tabulados em planilhas Microsoft Excel™ (Office, 2010) e avaliados por meio do software DivEs - Diversidade de Espécies v3.0 (Rodrigues, 2015) verificando-se a riqueza de espécies e os índices de diversidade Shannon e de uniformidade de Pielou conforme descrição a seguir:

Riqueza de Espécies Jackknife 1º Ordem. A partir desse parâmetro é possível presumir a riqueza de indivíduos presentes em uma comunidade. Estudos sugerem que este é um bom avaliador de espécies. É calculado por:

$$E_D = S_{obs} + S_1(f-1/f)$$

Onde:  $S_{obs}$  = número de espécies observadas;  $S_1$  = o número de espécies que estão presentes em somente um agrupamento (espécie de um agrupamento) e  $f$  = o número de agrupamentos que contém iésima espécie de um agrupamento (Rodrigues, 2015).

Índice de Diversidade Shannon. Determina a distribuição do número de organismos e a riqueza dos grupos por meio da teoria da informação, facilitando a compressão do grau de incerteza em inferir qual a espécie pertence a uma população se retirado aleatoriamente (Ludwig e Reynolds, 1988). De maneira que, quanto maior for o valor de  $H'$ , maior a diversidade da fauna encontrada na área em estudo. Calcula-se esse índice utilizando a fórmula:

$$H' = - \sum p_i \cdot \log p_i \text{ em que: } p_i = n_i/N$$

Onde  $n_i$  = valor de importância de cada grupo e  $N$  = total dos valores de importância.

Índice de uniformidade de Pielou. Por meio desse índice calcula-se a uniformidade dos indivíduos, ou seja, informa se as espécies estão distribuídas igualmente. Varia sua amplitude de 0 (uniformidade mínima) à 1 (uniformidade máxima) e é calculado utilizando a fórmula:

$$(e) = H' / \log S$$

Onde:  $H'$  = Índice de Shannon e  $S$  = Número total de grupos na comunidade (Pielou, 1977).

### 3 RESULTADOS

Os grupos de indivíduos capturados foram classificados nos seguintes níveis taxonômicos: Diplopoda (Classe); Acari (Subclasse); Aranae, Blattaria, Coleoptera, Collembola, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera, Orthoptera, Pseudoescorpiones, Scorpiones, Solifugae (Ordem); Formicidae (Família) e Larva de Coleoptera, Diptera e Lepidoptera (Morfo-espécies).

A riqueza de espécies variou de 7 à 14 grupos nos diferentes estágios de sucessão (Tratamentos) e períodos de coletas (Chuvoso, transição chuvoso /seco, seco e transição seco/chuvoso) (Tabela 1). Ao comparar a área sem exploração à seis meses (T1) com a área sem ser explorada à 2-3 anos (T2) e não explorada (Te), verificou-se que o T1 apresentou maiores valores de riqueza de espécies em todos os períodos de coleta, com exceção para o segundo período de coleta (Transição chuvoso/seco), cujo valor foi semelhante entre T1 e T2 (7 grupos) e superior em Te (10 grupos) (Tabela 1).

Ao analisarmos as áreas sem exploração à 5-6 anos (T3) e 10-11 anos (T4), foi observado valores inferiores de riqueza total no T3, nas duas últimas coletas (Período seco e transição seco/chuvoso) (Tabela 1). Em contrapartida maiores valores de riqueza de espécies foram constatados nos períodos iniciais de coleta (Chuvoso e transição chuvoso/seco) no T4 em relação ao T3 (Tabela 1).

Em uma análise geral dos índices de diversidade de Shannon e de Pielou, foi observado que ambos os índices foram menores na área sem exploração à 10-11 anos (T4) na coleta realizada durante o período chuvoso. Já os maiores valores para o índice de Shannon ocorreram na área em pousio à 5-6 anos (T3), no período de transição seco/chuvoso (Tabela 1). O índice de Pielou obteve valores semelhantes (0,65) tanto no T3 como no T2 (área sem ser explorada à 2-3 anos), nos períodos de coleta seco e transição seco/chuvoso, respectivamente (Tabela 1).

Foi observado que os índices de Shannon e de Pielou apresentaram maiores valores na área Te (Não explorada), quando comparados com os valores obtidos no T1 (Área explorada à seis meses) (Tabela 1). Em relação às demais áreas de sucessão percebeu-se que houve aumento tanto para o índice de Shannon como o de Pielou na área sem exploração à 5-6 anos (T3) em relação a área não explorada à 2-3 anos (T2) em todas as coletas realizadas, exceto durante o período seco, cujo maiores valores foram registrados no T2 (Tabela 1).

A partir dos resultados verificou-se que os indivíduos pertencentes às Ordens Acari, Collembola, Diptera e família Formicidae, foram os mais frequentes em todos os diferentes períodos de sucessão, havendo reduções no número de indivíduos das Ordens Acari e Diptera

durantes os períodos de coleta (Transição chuvoso/seco e seco) e Collembola (período transição chuvoso/seco) (Tabela 2).

A Ordem Solifugae foi encontrada na área cujo corte da madeira foi realizado à seis meses (T1) nas coletas realizadas durante a estiagem (Período seco) e reinício das primeiras chuvas (Período transição seco/chuvoso) (Tabela 2). Na área sem ser explorada à 2-3 anos (T2), constatou-se maiores registros da família Formicidae (Períodos chuvoso e transição chuvoso/seco), das Ordens Araneae e Scorpiones (Período seco) e Diplopoda (Transição seco/chuvoso) (Tabela 2).

Os indivíduos pertencentes à Ordem Pseudoscorpiones foram registrados em maiores quantidades na área não explorada (Testemunha), quando comparada com os outros tratamentos, ocorrendo uma exceção na área recém-explorada (T1), que durante a coleta no período transição seco/chuvoso apresentou mais organismos dessa Ordem (Tabela 2). Isoptera ocorreu com maior frequência em três períodos de sucessão sendo eles: Área sem ser explorada à 5-6 anos (T3), Área sem ser explorada à 10-11 anos (T4) e área recém-explorada à seis meses (T1), durante as coletas realizadas no período seco, transição chuvoso/seco e transição seco/chuvoso, respectivamente (Tabela 2).

Os indivíduos pertencentes à Ordem Coleoptera expressaram maior atividade no T4 (Área em pousio à 10-11 anos), durante as coletas iniciais (Período chuvoso e transição chuvoso/seco). Em contrapartida ocorreu redução no número desses organismos capturados em todos os tratamentos durante a estação seca (Tabela 2). Foi constatado aumento na quantidade de indivíduos (Coleoptera) e também de Orthoptera e de Hymenoptera em todas as áreas de sucessão no período de transição seco/chuvoso (Tabela 2).

As Ordens Araneae, Coleoptera e Orthoptera não foram as mais numerosas em quantidade de indivíduos, porém destacaram-se por estarem presentes em todos os tratamentos (Diferentes áreas de sucessão) e períodos de coleta (Tabela 2).

#### **4 DISCUSSÃO**

A vegetação, bem como sua composição e quantidade de deposição de serapilheira, são fatores que podem influenciar tanto a diversidade quanto a riqueza dos artrópodes de solo (Machado et al., 2015). Baseando-se nesse contexto, a maior riqueza registrada na área recém-explorada (T1) durante os períodos (Chuvoso, seco e transição chuvoso/seco), possivelmente ocorreu pela quantidade de material vegetal depositado sobre o solo, uma vez que, após a retirada da madeira (Produção de lenha) é comum a permanência de restos vegetais.

O maior registro da riqueza total na área sem ser explorada à 5-6 anos (T3), ocorrida durante os períodos seco e transição seco/chuvoso justificam-se pela quantidade de material vegetal decomposto que pode ter possibilitado condições de sobrevivência aos organismos edáficos, permitindo assim maior variabilidade. A maior disponibilidade de recursos em florestas secundárias durante a estação seca estimula atividades biológicas como um fator que favorece a migração vertical de indivíduos do solo para serapilheira promovendo abundância de fauna do solo (Cunha Neto et al., 2012).

O aumento da riqueza no T4 (Área sem ser explorada à 10-11 anos) durante as coletas realizadas nos períodos chuvoso e transição chuvoso/seco pode estar associado à dois fatores: Primeiro pelo fato da área estar em pousio prolongado aproximando-se das condições da testemunha (Sem exploração). Longos períodos de pousio tendem a favorecer os artrópodes de solo pela estabilidade e reequilíbrio do ecossistema (Menezes et al., 2009). O segundo fator pode estar relacionado à condição climática, uma vez que as coletas foram realizadas durante ocorrência de chuvas (Período chuvoso e transição chuvoso/seco). Maior número de artrópodes de solo foi relatado durante o período chuvoso, sendo esse aumento atribuído à umidade presente no ambiente (Abreu et al., 2014).

Valores reduzidos para o índice de Shannon demonstram que houve dominância de um ou mais grupos em relação aos outros (Calvi et al., 2010) e, quando os valores do índice de Pielou são mais próximos à 1, indicam maior equidade dos grupos, ou seja, os grupos estão distribuídos igualmente (Abreu et al., 2014). Assim, pode-se afirmar que os baixos índices de Shannon e de Pielou encontrados na área em pousio à 10-11 anos (Durante o período chuvoso) está associado à dominância do grupo Acari sobre os demais grupos. O resultado obtido na presente pesquisa corrobora com os de Resende et al. (2013) que atribuíram tal fato à partenogênese que algumas espécies de Acari realizam, o que favorece o rápido aumento da população. Em experimento em áreas cobertas por gramíneas em zona rural e urbana, observou-se que o grupo Acari foi o segundo maior em número de indivíduos capturados, aferindo que a presença destes ocorreu pelo fato dos mesmos serem de vida livre e abundantes no solo, no húmus e principalmente nas plantas (Araújo et al., 2010).

O pousio de aproximadamente 5-6 anos somado ao período transição seco/chuvoso, favoreceu a maior diversidade de grupos registrada na presente pesquisa, refletindo em maiores valores nos índices de Shannon e de Pielou. Por se tratar de uma área sem retirada da madeira à 5-6 anos, pode-se inferir que a quantidade de material vegetal decomposto foi suficiente para possibilitar condições favoráveis para o desenvolvimento dos organismos edáficos, permitindo assim maior variabilidade. Tais resultados foram semelhantes aos

encontrados por Machado et al. (2015), onde constatou-se maior atividade de alguns grupos na Floresta secundária em estágio avançado, o que automaticamente reflete em maiores índices de Shannon e Pielou, atribuindo tal fato ao processo sucessional da floresta na composição da entomofauna. A quantidade de biomassa fornecida pelas espécies vegetais contribui para maior disponibilidade de recursos favorecendo os artrópodes presentes no solo (Cunha Neto et al., 2012).

O grande número de indivíduos das ordens Acari, Collembola, Diptera e da família Formicidae em comparação aos demais grupos coletados, em todos os períodos e estágios de sucessão, também foram encontrados em outros estudos (Souto et al., 2008; Calvi et al., 2010; Benazzi et al., 2013; Abreu et al., 2014). Alguns indivíduos de Formicidae são fragmentadores de serrapilheira e atuam especialmente em áreas de floresta secundária (Calvi et al., 2010) e, sendo assim, áreas com período de pousio acima de 5-6 anos podem ser classificadas como florestas secundárias por sua quantidade de material vegetal nas espécies que a compõe. Já a presença de Formicidae em área recém-explorada (T1) e em período de estiagem assemelha-se às condições de cultivo de cana-de-açúcar submetido à queima relatado por Benazzi et al. (2013) pois, em ambas áreas, ocorre considerável incidência solar, de maneira que os indivíduos Formicidae encontrados nessas condições são espécies capazes de colonizar ambientes submetidos à alta incidência de luz e de calor.

A redução do número de indivíduos das ordens Acari e Collembola ocorrida durante as coletas nos períodos de transição chuvoso/seco e seco está vinculada aos fatores climáticos, especialmente umidade, por se tratar de um período com redução ou praticamente ausência de chuvas. Espécimes de Acari e de Collembola foram relatados em maior frequência no período chuvoso, independente da quantidade de palhada presente em cada tratamento. A razão pelo maior número de espécimes desses dois grupos foi então atribuída à facilidade de movimentação e adaptação desses grupos à ambientes úmidos (Abreu et al., 2014).

A maior frequência de Diptera registrada no presente estudo pode estar relacionada à grande diversidade dessa Ordem que habita os mais diversos ambientes e ao hábito alimentar, desde espécies hematófagas à predadoras de outros artrópodes (Copatti e Daudt, 2009; Abreu et al., 2014). Os resultados obtidos na presente pesquisa foram semelhantes aos estudos realizados por Calvin et al. (2010), onde o maior registro de Diptera ocorreu em áreas de florestas secundárias antigas, sendo justificado pelo fato dessa Ordem utilizar o solo como abrigo temporário.

Indivíduos Solifugae encontrados na área explorada à cerca de seis meses (T1) durante o período seco e na transição seco/chuvoso, são pouco estudados em decorrência dos

obstáculos encontrados para observar esses organismos em florestas, aliado à baixa captura nas coletas realizadas (Meijden, 2012). A maioria das espécies Solifugae relatadas habitam regiões desérticas ou de clima mediterrânico, sendo considerados importantes predadores em ambientes áridos com escassez de vegetação (Conrad e Cushing, 2011; Karatas e Ucak, 2013). Portanto a presença de indivíduos Solifugae pode ser atribuída à pouca biomassa, uma vez que, os mesmos foram encontrados na área recém-cortada e a ausência (Período seco) e/ou poucas precipitações (Período transição seco/chuvoso). Algumas espécies são relatadas ainda em áreas de solos com altas concentrações de sal e enxofre (Karatas e Ucak, 2013), portanto, a ocorrência dos indivíduos desse grupo na área estudada merece um aprofundamento e novas pesquisas.

A maior ocorrência de Isoptera na área sem exploração à 5-6 anos (Durante a estação seca), pode ser atribuída aos restos vegetais que compõe a serrapilheira, sendo utilizado como fonte de alimento para esses organismos. Esse resultado corrobora com dados obtidos por Moço et al. (2005) em estudos realizados em áreas de eucalipto, floresta não preservada, floresta preservada, capoeira e pastagem que, durante o período seco registrou maior ocorrência dessa Ordem justificado tal fato ao habito alimentar dos mesmos. Além disso, a presença de Isoptera em áreas de floresta secundária pode ser ainda atribuída aos resquícios das atividades agrícolas ou de pecuária ou outra atividade que permite aos insetos se alimentarem de raízes das plantas antecedentes (Machado et al., 2015).

Os Hymenoptera, em virtude de sua variedade, diversidade e funcionalidade são considerados importantes bioindicadores para solos tropicais e subtropicais uma vez que são sensíveis às perturbações ocorridas no solo pois algumas espécies o utilizam em processos de nidificação e acasalamento (Rovedder et al., 2009; Tapia et al., 2015). Na presente pesquisa a maior expressividade do grupo Hymenoptera foi constatada, nos períodos chuvoso e de transição seco/chuvoso (Em todos os tratamentos), com isso podemos inferir que os diferentes períodos de pousio não influenciaram esses indivíduos mas sim os fatores climáticos, uma vez que houve redução de indivíduos dessa Ordem nos períodos transição chuvoso/seco e seco. Os resultados obtidos diferem dos encontrados por Girraca et al. (2003) que comprovaram baixa quantidade de Hymenoptera em áreas sucessão de cultivos e não nos períodos de estiagem, atribuindo tal fato ao manejo adotado.

Os Pseudoescorpiones foram registrados expressivamente na área de Reserva Legal (Sem exploração), entretanto ressalta-se também que esse grupo foi encontrado ao longo dos períodos de coleta, com o aumento do número de indivíduos em áreas com maior período de sucessão ecológica. Diante de tais fatos pode-se inferir que o período de sucessão contribui

para recuperação do ambiente explorado, uma vez que a presença de Pseudoescorpiones é indicativo de boa qualidade do solo pois os indivíduos geralmente são predadores e atuam na regulação da cadeia trófica (Cunha Neto et al., 2012). Pesquisas realizadas em áreas de florestas preservadas também evidenciaram a presença desse grupo (Moço et al., 2005) de forma que é possível inferir que a permanência desses indivíduos ocorre especialmente em áreas ecologicamente equilibradas.

O grupo Aranae foi constatado em todos períodos de coleta e tratamentos observados, podendo ser atribuído a composição vegetal presente nas áreas. Conforme Varjão et al. (2010), esses organismos usam a serrapilheira como proteção em áreas com elevadas temperaturas. Em um estudo realizado por Benazzi et al. (2013) em áreas de cana-crua e de cana queimada/cana crua, os autores atribuíram a presença do grupo Aranae (Predadores) como sendo um indicativo de um ecossistema estável uma vez que esses ambientes oferecem grande variedade de presas sendo evidente a presença de uma cadeia alimentar.

A presença de Coleoptera e de Orthoptera em todos os tratamentos e períodos de coleta 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., 2015). Coleoptera engloba grande diversidade de indivíduos cosmopolitas, saprófagos, resistentes à mudanças ambientais e que atuam na ciclagem de nutrientes sendo também utilizados no controle biológico de pragas (Souto et al., 2008; Copatti e Daudt, 2009). Já Orthoptera representa uma Ordem com mais de 20 mil espécies catalogadas mundialmente e maior diversidade nos trópicos, sendo considerados consumidores primários e, tanto a diversidade da vegetação como o microclima, influenciam a presença de organismos pertencentes à essa Ordem (Gonçalves e Oliveira, 2013).

O comportamento dos grupos edáficos observados se mostrou fonte indicadora do processo de regeneração do ecossistema das áreas de sucessão (Tratamentos), explicito pela presença de grupos edáficos (Predadores e saprófitos) nas áreas com mais tempo sem exploração, bem como pela alta expressividade de Acari, Collembola, Diptera e Formicidae em todos os períodos de coleta.

## **5 CONCLUSÕES**

Os espécimes encontrados são influenciados pelos diferentes estágios de exploração da madeira sendo visível a predominância de grupos como: Acari, Collembola, Formicidae e Diptera e a ocorrência de Solifugae nos períodos seco e transição seco/chuvoso.

A presença de predadores (Aranae e Pseudoescorpiones) e de decompositores (Coleoptera) indicam um ambiente em estágio de regeneração.

A sucessão dos períodos de pousio contribuíram para o estabelecimento e reestruturação dos grupos de artrópodes de solo dentro do ecossistema estudado, demonstrando viabilidade do ciclo de exploração da madeira à cada 10 anos aproximadamente.

## 6 REFERÊNCIAS

Abreu RRL, Lima SS, Oliveira NCR, Leite LFC. Fauna edáfica sob diferentes níveis de palhada em cultivo de cana-de-açúcar. *Pesq. Agropec. Trop.* 2014; 44: 409-416.

Araújo VFP, Bandeira AG, Vasconcellos A. Abundance and stratification of soil macroarthropods in a Caatinga Forest in Northeast Brazil. *Braz. J. Biol.* 2010; 70:737-746.

Ahrens S. Sobre o manejo florestal sustentável de uso múltiplo: Proteger a fauna para conservar as florestas. *Rev. de Dir. Dif.* 2005; 29: 61-65.

Araújo VFP, Bandeira AG, Vasconcellos A. Abundance and stratification of soil macroarthropods in a Caatinga Forest in Northeast Brazil. *Braz. J. Biol.* 2010; 70:737-746.

Araújo ASFD, Eisenhauer N, Nunes LAPL, Leite LFC, Cesarz S. Soil surface-active fauna in degraded and restored lands of Northeast Brazil. *Land Degrad. Develop.* 2015; 26:1-8.

Avila ALD, Ruschel AR, Carvalho JOPD, Mazzei L, Silva JNM, Lopes JDC, Araujo CFD, Bausch J. Medium-term dynamics of tree species composition in response to silvicultural intervention intensities in a tropical rain Forest. *Biol Cons.* 2015; 191: 577-586.

Barbosa ODAA. Entomofauna de solo em áreas de vegetação nativa e de cultivo de cana-de-açúcar no município de União, Piauí [dissertação]. Teresina: Universidade Federal do Piauí; 2008.

Barroso RA. Consumo de lenha e produção de resíduos de madeira no setor comercial e industrial do Distrito Federal [dissertação]. Distrito Federal: Universidade de Brasília; 2008.

Benazzi ES, Bianchi MO, Correia MEF, 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: Ci. Agr.* 2013; 34:3425-3442.

Beuchle R, Grecchi RC, Shimabukuro YE, Seliger R, Eva HD, Sano E, Achard F. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. *Appl Geogr.* 2015; 58:116-127.

Calvi GP, Pereira MG, Junior Espíndula A, Machado DL. Composição da fauna edáfica em duas áreas de floresta em Santa Maria de Jetibá-ES, Brasil. *Acta Agr.* 2010; 59:37-45.

Conrad KR e Cushing PE. Observations on hunting behavior of juvenile Chanbria (Solifugae: Eremobatidae). *The Jour of Arach.* 2011; 39:183-184.

Copatti Carlos Eduardo, Daudt Clarissa Rocha. Diversidade de artrópodes na serapilheira em fragmentos de mata nativa e *Pinus elliottii* (Engelm. Var elliottii). *Ci. e Nat.* 2009; 31(1): 95-113.

Coutinho LM. O conceito de bioma. *Acta Bot. Bras.* 2006; 20:1-11.

Dutra CC. Impacto de algodão geneticamente modificado resistente a insetos sobre a entomofauna do solo [dissertação]. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados; 2009.

Dutra CC. Risco bioecológico do milho transgênico em insetos não-alvo do sistema de produção [tese]. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados; 2012.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Recomendações para coletas de artrópodes terrestres por armadilhas de queda (“Pitfall Traps”) [internet]. Seropédica, RJ: Circular Técnica 18 On line; 2006 [acesso em 27 out 2015]. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/628430/1/cit018.pdf>.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Ceará. [internet]. Embrapa solos UEP, Recife; 2006 [acesso em 12 nov 2015]. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=ce>.

Ferreira ML, Silva JL, Pereira EE, Ferreira APDNL. Litter fall production and decomposition in a fragment of secondary Atlantic forest of São Paulo, SP, Southeastern Brazil. *Rev. Árvore*. 2014; 38: 591-600.

Giracca EMN, Antonioli ZI, Eltz FLF, Benedetti E, Lasta E, Venturini SF, Venturini EF, Benedetti T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudo/RS. *Rev. Bras. Agroci*. 2003, 9: 257-26.

Gonçalves OR, Oliveira CJ. Análise da fauna de orthoptera associada à decomposição de carcaça de suíno. *Rev. El. Nov. Enf*. 2013; 17:106-110.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE. Perfil básico municipal, São Gonçalo do Amarante. Fortaleza: SEPLAN – Secretaria do Planejamento e Coordenação, Governo do Estado do Ceará, 2007.10p.

Karataş A e Uçak M. A new *Barrussus* Roewer, 1928 (Solifugae: Karschiidae) from Southern Turkey. *Turkish Jour of Zoo*. 2013; 37: 594-600.

Ludwig JA, Reynolds JF. *Statistical Ecology. A primer on Methods and computing*. 2 and ed. New York: John Wiley and Sons; 1988. 337 p.

Machado DL, Pereira MG, Correia MEF, Diniz AR, Menezes CEG. Fauna edáfica na dinâmica sucessional da Mata Atlântica em floresta estacional semidecidual na bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ. *Ci. Fl*. 2015; 25: 91-106.

Maia SMF, Xavier FADS, Oliveira TSD, Mendonça EDS, Araújo Filho JAD. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no Semiárido Cearense. *Rev. Árvore*. 2006; 30:837-848.

Meijden AVD, Langer F, Boistel R, Vagovic P, Heethof M. Functional morphology and bite performance of raptorial chelicerae of camel spiders (Solifugae). *The Jour. of Exp. Bio*. 2012; 215: 3411-3418.

Menezes CEG, Correia MEF, Pereira MG, Batista I, Rodrigues KM, Couto W, Anjos LHC, Oliveira I.P. Macrofauna edáfica em estádios sucessionais de floresta estacional e pastagem mista em Pinheiral (RJ). *R. Bras. Ci. Solo.* 2009; 33:1647-1656.

Meunier IMJ, Ferreira RLC, Silva JAAD. Curva ABC de estoques de densidade e volume aplicada ao manejo florestal de caatinga. *Sci. For. Piracicaba.* 2015; 43: 477-484.

Ministério do Meio Ambiente. Biomas. Caatinga [internet]; [acesso em 03 abr 2015]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>.

Moço MKS, Gama EFR, Gama ACR, Correia MEF. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. *Rev. Bras. Ci. Solo.* 2005; 29:555-564.

Cunha Neto FV, Correia MEF, Pereira GHA, Pereira MG, Leles PSS. Soil fauna as an indicator of soil quality in forest stands, pasture and secondary forest. *R. Bras. Ci. Solo.* 2012; 36:1407-1417.

Neves CMDL. Análise da vegetação e da entomofauna de coleópteros ocorrentes em fragmentos de floresta serrana de brejo de altitude no Estado da Paraíba [dissertação]. Areia: Universidade Federal da Paraíba; 2006.

Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 2007; 11:1633-1644.

Pielou, EC. *Mathematical ecology*. New York: John Wiley, 1977. 385 p.

Pinheiro EAR, Costa CAG, Araújo JCD. Effective root depth of the Caatinga biome. *J Arid Environ.* 2013; 89:1-4.

Resende AS, Campello EFC, Silva GTA, Rodrigues KM, Oliveira WRD, Correia MEF. Artrópodes do solo durante o processo de decomposição da matéria orgânica. *Agronomía Colombiana.* 2013; 31:89-94.

Rodrigues WC. DivEs - Diversidade de Espécies v3.0 - Guia do Usuário [internet]. Entomologistas do Brasil; 2015 [acesso em 12 set 2015]. Disponível em: <<http://dives.ebras.bio.br>>.

Rovedder ADM, Eltz FLF, Drescher MS, Schenato RB, Antonioli ZI. Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos degradados por arenização no Bioma Pampa. Ci. Rur. 2009; 39:1061-1068.

Silva RFD, Corassa GM, Bertollo GM, Santi AL, Steffen RB. Fauna edáfica influenciada pelo uso de culturas e consórcios de cobertura do solo. Pesq. Agropec. Trop. 2013; 43: 130-137.

Souto PC, Gama EF, Gama ACR, Correia MEF. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. Rev. Bras. Ci. Solo. 2008; 32:151-160.

Taffarel M, Carvalho JOPD, Melo LDO, Silva MGD, Gomes JM, Ferreira JER. Efeito da silvicultura pós-colheita na população de *Lecythis lurida* (Miers) Mori em uma floresta de terra firme na Amazônia brasileira. Ci. Fl. 2014; 24: 889-898.

Tapia DH, Silva AX, Ballesteros GI, Figueroa CC, Niemeyer HM, Ramírez CC. Differences in learning and memory of host plant features between specialist and generalist phytophagous insects. Anim. Behaviour. 2015; 106:1-10.

Thomaz C, da Costa C, de Oliveira MAJ, Accioly LJDO, da Silva FHBB. Análise da degradação da Caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient. 2009; 13:961-974.

Varjão SLDS, Benati KR, Peres MCL. Efeitos da variação temporal na estrutura da serrapilheira sobre a abundância de aranhas (Arachnida: Araneae) num fragmento de Mata Atlântica (Salvador, Bahia). Rev. Bioci. 2010; 16:34-45.

**Figura 1.** Armadilha *Pitfall* confeccionada com garrafas de politereftalato de etileno (PET<sup>®</sup>). A) Parte exterior da armadilha (Seta amarela) e parte interior da armadilha - unidade coletora (Seta vermelha); B) Solução conservante; C) Funil acoplador da unidade coletora (Seta branca) e D) Armadilha completamente instalada



Fonte: Maia, 2014.

**Figura 2.** Coleta dos artrópodos de solos. A) Visão geral de uma armadilha após sete dias de instalação/ativação; B, C, D) Coleta e transferência para garrafas plásticas; E, F) Garrafas contendo amostras sendo transportadas para o Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA)



Fonte: Maia, 2014.

**Tabela 1.** Riqueza total e índices ecológicos da entomofauna do solo, em áreas manejadas sob plano de manejo florestal em diferentes estágios de recuperação após o corte da madeira em quatro períodos do ano (Chuvoso - Abril/Maio de 2014, Chuvoso/Seco - Julho/Agosto de 2014, Seco - Outubro/Novembro de 2014 e Seco/Chuvoso - Janeiro/Fevereiro de 2015), Fazenda Alvorada, São Gonçalo do Amarante, CE

Valores	Períodos de Coletas			
	Chuvoso	Chuvoso/Seco	Seco	Seco/Chuvoso
Tratamento 1 - Área explorada à seis meses				
Riqueza de Espécie	13,0	7,0	10,0	14,0
Índice de Shannon	0,24	0,23	0,31	0,49
Índice de Pielou	0,22	0,28	0,31	0,42
Tratamento 2 - Área explorada à 2-3 anos				
Riqueza de Espécie	12,0	7,0	9,0	12,0
Índice de Shannon	0,44	0,14	0,62	0,46
Índice de Pielou	0,41	0,17	0,65	0,43
Tratamento 3 - Área explorada à 5-6 anos				
Riqueza de Espécie	12,0	11,0	10,0	13,0
Índice de Shannon	0,51	0,45	0,50	0,72
Índice de Pielou	0,47	0,43	0,50	0,65
Tratamento 4 - Área explorada à 10-11 anos				
Riqueza de Espécie	13,0	14,0	9,0	10,0
Índice de Shannon	0,12	0,52	0,42	0,60
Índice de Pielou	0,11	0,45	0,44	0,60
Testemunha - Área de reserva legal (Não explorada)				
Riqueza de Espécie	12,0	10,0	9,0	9,0
Índice de Shannon	0,25	0,59	0,41	0,51
Índice de Pielou	0,23	0,59	0,43	0,53

**Tabela 2.** Abundância dos artrópodes de solo (Somatório de todas as armadilhas), por grupo taxonômico, nos períodos chuvoso, transição chuvoso/seco, seco e transição seco/chuvoso em áreas de Caatinga sob manejo florestal, Fazenda Alvorada, São Gonçalo do Amarante, CE.

Grupos Taxonômicos	Períodos de Coleta																			
	Chuvoso					Chuvoso/Seco					Seco					Seco/Chuvoso				
	T1	T2	T3	T4	Te	T1	T2	T3	T4	Te	T1	T2	T3	T4	Te	T1	T2	T3	T4	Te
Acari	5569	2470	1438	13737	7465	13	14	18	103	9	12	7	0	9	5	2669	1419	606	400	422
Aranae	26	15	41	16	22	27	26	51	29	53	10	41	7	26	22	27	18	111	13	26
Blattaria	0	0	0	2	0	2	1	25	48	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Coleoptera	29	15	26	59	25	5	2	12	48	32	3	3	3	5	6	22	10	56	26	39
Collembola	366	641	2245	325	1079	0	10	17	40	46	681	59	43	138	86	1417	1331	589	742	1275
Diplopoda	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	1	1	1
Diptera	182	105	130	95	65	14	1	6	3	51	0	0	4	3	3	331	81	183	304	118
Formicidae	90	336	205	160	127	461	1026	444	815	562	139	103	87	361	332	121	117	291	111	104
Hemiptera	12	7	52	9	10	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	11	1	5	1	0
Hymenoptera	15	26	37	40	25	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	10	11	19	4	13
Isoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	1	247	0	0	21	9	1	0	0
Larvas de Coleoptera	6	6	2	11	11	0	0	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0
Larvas de Diptera	9	2	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Larvas de Lepidoptera	5	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Orthoptera	15	6	4	3	9	3	17	16	12	119	2	3	4	4	2	18	12	17	11	29
Pseudoscorpiones	4	1	3	5	12	0	0	2	14	25	1	8	1	1	8	13	5	10	6	4
Scorpiones	0	0	0	0	0	1	0	1	3	0	2	3	0	1	0	2	0	3	0	0
Solifugae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>6328</b>	<b>3630</b>	<b>4197</b>	<b>14475</b>	<b>8853</b>	<b>526</b>	<b>1097</b>	<b>593</b>	<b>1156</b>	<b>905</b>	<b>862</b>	<b>228</b>	<b>402</b>	<b>548</b>	<b>465</b>	<b>4667</b>	<b>3018</b>	<b>1893</b>	<b>1619</b>	<b>2031</b>

T1= Área recém explorada à aproximadamente 6 meses; T2= Área explorada à aproximadamente 2-3 anos; T3= Área explorada à aproximadamente 5-6 anos; T4: Área explorada à aproximadamente 11 anos e Te= Testemunha - área de reserva legal (Não explorada).

**CAPÍTULO 2**  
**AVALIAÇÃO DA FAUNA EDÁFICA EM ÁREAS DE CAATINGA SOB MANEJO**  
**FLORESTAL USANDO ANÁLISE MULTIVARIADA**

## RESUMO

No semiárido nordestino tem sido comum o desenvolvimento de práticas como o corte ilegal de madeira da Caatinga para produção de lenha. A exploração sustentável tem sido implementada por meio de Planos de Manejo Florestal com ciclo aproximando de 10 anos. Entretanto os possíveis impactos desse ciclo sobre a biota do solo é assunto pouco estudado, especialmente quando aferidos por ferramentas da análise multivariada que permitem revelações detalhadas sobre a interação dos organismos edáficos com o ambiente. O objetivo desse trabalho foi verificar possíveis impactos do Plano de Manejo Florestal e dos períodos de coleta (Chuvoso, transição chuvoso/seco, seco e transição seco/chuvoso) sobre a diversidade de artrópodes de solo usando ferramentas da análise multivariada. Foram selecionadas cinco áreas manejadas seguindo determinações do Plano de Manejo Florestal em diferentes estágios de recuperação: T1- Área sem ser explorada à seis meses; T2- Área sem ser explorada à 2-3 anos; T3- Área sem ser explorada à 5-6 anos; T4- Área sem ser explorada à 10-11 anos e; Testemunha representada pela área de reserva legal (Não explorada). Foram instaladas quatro armadilhas ‘Pitfall’ em todas as áreas de recuperação e nos diferentes períodos de coleta (Chuvoso, transição chuvoso/seco, seco e transição seco/chuvoso), o conteúdo foi coletado sete dias após a ativação das armadilhas. Os autovalores dos cinco primeiros componentes/fatores responderam por 27,30; 15,48; 12,43; 8,74 e 6,92% da variância total respectivamente, e juntos justificaram 70,88% das variações dos dados originais. O fator 1 foi melhor representado pelas variáveis Acari, Hymenoptera, larva de Coleoptera e de Diptera e o fator 2 por Aranae, Coleoptera e Pseudoescorpiones. As variáveis foram ordenadas em dois componentes principais que explicaram 42,78% da variabilidade total entre tratamentos e períodos de coleta, sendo 27,30% para o fator 1 e 15,48% para o fator 2. Observou-se que Aranae, Coleoptera, Formicidae e Orthoptera influenciaram positivamente a compreensão das áreas demonstrando que o pousio de aproximadamente 10 anos aproxima a área de suas características originais.

**Palavras-chave:** Caatinga. Entomofauna. Análise de Componentes Principais.

## ABSTRACT

In the semi-arid Northeast it has been common the development of practices such as illegal logging Caatinga for production of firewood. Sustainable exploitation has been implemented through Forest Management Plans with cycle approaching 10 years. However the possible impact of this cycle on soil biota is subject little studied, especially when measured by the multivariate analysis tools that allow detailed revelations about the interaction of soil organisms to the environment. The aim of this study was to assess possible impacts of the Forest Management Plan and the collection periods (rainy, wet / dry transition, dry and dry / rainy transition) on the diversity of soil arthropods using tools of multivariate analysis. Five managed areas were selected following determinations of the Forest Management Plan in different recovery stages: T1- area without being exploited to six months; T2- area without being exploited to 2-3 years; T3- area without being exploited to 5-6 years; T4- area without being exploited for 10-11 years; Te- Control represented by legal reserve area (not explored). Four 'Pitfall' traps were installed in all areas of recovery and different collection periods (rainy, wet / dry, dry transition and dry transition / rainy), the content was collected seven days after activation of traps. The eigen values of the first five components / factors accounted for 27.30; 15.48; 12.43; 8.74 and 6.92% of the total variance, respectively, and together justified 70.88% of the variations of the original data. Factor 1 was best represented by the variables: Acari, Hymenoptera, Coleoptera and Diptera larvae and factor 2 for Aranae, Coleoptera and Pseudoscorpiones. The variables were sorted into two main components explained 42.78% of the total variability between treatments and sampling periods, and 27.30% for the factor 1 and 15, 48% for the factor 2. It was observed that Aranae, Coleoptera, Formicidae and Orthoptera positively influenced the understanding of the areas demonstrating that the fallow about 10 years near the area of its original features.

**Keywords:** Caatinga. Entomofauna. Principal component analysis.

## 1 INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro, em comparação aos demais ecossistemas, é relativamente pouco estudado e conhecido e, isso agrava o desinteresse por estas florestas consideradas secas (Albuquerque e Andrade, 2002). Porém, mesmo desconhecidas, as áreas florestais da Caatinga estão reduzindo significativamente a cada ano devido à exploração da madeira como fonte de consumo, energia e fins econômicos (Travassos e Souza, 2014).

A sustentabilidade relacionada às atividades de exploração realizada nas florestas tropicais são passíveis de questionamentos, pois o volume de madeira retirada ocorre sem considerar a condição da região explorada, de forma que a manutenção da regeneração natural varia em cada sítio bem como em função do conjunto de manejo adotado (Aparicio et al., 2014).

As indústrias, na necessidade de obter lenha legalizada, passaram a adotar Planos de Manejo Florestal (Ministério do Meio Ambiente, 2012) que tem como base informações (Quantitativas e qualitativas) de um inventário florestal regional, com a finalidade de preservar árvores pequenas e em desenvolvimento (Lima, 2010). Informações e estudos sobre o manejo florestal contribuem no setor para o crescimento econômico-ecológico regional, de maneira que a exploração da vegetação garanta sua sustentabilidade, reduzindo os impactos sobre o ecossistema e ao mesmo tempo mantendo o suprimento necessário de madeira (Taffarel et al., 2014). Entretanto o inventário florestal não disponibiliza informações sobre a fauna edáfica e outros indivíduos que compõe biota do solo.

Os artrópodes de solo vivem em constante interação de forma que o resultado dessas promove seu funcionamento e determina mudanças nas propriedades químicas, físicas e biológicas do mesmo (Correia, 2002) e, por compartilharem diferentes ambientes com hábitos alimentares distintos e diversificados os capacita como fonte de informações sobre a conservação da biodiversidade desse ecossistema (Neves, 2006; Calvi et al., 2010). As funções desempenhadas pelos organismos edáficos envolvem a ciclagem dos nutrientes, a fragmentação da serrapilheira (Decomposição dos restos vegetais) e a atuação nas principais relações tróficas e solo/planta (Giracca et al., 2003).

Para compreender melhor as relações estabelecidas e aferir mais fidedignamente os processos envolvidos, pesquisadores (Baretta et al., 2003, 2005, 2006; Moço et al., 2005) vem utilizando técnicas de análise multivariada e, dentre as técnicas matemáticas utilizadas na análise multivariada, tem-se a Análise de Componentes Principais (ACP) que viabiliza investigações a partir de um grande número de dados acessíveis, proporcionando a

identificação dos parâmetros responsáveis pelas grandes variações ocorridas nos resultados garantindo informações relevantes (Vicini, 2005).

Neste trabalho avaliou-se o impacto do Plano de Manejo Florestal e dos diferentes períodos de coleta (Chuvoso, transição chuvoso/seco, seco e transição seco/chuvoso) sobre a diversidade de artrópodes de solo utilizando ferramentas da análise multivariada.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na fazenda Alvorada, situada no Distrito de Croatá, município de São Gonçalo do Amarante, CE (Altitude 15,92 m). A fazenda está situada entre as Rodovias BR 222 e CE 341 (Latitude 3°36'26"S e Longitude 38° 58' 06"W). O município tem média pluviométrica de 1.200 mm, apresenta clima tropical equatorial seco muito quente e semiárido do tipo BSw<sup>h</sup>, segundo classificação de Köppen Geiger, com estação chuvosa de Janeiro a Maio e uma estação seca de sete meses (Junho a Dezembro) e temperatura anual oscilando entre 25 a 30°C (Peel et al., 2007, IPECE, 2007). O solo da região foi classificado como Podzólico Vermelho - Amarelo (Embrapa, 2006).

Para realização do trabalho, selecionaram-se áreas onde o Plano de Manejo Florestal já possuía ciclo de exploração de 10 anos completos. As áreas utilizadas possuem rotação de sucessão e assim foram escolhidos e demarcados os seguintes tratamentos: T1- Área sem ser explorada à seis meses; T2- Área sem ser explorada à 2-3 anos; T3- Área sem ser explorada à 5-6 anos; T4- Área sem ser explorada à 10-11 anos e; Te- Testemunha representada pela área de reserva legal (Não explorada). O período de coleta da fauna edáfica compreendeu um ano, iniciando em Abril/Maio de 2014 (Período chuvoso), tendo continuidade nos períodos de transição chuvoso/seco (Julho/Agosto de 2014), seco (Outubro/Novembro de 2014) e, finalizando no período de transição seco/chuvoso (Janeiro/Fevereiro de 2015). Durante a coleta dos dados, a taxa anual de precipitação registrada no ano de 2014 e 2015 foi de 587, 20 mm e 762,80 mm respectivamente (Figura 1).

Para amostragem dos artrópodes de solo foram instaladas armadilhas "Pitfall" adaptadas de (Embrapa, 2006 e Dutra 2009; 2012), produzidas com garrafas de politereftalato de etileno (PET<sup>®</sup>). As armadilhas foram confeccionadas com duas partes de garrafas de tamanhos diferentes, sendo a primeira enterrada ao solo com borda nivelada à superfície, com área de captura medindo 10,0 cm de diâmetro e 15,0 cm de altura, a segunda parte serviu como copo-coletor de dimensões: 8,0 cm de diâmetro e 10,0 cm de altura, inserida dentro da primeira, onde foi adicionada a solução conservante, composta por água e gotas de detergente neutro (Embrapa, 2006). A parte superior da garrafa maior foi utilizada como funil e

vinculada à unidade coletora. Com a finalidade de impedir a entrada de restos vegetais e água proveniente de possíveis precipitações foi instalado acima cada armadilha um prato de plástico (20 cm de diâmetro), escorado por três palitos de madeira, mantido a 5,0 cm de distância da superfície do solo.

No interior de cada área de exploração foram instaladas quatro armadilhas (Distantes 10 m uma da outra), durante os quatro períodos do ano, sendo habilitadas para a captura dos artrópodes de solo, mediante ativação da armadilha com solução conservante. Depois de sete dias ativadas, o conteúdo de cada armadilha foi coletado e depositado em garrafas plásticas devidamente identificadas, etiquetadas e transportadas para o Laboratório de Entomologia Aplicada (LEA), Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará. O conteúdo, ao chegar no laboratório, foi lavado em água corrente com o auxílio de uma peneira (malha 0,10mm) para retirar a solução conservante e impurezas e os espécimes armazenados em recipientes de plásticos (50 mL) em álcool 70% até a triagem.

A triagem dos organismos capturados foi realizada com o auxílio de um microscópio estereoscópico binocular (lupa) e, em seguida, identificados e classificados nos seguintes níveis taxonômicos: Diplopoda (Classe); Acari (Subclasse); Aranae, Blattaria, Coleoptera (Adultos ou larvas), Collembola, Diptera (Larvas), Hemiptera, Hymenoptera, Isoptera, Orthoptera, Lepidoptera (Larvas) Pseudoescorpiones, Scorpiones, Solifugae (Ordens) e; Formicidae (Família). A identificação dos táxons foi realizada com apoio de especialistas da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e literatura especializada.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições (Armadilhas). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e de homogeneidade (Teste de variância - Bartlett), porém os resultados obtidos não atenderam normalidade e homogeneidade revelando-se dados não- paramétricos. Assim, para melhor compreensão foi realizada estatística descritiva nas variáveis (Tabela 1) e aplicou-se a Análise Multivariada do tipo Análise de Componentes Principais (ACP), utilizando o programa Statistica 7.0. A ACP tem por finalidade transformar um agrupamento de variáveis originais em um conjunto de proporções equivalentes, de forma que cada componente principal é um arranjo linear das variáveis originais, independentes entre si e conjecturados com a finalidade de reter, em ordem de estimação, a maior quantidade de informações em termos da variação total inclusa nos dados iniciais (Moço et al., 2005).

### 3 RESULTADOS

Dentre as variáveis analisadas destacam-se as ordens Acari, Collembola e Formicidae como aquelas que apresentaram elevados valores para a média e o desvio-padrão. Em contrapartida os demais componentes expressaram desvio-padrão inferior a 30,0 (Tabela 1). Diplopoda, larva de Coleoptera, de Diptera, de Lepidoptera, Scorpiones e Solifugae exibiram médias inferiores à 1,0 (Tabela 1).

Observou-se que os autovalores dos cinco primeiros componentes/fatores responderam por 27,30; 15,48; 12,43; 8,74 e 6,92% da variância total respectivamente, e juntos justificaram 70,88% das variações dos dados originais (Tabela 2). Constatou-se ainda baixa explicação para variância dos dados para os demais componentes (Tabela 2).

O fator 1 foi melhor representado pelas variáveis Acari, Hymenoptera, larva de Coleoptera e de Diptera e, o fator 2 por Aranae, Coleoptera e Pseudoescorpiones (Tabela 1).

As variáveis foram ordenadas em dois componentes principais que explicaram 42,78% da variabilidade total entre tratamentos e períodos de coleta, sendo 27,30% para o fator 1 e 15,48% para o fator 2 (Figura 2). Por meio da avaliação do círculo de correlação unitário com a nuvem de variáveis (Figura 2A), constatou-se que as variáveis (Solifugae e Isoptera) dispostas na faixa direita, abaixo do eixo X estão sobrepostas umas às outras. Já variáveis Hymenoptera e Coleoptera estão mais próximas ao círculo unitário e em contrapartida a variável Diplopoda encontra-se mais distante (Figura 2A). Observou-se que as variáveis mais próximas uma das outras foram: Acari, Collembola, Hemiptera, Hymenoptera, larva de Diptera e de Coleoptera (Figura 2A).

No gráfico de distribuição da nuvem de pontos constataram-se alguns pontos próximos à origem em relação aos eixos e outros, no entanto, situados mais longe dos eixos como tep2 (Testemunha; período de transição chuvoso/seco) e t4p2 (Área em pousio à 10-11 anos; período de transição chuvoso/seco) agrupados na faixa direita acima do eixo X e t1p3 (Área explorada à seis meses; período seco) e t3p3 (Área sem exploração à 5-6 anos; período seco) localizados na mesma faixa, porém abaixo do eixo X (Figura 2B). Os pontos t4p1 (Área em pousio à 10-11 anos; período chuvoso) e t3p1 (Área sem exploração à 5-6 anos; período chuvoso) estão afastados da origem do eixo, entretanto localizados sobre o eixo X na faixa esquerda, sendo o primeiro ponto citado influenciado pelas variáveis (Acari e Hymenoptera) e o segundo por Hemiptera (Figura 2AB).

Na avaliação conjunta dos gráficos que compõe a figura 2 verificou-se que os pontos t3p4 (Área sem se exploração à 5-6 anos; período de transição seco/chuvoso) e tep4 (Testemunha; período de transição seco/chuvoso) são representados pelas variáveis: Aranae e

Coleoptera (Primeiro ponto) e Orthoptera e Formicidae (Segundo ponto) (Figura 2). Todos os pontos acima do eixo X foram influenciados pelas variáveis: Acari, Collembola, Hemiptera e Hymenoptera enquanto aqueles localizados abaixo do eixo X, pelas variáveis Aranae, Coleoptera, Diptera, Formicidae e Orthoptera (Figura 2). Observou-se ainda que as variáveis Solifugae e Isoptera possuem forte afinidade com os pontos t1p3 (Área explorada à 6 meses; período seco) e t3p3 (Área sem exploração à 5-6 anos; período seco) respectivamente. Já as variáveis Aranha, Orthoptera e Pseudoescopiones estão associadas ao ponto t2p2 (Área sem ser explorada à 2-3 anos; período de transição chuvoso/seco) e, tal associação, também foi observada no ponto tep4 (Testemunha; período de transição seco/chuvoso), sendo as variáveis representadas por Scorpionida e Blattaria (Figura 2).

#### 4 DISCUSSÃO

O desvio padrão trata-se de uma medida de dispersão cuja magnitude é resultante da variabilidade das observações em relação à média (Nuno et al., 2006). Quando o mesmo apresenta-se elevado, demonstra considerável dispersão das observações em relação à média e assim as amostras são consideradas heterogêneas (Humberto, 2009). Por meio do teste de normalidade Shapiro-Wilk, os dados concernentes ao presente estudo não atenderam a normalidade e, quando amostras não seguem uma distribuição normal, o desvio padrão não pode ser considerado como boa medida aferição de dispersão, pois a média (Utilizada no cálculo dessa medida) sofre influência de valores extremos, sendo recomendada outra medida de dispersão (Nuno et al., 2006).

Na análise fatorial foram observadas 18 variáveis correspondentes às variáveis originais e, dentre os critérios para utilização dos fatores, utilizou-se o sugerido por Kaiser (1960) apud Mardia (1979) onde se incluí na análise os componentes que sintetizaram a variância acumulada em 70% uma vez que os componentes que expressam pouca explicação não devem ser incluídos na análise (Vicini, 2005).

Para a formação das variáveis contou-se com a presença dos grupos Acari, Hymenoptera, larva de Coleoptera e de Diptera (Fator 1) e Aranae, Coleoptera e Pseudoescopiones (Fator 2) com isso podemos afirmar que a presença desses grupos foram mais representativas para o presente estudo. Os grupos Acari, Aranha, Hymenoptera e Pseudoescopiones são considerados predadores (Bonaldo et al., 2009; Abreu et al., 2014) e sua presença indica a condição de um ecossistema mais estruturado e/ou equilibrado uma vez que os mesmos se alimentam de organismos antecessores à eles na cadeia alimentar (Machado et al., 2015).

Os Acari são organismos de vida livre, sendo encontrados com frequência em plantas e no solo (Araújo et al., 2010) e no semiárido Paraibano foi considerado dominante por provavelmente adquirir resistência e capacidade de adaptação à pouca pluviosidade e elevadas temperaturas (Souto et al., 2008).

A variável Aranae que compõe o fator 1 são consideradas predadoras e as diferentes espécies possuem grande variedade de técnicas de predação (Bonaldo et al., 2009). A presença desse grupo em cultivo de cana-de-açúcar colhida manualmente sem queima (CC) e com queima (CQ) tornou-se indicativo da capacidade de persistência no ambiente mesmo após considerável interferência (Benazzi et al., 2013). Esse fato aliado à interação positiva entre a diversidade do grupo Hymenoptera com a heterogeneidade do ecossistema, tanto para áreas de sucessão ecológica, como para ambientes com vasta diversidade na composição vegetal demonstra um ambiente com uma gama de presas (Corrêa et al., 2006), portanto, um ambiente rico em número de grupos/espécies, como observado no presente trabalho.

Já a variável larvas de Diptera (que influencia o fator 1), são importantes especialmente àquelas habitantes no solo, possuem vida livre, ocupam diversos lugares como sedimentos, solo propriamente dito, ligados às rochas, vegetais e matéria orgânica (Pinho, 2008), com isso pode-se inferir que a presença desses organismos é indicativo de boas condições de solo. Coleoptera também diverso em espécies e abundância de ambientes, apresentam hábito alimentar bastante diversificado, ocupando vários nichos ecológicos (Oliveira et al., 2013) ratificando assim a inferência de equilíbrio no ambiente. No caso das larvas de Coleoptera que são consideradas saprófitas, ou seja, se alimentam de material em decomposição, os estudos realizados comprovam uma relação positiva entre a densidade desse grupo e o teor de matéria orgânica (Lourente et al., 2007) e, a existência das mesmas indica a disponibilidade desse alimento nos ambientes estudados.

Os pontos tep2 (Testemunha; período de transição chuvoso/seco) e t4p2 (Área em pousio à 10-11 anos; período de transição chuvoso/seco) foram os que representaram correlação favorável do efeito tratamento e período sobre os organismos edáficos, sendo representados pelas coletas realizadas durante o período de transição chuvoso/seco e as áreas (Não explorada e em pousio aproximado de 11 anos) e os grupos que influenciaram esses resultados foram Aranae e Coleoptera (tep2) e Orthoptera e Formicidae (t4p2).

A qualidade de um ambiente pode ser aferida pela presença de um ou mais grupos nesse ecossistema (Lima et al., 2007; Melo et al., 2009; Cunha et al., 2012). As variáveis Aranae e Coleoptera refletem que o ambiente encontrado em tep2 (Testemunha; período de transição chuvoso/seco) mostra-se em equilíbrio ecológico, não só pela presença de matéria

orgânica explicando a presença de Coleoptera, como também de organismos que favoreceram a alimentação do grupo predador Aranae (Benazzi et al., 2013; Lourente et al., 2007; Machado et al., 2015).

Membros da família Formicidae atuam nas propriedades físicas do solo construindo galerias por onde transportam restos vegetais, contribuindo também para a disponibilização de recursos para outros organismos edáficos (Abreu et al., 2014). Já os membros de Orthoptera tem capacidade de colonizar novos ambientes, incluindo áreas do semiárido que sofreram queimadas, sendo considerados como um grupo faunístico oportunista podendo, em alguns casos, tornarem-se pragas (Nunes et al., 2009). Supostamente essas duas variáveis (Formicidae e Orthoptera) são indicativas de um ambiente já estabilizado dentro de um plano de pousio de aproximadamente 10-11 anos e tais resultados corroboram os encontrados por Machado et al., (2015), onde a ACP revelou que áreas de florestas em estádios de sucessão foram responsáveis por 18% da variabilidade das comunidades encontradas.

É importante ressaltar que o período de coleta contribuiu de forma positiva, uma vez que, a taxa pluviométrica anual registrada em 2015 foi superior à de 2014. A sazonalidade promove interferência na dinâmica dos artrópodes de solo geralmente associando à maior quantidade aos anos com maiores precipitações (Machado et al., 2015). Por meio da ACP foi possível confirmar a resposta da composição dos artrópodes de solo quanto ao período de coleta e tratamentos, demonstrando clara a associação de organismos que indicam o equilíbrio do ambiente.

## **5 CONCLUSÃO**

A Análise de Componentes Principais (ACP) revelou que as variáveis tep2 e t4p2 que correspondem respectivamente às áreas testemunha e sem exploração à 10-11 anos, ambas em coleta realizada no período transição seco/chuvoso, são indicativos de que o período de sucessão promove a regeneração no ambiente uma vez que favorece a presença desses organismos edáficos como Aranae, Coleoptera, Formicidae e Orthoptera.

## 6 REFERÊNCIAS

Abreu RRL, Lima SS, Oliveira NCR, Leite LFC. Fauna edáfica sob diferentes níveis de palhada em cultivo de cana-de-açúcar. *Pesq. Agropec. Trop.* 2014; 44: 409-416.

Albuquerque UPD, Andrade LDC. Uso de recursos vegetais da Caatinga: O caso do agreste do Estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). *Inter.* 2002; 27 (7): 336-346.

Araújo VFP, Bandeira AG, Vasconcellos A. Abundance and stratification of soil macroarthropods in a Caatinga Forest in Northeast Brazil. *Braz. J. Biol.* 2010; 70:737-746.

Aparicio PS, Sotta ED, Guedes MC, Aparício WCDS, Oliveira LP, Souza RN. Níveis de regeneração natural em floresta de terra firme no Amapá Brasil. *Rev. Árv.* 2014; 38:699-710.

Baretta D, Mafra ÁL, Santos JCP, Amarante CVT, Bertol I. Análise multivariada da fauna edáfica em diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. *Pesq. Agropec. Bras.* 2006; 41(11):1675-1679.

Baretta D, Santos JCP, Figueiredo SR, Klauberg-Filho O. Efeito do monocultivo de pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no Planalto Sul Catarinense. *Rev. Bras. Ci. Solo.* 2005; 29: 715-724.

Baretta D, Santos JCP, Mafra AL, Wildner LP, Miquelluti DJ. Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense. *Rev. Ci. Agrov.* 2003; 2:97-106.

Benazzi ES, Bianchi MO, Correia MEF, 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: Ci. Agr.* 2013; 34:3425-3442.

Bonaldo AB, Carvalho LS, Pinto-da-Rocha R, Tourinho AL, Miglio LT, Candiani DF, Lo Man Hung NF, Abraham N, Rodrigues BVB, Brescovit AD, Saturnino R, Bastos NC, Dias SC, Silva BJB, Pereira-Filho JMB, Rheims CA, Lucas SM, Polotow D, Ruiz GRS, Indicatti

RP. Inventário e História Natural dos Aracnídeos da Floresta Nacional de Caxiuanã, Pará, Brasil. 2009. 76p.

Calvi GP, Pereira MG, Junior Espíndula A, Machado DL. Composição da fauna edáfica em duas áreas de floresta em Santa Maria de Jetibá-ES, Brasil. *Acta Agr.* 2010; 59:37-45.

Corrêa MM, Fernandes WD, Leal IR. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em capões do pantanal Sul Matogrossense: Relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área. *Neotrop. Entomol.* 2006; 35(6):724-730.

Correia MEF. Relações entre a diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas. *Seropédica: Embrapa Agrobiologia*, 33 p. dez. 2002.

Cunha Neto FV, Correia MEF, Pereira GHA, Pereira MG, Leles PSS. Soil fauna as an indicator of soil quality in forest stands, pasture and secondary forest. *Rev. Bras. Ci. Solo.* 2012; 36: 1407-1417.

Dutra CC. Impacto de algodão geneticamente modificado resistente a insetos sobre a entomofauna do solo [dissertação]. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados; 2009.

Dutra CC. Risco bioecológico do milho transgênico em insetos não-alvo do sistema de produção [tese]. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados; 2012.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Ceará. [internet]. Embrapa solos UEP, Recife; 2006 [acesso em 12 nov 2015]. Disponível em: <http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=ce>.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Recomendações para coletas de artrópodes terrestres por armadilhas de queda (“Pitfall Traps”) [internet]. Seropédica, RJ: Circular Técnica 18 On line; 2006 [acesso em 27 out 2015]. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/628430/1/cit018.pdf>.

Giracca EMN, Antonioli ZI, Eltz FLF, Benedetti E, Lasta E, Venturini SF, Venturini EF, Benedetti T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, AGUDO/RS. Rev. Bras. Agrocienc. 2003; 9: 257-261.

Humberto. Desvio Padrão, afinal de contas para que serve isso?. O Guia do Fisioterapeuta. 2009 [internet]; [acesso em 24 Jan 2016]. Disponível em: <http://fisioterapiahumberto.blogspot.com.br/2009/12/desvio-padrao-afinal-de-contas-para-que.html>.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE. Perfil básico municipal, São Gonçalo do Amarante. Fortaleza: SEPLAN – Secretaria do Planejamento e Coordenação, Governo do Estado do Ceará. 2007.10p.

Lima HV, Oliveira TS, Oliveira MM, Mendonça ES, Lima PJBF. Indicadores de qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional no semi-árido Cearense. Rev. Bras. Ci. Solo. 2007; 31: 1085-1098.

Lima MF. Reformulação do Plano de Manejo Florestal Sustentável. Fazenda Alvorada – Município de São Gonçalo do Amarante. Protocolo Semace nº 07437546-6. Ceará. Brasil. 2010. 91p.

Lourente ERP, Silva RFD, Silva DAD, Marchetti ME, Mercante FM. Macrofauna edáfica e sua interação com atributos químicos e físicos do solo sob diferentes sistemas de manejo. Acta Sci. Agron. 2007;29:17-22.

Machado DL, Pereira MG, Correia MEF, Diniz AR, Menezes CEG. Fauna edáfica na dinâmica sucessional da Mata Atlântica em floresta estacional semidecidual na bacia do Rio Paraíba do Sul - RJ. Ci. Fl. 2015; 25: 91-106.

Mardia KV, Kent JT, Bibby JM. Multivariate analysis. London: Academic. 1979.

Melo FV, Brown GG, Constantino R, Louzada JNC, Luizão FJ, Morais JW, Zanetti RA. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. *Biologia do Solo*. Boletim informativo da SBCS. jan.-abr. 2009.

Ministério do Meio Ambiente. Biomas. Caatinga [internet]; [acesso em 03 abr 2015]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>.

Moço MKS, Gama EFR, Gama ACR, Correia MEF. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. *Rev. Bras. Ci. Solo*. 2005; 29:555-564.

Neves CMDL. Análise da vegetação e da entomofauna de coleópteros ocorrentes em fragmentos de floresta serrana de brejo de altitude no estado da Paraíba [dissertação]. Areia: Universidade Federal da Paraíba; 2006.

Nunes LAPL, Araújo Filho JA, Menezes RIQ. Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semi-árido nordestino. *Sci. Agr*. 2009; 10: 43-49.

Nuno L, Severo M, Barros H. Desvio Padrão ou Erro Padrão. *Notas Metodológicas. Arq. Med*. 2006; 20: 1-2.

Oliveira IBR, Moura JZ, Moura SGD, Brito WC, Sousa AAD, Santana JDDP, Maggioni K. Diversidade da entomofauna em uma área de Caatinga no município de Bom Jesus-PI, Brasil. *Ci*. 2013; 41:150-155.

Peel MC, Finlayson BL, McMahon TA. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci*. 2007; 11:1633-1644.

Pinho, LC. Diptera. In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Froehlich, C.G. (org.). 2008. [internet]; [acesso em 24 Jan 2016]. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>.

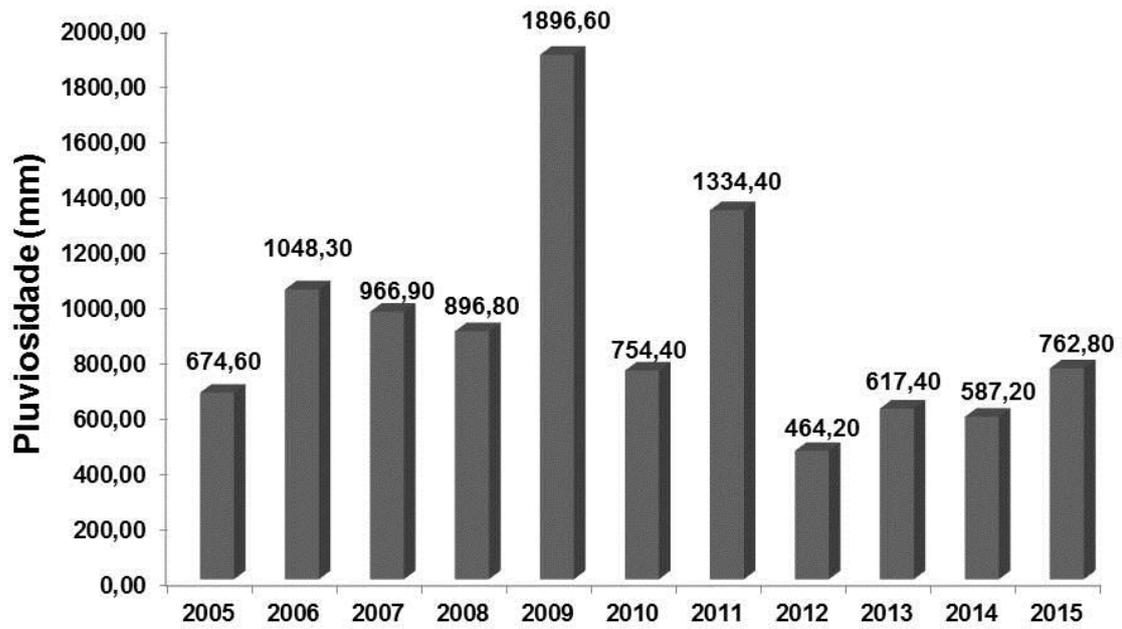
Souto PC, Gama EF, Gama ACR, Correia MEF. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. Rev. Bras. Ci. Solo. 2008; 32:151-160.

Taffarel M, Carvalho JOPD, Melo LDO, Silva MGD, Gomes JM, Ferreira JER. Efeito da silvicultura pós-colheita na população de *Lecythis lurida* (Miers) Mori em uma floresta de terra firme na Amazônia brasileira. Ci. Fl. 2014; 24: 889-898.

Travassos IS, Souza BI. Os negócios da lenha: Indústria, desmatamento e desertificação no Cariri paraibano. Geosp (Online). 2014; 18(2): 329-340.

Vicini L. Análise multivariada da teoria à prática [monografia]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2005. 215 p.

**Figura 1.** Série Histórica pluviométrica anual em mm, São Gonçalo do Amarante, Estado do Ceará (2005/2015)



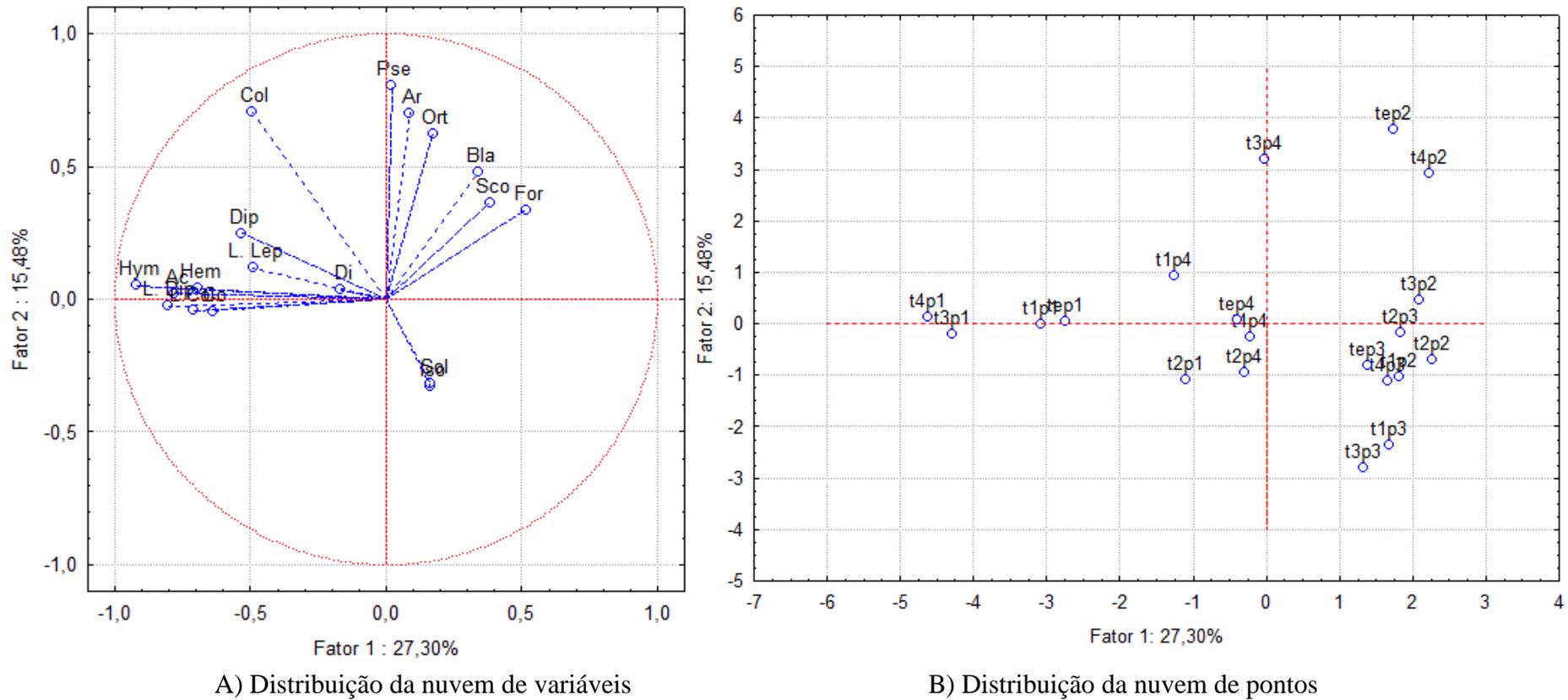
Fonte: FUNCEME.

**Tabela 1.** Médias, Desvio-padrão dos Artrópodes de Solos (Tratamento X Período), "Means and Standard Deviations (Trat x Peri) Casewise deletion of MD N=20" e Fator de carga (Tratamento X Período) Extração: Componente Principal (São marcadas cargas >,700000)

<b>Variáveis</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Fator 1</b>	<b>Fator 2</b>
Acari	454,81	864,65	-0,780832	0,020317
Araneae	7,59	5,67	0,088100	0,700175
Blattaria	1,08	2,93	0,339023	0,477905
Coleoptera	5,35	4,52	-0,494559	0,703089
Collembola	139,13	156,68	-0,640531	-0,045022
Diplopoda	0,13	0,25	-0,167986	0,036218
Diptera	20,99	25,14	-0,532889	0,247748
Formicidae	74,90	64,54	0,515556	0,336108
Hemiptera	1,41	2,92	-0,692772	0,040287
Hymenoptera	2,56	3,23	-0,921914	0,051716
Isoptera	3,93	13,79	0,162688	-0,327260
L. Coleoptera	0,51	0,89	-0,711914	-0,043807
L. Diptera	0,46	1,08	-0,801817	-0,024542
L. Lepidoptera	0,14	0,31	-0,489595	0,116621
Orthoptera	3,87	6,36	0,172180	0,624521
Pseudoescorpiones	1,54	1,56	0,022011	0,802881
Scorpiones	0,20	0,29	0,381824	0,362984
Solifugae	0,15	0,61	0,165630	-0,319236
<b>Total</b>	718,73	1155,44	<b>Expl.Var 4,9143</b>	<b>2,7869</b>
			<b>% Total 0,2730</b>	<b>0,15480</b>

**Tabela 2.** Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente

Número de Componentes	Autovalores			
	Extração do Componentes Principais			
	Autovalores	% da Variância Explorada	Autovalores Acumulados	% da Variância Explicada acumulada
1	<b>4,914367</b>	<b>27,30</b>	<b>4,91437</b>	<b>27,30</b>
2	<b>2,786904</b>	<b>15,48</b>	<b>7,70127</b>	<b>42,78</b>
3	<b>2,237960</b>	<b>12,43</b>	<b>9,93923</b>	<b>55,22</b>
4	<b>1,574088</b>	<b>8,74</b>	<b>11,51332</b>	<b>63,96</b>
5	<b>1,246252</b>	<b>6,92</b>	<b>12,75957</b>	<b>70,89</b>
6	1,058344	5,88	13,81791	76,77
7	0,995206	5,53	14,81312	82,30
8	0,878295	4,88	15,69142	87,17
9	0,799027	4,44	16,49044	91,61
10	0,490449	2,72	16,98089	94,34
11	0,307615	1,71	17,28851	96,05
12	0,282147	1,57	17,57065	97,61
13	0,220654	1,23	17,79131	98,84
14	0,099681	0,55	17,89099	99,39
15	0,069049	0,38	17,96004	99,78
16	0,032511	0,18	17,99255	99,96
17	0,006262	0,03	17,99881	99,99
18	0,001189	0,01	18,00000	100,00



**Figura 2.** Relação entre o componente principal 1 (Fator 1) e o componente principal 2 (Fator 2), variáveis principais: Períodos de coleta (Chuvoso= P1; transição chuvoso/seco= P2; seco= P3 e transição seco/chuvoso= P4) e tratamentos (T1= Área recém explorada à aproximadamente 6 meses; T2= Área explorada à aproximadamente 2-3 anos; T3= Área explorada à aproximadamente 5-6 anos; T4: Área explorada à aproximadamente 10-11 anos e T5= Testemunha - área de reserva legal (Não explorada); variável resposta: Grupos de artrópodes edáficos (Ac= Acari, Ar= Araneae, Bla= Blattaria, Col= Coleoptera, Co= Collembola, Di= Diplopoda, Dip= Diptera, For= Formicidae, Hem= Hemiptera, Hym= Hymenoptera, Is= Isoptera, L. Col= Larva de Coleoptera, L. Dip= Larva de Diptera, L. Lep= Larva de Lepidoptera, Ort= Orthoptera, Pse= Pseudoescorpiones, Sco= Scorpiones e Sol= Solifugae).

### III CONCLUSÕES FINAIS

Os espécimes encontrados são influenciados pelos diferentes estágios de exploração da madeira sendo visível a predominância de grupos como: Acari, Collembola, Formicidae e Diptera e a ocorrência de Solifugae nos períodos seco e transição seco/chuvoso.

A presença de predadores (Aranae e Pseudoescorpiones) e de decompositores (Coleoptera) indicam um ambiente em estágio de regeneração.

A sucessão dos períodos de pousio contribuíram para o estabelecimento e reestruturação dos grupos de artrópodes de solo dentro do ecossistema estudado, demonstrando viabilidade do ciclo de exploração da madeira à cada 10 anos aproximadamente.

A Análise de Componentes Principais (ACP) revelou que as variáveis tep2 e t4p2 que correspondem respectivamente às áreas testemunha e sem exploração à 10-11 anos, ambas em coleta realizada no período transição seco/chuvoso, são indicativos de que o período de sucessão promove a regeneração no ambiente uma vez que favorece a presença desses organismos edáficos como Aranae, Coleoptera, Formicidae e Orthoptera.

#### **IV CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados obtidos no presente trabalho revelam a importância do conhecimento sobre os possíveis efeitos dos Planos de Manejo Florestal sobre os artrópodes de solo e em função dos organismos encontrados, o tempo em que ocorre a restauração/recuperação do ambiente explorado. As conclusões auxiliam a literatura, no sentido de agregar informações sobre as práticas de exploração da madeira no bioma Caatinga, tendo em vista que são poucas pesquisas que relatam os efeitos dessas práticas.

A rotatividade de cerca de 10 anos no ciclo de exploração da madeira demonstrou-se viável, com base nos organismos edáficos encontrados nas áreas de maior pousio. Entretanto, diante do universo existente no ambiente existe ainda necessidade de novas pesquisas, avaliando as interações inseto-solo-planta, microrganismos existentes no solo e outros parâmetros como temperatura e umidade do solo. Outros estudos sobre diversidade funcional dos grupos seriam relevantes, pois agregariam informações pertinentes às pesquisas realizadas nessas áreas de exploração de madeira. Deve-se levar em consideração os efeitos ‘El Niño’ e ‘La Niña’ sobre o regime de chuvas que promove uma interferência no ambiente estudado e por consequência no comportamento e na composição dos artrópodes de solo.

Não é novidade informar que a fauna do solo sofre efeitos diante de mudanças climáticas e qualquer ação antrópica, no entanto, são tímidos os trabalhos que revelam e relatam evolução e a adaptação desses organismos à ambientes secos ou com pouca pluviosidade como é o caso da Caatinga. O conhecimento aprofundado de grupos raros como os Solifugae encontrados nessa pesquisa podem ser fontes de importantes informações sobre as características e até mesmo os indicativos da transformação ou não desse bioma.