



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**Fauna edáfica como bioindicador ambiental em áreas de Caatinga sob pastejo caprino**

**MARILANIA DA SILVA SANTOS**

**Areia-Paraíba**  
**Outubro de 2016**

**MARILANIA DA SILVA SANTOS**

**Fauna edáfica como bioindicador ambiental em áreas de Caatinga sob pastejo caprino**

Exame de qualificação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade - Orientador Principal

Prof. Dr. Divan Soares da Silva

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aline Mendes Ribeiro Rufino

**Areia - Paraíba**

**Outubro de 2016**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

S277f Santos, Marilania da Silva.

Fauna edáfica como bioindicador ambiental em áreas de Caatinga sob pastejo caprino. / Marilania da Silva Santos. - Areia: UFPB/CCA, 2016.  
xi, 751 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

Bibliografia.

Orientador: Albericio Pereira de Andrade.

1. Fauna 2. Caprinos 3. Edafologia I. Andrade, Albericio Pereira de II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 591.9 (043.3)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

**TÍTULO:** “Fauna edáfica como bioindicador ambiental em áreas de Caatinga sob pastejo caprino”,

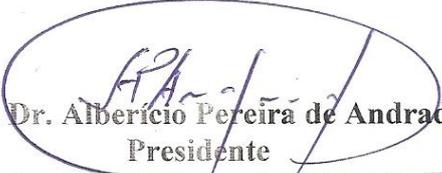
**AUTORA:** MARILÂNIA DA SILVA SANTOS

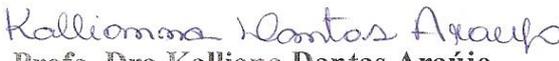
**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Alberício Pereira de Andrade

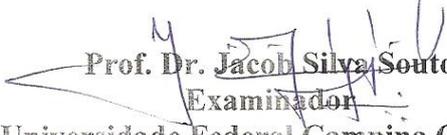
J U L G A M E N T O

**CONCEITO:** APROVADA

**EXAMINADORES:**

  
Prof. Dr. Alberício Pereira de Andrade  
Presidente  
Universidade Federal da Paraíba

  
Profa. Dra. Kalliana Dantas Araújo  
Examinadora  
Universidade Federal de Alagoas

  
Prof. Dr. Jacob Silva Souto  
Examinador  
Universidade Federal Campina Grande

Areia, 14 de março de 2016

*“É graça divina começar bem, graça maior persistir na caminhada certa.  
Mas “graças das graças é não desistir nunca.”*

*(Dr. Helder Câmara)*

*A Deus, por me amar incondicionalmente e me dar forças para continuar a caminhada.  
Aos meus amados Pais, Marilene Carmelita da Silva Santos e Francisco de Assis dos Santos por me ensinarem que a maior herança que os pais podem deixar é a “Educação”.*

*As minhas queridas irmãs Marquiela Marquênia da Silva Santos, Marquilene da Silva Santos e Marília da Silva Santos.*

*À toda minha família.*

***Dedico este trabalho, com todo meu amor, respeito e gratidão!***

## AGRADECIMENTOS

A Deus, minha fortaleza, meu tudo, sem Ele seria impossível a caminhada.

Aos meus Pais, pelo amor incondicional, educação, apoio, paciência e dedicação recebida ao longo de toda a minha vida.

As minhas irmãs Marquiela Marquênia da Silva Santos, Marquilene da Silva Santos e Marília da Silva Santos, por toda confiança, ajuda nos momentos de aperto, carinho e dedicação.

Ao meu namorado Rkacio Andrade pelo companheirismo, paciência e carinho. Obrigada por ser essa pessoa maravilhosa. Te adoro.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), em especial, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFPB pela oportunidade de realização do mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo.

Ao meu orientador, Professor Albericio Pereira de Andrade, agradeço pela orientação, ensinamentos, paciência, dedicação e confiança durante os anos de mestrado.

Aos meus co-orientadores, Professor Divan Soares da Silva e Professora Aline Mendes Ribeiro, pelos ensinamentos prestados.

Aos professores Carlos e Helder do Departamento da Biologia, pelos ensinamentos e uso do laboratório de Zoologia.

Ao Biólogo Janderson Alencar, pessoa simples de tamanha inteligência e conhecimento, muito obrigada por todos os ensinamentos e ajuda.

A todos os colegas que fazem parte do grupo Lavoura Xerófila da UFPB. São eles, Ribamar, Janieire, Adeilson, Paula, Suelane, Italvan, Géssica e Karla.

Aos companheiros de Pós Graduação: Diana, Venâncio, Vanessa, Romildo, Elivânia, Antônio, Mikael, David, Gabriel, Amanda. Em especial as minhas companheiras de estudo, verdadeiras amigas a quem tenho grande apreço, Elizabete Cristina e Kleitiane Balduino.

Ao aluno de graduação em agronomia Rafael obrigada pela ajuda.

Aos funcionários da Estação Experimental em São João do Cariri – Pb. Em especial ao Netinho pessoa humilde que gentilmente me ajudava sempre.

As minhas amigas Valdileia, Vanderleia e Marny Lillian que sempre me apoiaram e me aconselharam.

Aos funcionários do PPGZ/CCA, Maria das Graças S. C. Medeiros, D. Carmem e S. Damião, pela atenção e dedicação que me foram prestadas e também pelos momentos de descontração.

À Banca Examinadora, pela contribuição na melhoria do trabalho.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram de alguma forma com a execução deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas.....	Viii
Lista de Figuras.....	IX
Resumo.....	X
Abstract.....	XI
<b>1. Introdução.....</b>	<b>01</b>
<b>2. Referencial Teórico.....</b>	<b>03</b>
2.1. Semiárido Nordestino: características edafoclimáticas do bioma Caatinga.....	03
2.2. O impacto das atividades antrópicas sobre o Bioma Caatinga.....	04
2.3. Organismos edáficos.....	07
2.3.1. Dinâmica dos organismos edáficos em áreas de caatinga.....	09
<b>3. Material e Métodos.....</b>	<b>11</b>
3.1. Caracterização geral da área de estudo.....	11
3.2. Caracterização do clima e solo.....	12
3.3. Área experimental.....	12
3.4. Quantificação dos organismos do solo.....	13
3.4.1. Macrofauna .....	13
3.4.2. Mesofauna .....	15
3.5. Coleta das amostras para a determinação do conteúdo de água .....	17
3.6. Monitoramento dos elementos microclimáticos.....	17
3.7. Análise dos Dados.....	18
3.7.1. Índice de Shannon (H) e Pielou (e).....	18
3.7.2. Frequência.....	19
3.7.3. Conteúdo de água do solo.....	20
<b>4. Resultados e Discussão.....</b>	<b>21</b>
4.1. Macrofauna.....	21
4.1.1. Abundância da Macrofauna.....	21
4.1.2. Frequência Absoluta e Relativa da Macrofauna.....	24
4.1.3. Riqueza dos grupos taxonômicos da Macrofauna.....	28
4.1.4. Diversidade da Macrofauna.....	29
4.1.5. Sazonalidade da Macrofauna.....	30
4.2. Mesofauna.....	37
4.2.1. Abundância e Frequência Absoluta e Relativa da Mesofauna.....	37
4.2.2. Riqueza da Mesofauna.....	40
4.2.3. Diversidade da Mesofauna.....	40
4.2.4. Sazonalidade da Mesofauna.....	41
<b>5. Conclusões.....</b>	<b>44</b>
<b>6. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>45</b>

**LISTA DE TABELAS**

	<b>Página</b>
<b>Tabela 1.</b> Abundância mensal da macrofauna edáfica em áreas de caatinga em São João do Cariri - PB.....	<b>22</b>
<b>Tabela 2.</b> Frequência absoluta e relativa dos grupos taxonômicos da macrofauna edáfica amostradas em áreas de caatinga sob o pastejo caprino.....	<b>25</b>
<b>Tabela 3.</b> Diversidade, Uniformidade e Abundância da macrofauna edáfica, e dados mensais de precipitação pluvial e conteúdo de água do solo em áreas de caatinga sob o pastejo caprino.....	<b>31</b>
<b>Tabela 4.</b> Abundância e Frequência absoluta e relativa dos grupos taxonômicos da mesofauna edáfica amostradas em áreas de caatinga sob o pastejo caprino em São João do Cariri - PB.....	<b>38</b>
<b>Tabela 5.</b> Diversidade, Uniformidade e Abundância da mesofauna edáfica, e dados mensais de precipitação pluvial e conteúdo de água do solo em áreas de caatinga sob o pastejo caprino em São João do Cariri - PB.....	<b>42</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Mapa do Brasil com ênfase para o estado da Paraíba e especificamente o município de São João do Cariri.....	<b>11</b>
<b>Figura 2.</b> Área experimental das amostragens.....	<b>13</b>
<b>Figura 3.</b> Armadilhas Provid (A) e (B).....	<b>14</b>
<b>Figura 4.</b> Lavagem dos organismos capturados nas armadilhas (A) e organismos armazenados em recipientes de vidro (B).....	<b>14</b>
<b>Figura 5.</b> Umedecimento do solo no período seco (A), introdução dos anéis no solo (B), retirada dos anéis com espátula (C) e acondicionamento em bandejas até o laboratório (D).....	<b>15</b>
<b>Figura 6.</b> Bateria de extratores Berlese-Tullgren modificada .....	<b>16</b>
<b>Figura 7.</b> Pesagem da amostra (A) e secagem em estufa retilínea (B).....	<b>17</b>
<b>Figura 8.</b> Precipitação Pluvial (mm) e Umidade relativa do ar (%) no período de outubro de 2013 a setembro de 2014, na Estação Experimental de São João do Cariri - Paraíba.....	<b>18</b>
<b>Figura 9.</b> Temperatura do solo (°C) na profundidade de 0 - 10 cm, durante o ano de 2013 e 2014 na Estação Experimental de São João do Cariri - PB.....	<b>19</b>
<b>Figura 10.</b> Riqueza das ordens da macrofauna avaliadas em três áreas de Caatinga sob o pastejo caprino. Área I (10 caprinos), Área II (5 caprinos) e Área III (sem caprinos).....	<b>29</b>
<b>Figura 11.</b> Precipitação Pluvial diária e distribuição do número de indivíduos da macrofauna edáfica em áreas de caatinga sob o pastejo caprino, na Estação experimental em São João do Cariri, Paraíba. Área I (10 caprinos), área II (5 caprinos) e Área III (sem caprinos).....	<b>34</b>
<b>Figura 12.</b> Precipitação Pluvial diária e Diversidade (Índice de Shannon) da macrofauna edáfica em áreas de caatinga sob o pastejo caprino, na Estação experimental em São João do Cariri, Paraíba. Área I (10 caprinos), área II (5 caprinos) e Área III (sem caprinos).....	<b>36</b>

SANTOS, M.S. **Fauna edáfica como bioindicador ambiental em áreas de Caatinga sob pastejo caprino**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. UFPB. Areia-PB. Orientador: Prof. Dr Alberício Pereira de Andrade.

### RESUMO

O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a fauna edáfica como bioindicador ambiental em áreas de Caatinga sob pastejo caprino no Semiárido Nordeste. O experimento foi realizado durante um ano (outubro de 2013 a setembro de 2014), na Fazenda Experimental, pertencente à Universidade Federal da Paraíba, localizada em São João do Cariri - PB. Foram utilizadas três áreas contíguas de caatinga, correspondentes aos tratamentos: T1 (10 caprinos), T2 (5 caprinos) e T3 (Testemunha – Sem caprinos), cada área tinha um tamanho de 3,2 ha com 30 unidades amostrais distribuídas. Foram utilizados caprinos machos, adultos, sem padrão racial definido. Para as coletas mensais dos organismos da Macrofauna edáfica foi utilizada a armadilha do tipo provid, estas permaneceram nas áreas por 96 horas. Juntamente com essa coleta foi realizada a da Mesofauna edáfica que consistiu da retirada de solo e serapilheira das áreas com o auxílio de um anel metálico. No laboratório, os organismos foram identificados a nível de ordem. Para avaliação da diversidade das ordens foram utilizados os índices de Shannon e Equitabilidade, pelo programa Past. A abundância, riqueza, frequência absoluta e relativa foi calculada pelo programa Excel. Foi coletado um total de 16528 indivíduos da macrofauna edáfica distribuído em 20 ordens, e 119 indivíduos da mesofauna, distribuídos em 6 ordens. A área que não tinha caprinos pastejando apresentou o maior número de indivíduos da macrofauna, com 5993 e da mesofauna com 44 indivíduos. Os grupos mais frequentes e abundantes da Macrofauna foram: Hymenoptera, Coleoptera, Araneae e Scutigermorpha, e da mesofauna: Acarina, Psocoptera e Collembola. A maior riqueza, diversidade e uniformidade das ordens foi encontrada na área II para a Macrofauna. A Mesofauna apresentou maior riqueza e diversidade das ordens na área III e maior uniformidade na área I. A diversidade e equitabilidade da fauna edáfica podem ser utilizadas como bioindicador auxiliar da qualidade ambiental das áreas de Caatinga sob pastejo caprino.

**Palavras-chave:** Semiárido brasileiro, taxa de lotação, precipitação pluvial

SANTOS, M.S. **Soil fauna as an Caatinga environmental bio indicator in areas under goat grazing.** Dissertation (Master's degree in animal science). Graduate program in Animal Science. UFPB. Areia-PB. Orientador: Prof. Dr Alberício Pereira de Andrade.

### ABSTRACT

This study was conducted to evaluate Soil fauna as environmental bioindicator in Caatinga areas under goat grazing in the Northeast Brazilian semi-arid. The experiment was conducted during one year (October 2013 to September 2014), at the Experimental Farm, belonging to the Federal University of Paraíba, located in Sao Joao do Cariri – PB - Brazil. We used three contiguous areas of Caatinga corresponding to the treatments: T1 (10 goats), T2 (5 goats) and T3 (No goats), each area had a size of 3.2ha with 30 sample units distributed. Were used male goats, adults without defined breed. To organisms soil macrofauna monthly collections was used to trap the type Provid, they remained in the area for 96 hours. Along with this collection was performed the soil mesofauna collection, consisting of soil and litter areas removed with a metal ring help. At the laboratory, the organisms were identified about order. To evaluate the orders diversity were used Shannon and Equitability indices at Past program. The abundance, wealth, absolute and relative frequency was calculated by Excel program. Was collected a total of 16528 individuals of soil macrofauna distributed in 20 orders and 119 mesofauna individuals, distributed in 6 order. The area had no grazing goats had the highest number of macrofauna individuals, with 5993 and mesofauna with 44 individuals. The most common and abundant macrofauna orders groups were Hymenoptera, Coleoptera, Araneae and Scutigeromorpha, and mesofauna: Acarina, Psocoptera and Collembola. The greatest orders richness, diversity and uniformity were found in the area II for macrofauna. The mesofauna showed greater orders richness and diversity in the area III and greater uniformity in the area I. The soil fauna diversity and evenness can be used as an environmental bio-indicator auxiliary of quality in Caatinga areas under goat grazing.

**Keywords:** Brazilian semiarid, Stocking rate, Rainfall.

## 1. Introdução

A região do Estado da Paraíba denominada Cariri apresenta alta incidência de energia solar, solos com baixa capacidade de armazenamento de água e predominância de precipitação pluvial com alta variabilidade de distribuição e concentrada em poucos meses do ano (DANTAS et al., 2009). Essas condições permitem a manutenção da diversidade das espécies na Caatinga, já que a riqueza de espécies, porte e densidade estão ligadas às condições edafoclimáticas da região.

As implicações desta variabilidade climática refletem na exploração agrícola desta região, sendo adotadas muitas vezes atividades como a caprinocultura. No entanto, manejo utilizado para a exploração pecuária é o pastejo extensivo ou semi-intensivo, no qual a vegetação da Caatinga é a principal fonte de alimento. Nesse sentido, a pecuária passa a ser fator de alteração ambiental, quando há lotação excessiva de animais em limites superiores à capacidade de suporte da área pastejada, ao exercer pressão sobre a vegetação nativa e solo, em decorrência do pisoteio excessivo dos animais, podendo provocar compactação na época chuvosa e desagregação do solo no período seco, exercendo efeitos negativos sobre as suas propriedades físicas, químicas e biológicas. (ARAÚJO, 2010).

A meso e macrofauna edáfica apresentam sensibilidade às modificações ocorridas na estrutura e cobertura do solo. A população destes organismos do solo depende diretamente dos fatores ambientais, pois, quando favoráveis são mais abundantes. A diversidade de organismos existentes no solo, ou seja, a riqueza de espécies e sua uniformidade de distribuição no grupo demonstram indiretamente as condições ambientais da área, servindo como indicadores da qualidade do solo e proporcionando informações que serão úteis para avaliações em sistemas de produção (JACOBS et al., 2007)

Há uma crescente preocupação com o ambiente e com a preservação dos recursos naturais, com vistas à manutenção da qualidade de vida em busca do desenvolvimento sustentável mediante equilíbrio entre as questões ambientais, econômicas e sociais (OLIVEIRA e SOUTO, 2011). Com relação à preservação e recuperação de solos, Oliveira (2009) ressalta que se verificam no Brasil, principalmente no Semiárido, pesquisas limitadas a respeito da fauna do solo como grande indicativo de qualidade ambiental, uma vez que o Semiárido apresenta características climáticas e edáficas próprias e manejo extremamente diferenciado em

relação ao restante do País. Neste sentido, objetivou-se de avaliar a mesofauna e macrofauna edáfica como bioindicador ambiental em áreas de Caatinga sob pastejo caprino em São João do Cariri, Paraíba.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. Semiárido Nordeste: características edafoclimáticas do bioma Caatinga

O Brasil possui atualmente 1.031 municípios fazendo parte do Semiárido; além destes, outros 102 novos municípios foram incorporados, pois estão enquadrados em pelo menos um dos três critérios utilizados para esta incorporação, como: ter precipitação pluvial média anual inferior a 800 mm; apresentar índice de aridez de até 0,5; ter risco de seca maior que 60%. Com essa atualização, a área classificada oficialmente como Semiárido brasileiro aumentou de 892.309,4 km<sup>2</sup> para 969.589,4 km<sup>2</sup>, um acréscimo de 8,66%, com destaque para o Estado de Minas Gerais que teve o maior número de municípios incluídos na nova lista, passando de 40 municípios anteriormente incorporados para 85, variação de 112,5% (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2015).

A variabilidade temporal e espacial da precipitação pluvial constitui uma característica marcante do clima da região Nordeste do Brasil, em particular sobre a porção Semiárida (MARENGO et al., 2011). O clima predominante na região Semiárida Nordestina é do tipo BSw'h', conforme a classificação de Köppen, tropical seco com a evaporação excedendo a precipitação, e ocorrência de pequenos períodos de chuvas sazonais com precipitações escassas e mal distribuídas (ANDRADE et al., 2010). A temperatura média anual varia de 24 a 28 °C, com precipitação pluvial média de 250 a 1000 mm e a evapotranspiração potencial de 2.700 mm/ano, caracterizando um déficit hídrico elevado (CASSUCE, 2012).

Os solos são, em geral, pouco intemperizados em função da escassez das chuvas. Em média, se apresentam quimicamente adequados, mas possuem restrições físicas, por ser, em sua maioria, rasos e pedregosos (ARAÚJO FILHO, 2006). Os pulsos de fertilidade estão diretamente ligados ao sincronismo e a magnitude dos pulsos de precipitação, que são como indutores (“gatilhos”) que acionam as atividades fisiológicas que determinam o crescimento e o desenvolvimento da vegetação da Caatinga e são indispensáveis para os processos ecológicos, principalmente no que diz respeito à disponibilidade de água no solo para as plantas e a atividade microbiológica do solo, sendo importante para compreender a dinâmica do bioma Caatinga (ANDRADE et al., 2006).

Adaptadas a essas condições climáticas e pedológicas, predomina na região uma vegetação estépica, típica do Semiárido Nordestino, denominada Caatinga. (DRUMOND et al., 2000). A Caatinga é o único bioma exclusivamente Brasileiro, que apresenta uma relevante importância para o Nordeste e sua constituição de espécies é rica nos três estratos: herbáceo, arbustivo e arbóreo. Devido a essas características de adaptação, Cassuce (2012) ressalta que a vegetação da Caatinga possui grande potencial de produção de forragem, constituindo na maioria das vezes a principal fonte de alimentação animal em regiões Semiáridas.

Silans et al. (2006) mencionam que apesar da aparência árida e pobre, a Caatinga se revela como um conjunto de ecossistemas complexos e diversos, pela capacidade de adaptação dos seres vivos à acentuada aridez do território.

A região Semiárida tem precipitações anuais baixas e muito variáveis, no espaço e no tempo e evapotranspirações permanentemente altas. As consequências desta combinação de fatores têm sido o elevado risco da atividade agropecuária, o nível tecnológico muito baixo e a contínua degradação ambiental, muitas vezes lenta e insidiosa, acumulada nos 300 anos de exploração inadequada (SAMPAIO et al., 2008).

A agricultura tradicional está sujeita às mudanças climáticas, apresentando problemas de rendimentos e de mercado (ALVES et al., 2009). Desta forma, a pecuária tornou-se a atividade principal dentro do bioma Caatinga, proporcionado por sua vegetação nativa que permite um consumo de matéria seca capaz de atender as necessidades dos animais (MOREIRA et al., 2007).

## **2.2. O impacto das atividades antrópicas sobre o bioma Caatinga**

A degradação das terras é consequência da ação humana e de fatores climáticos.. Dentre os fatores humanos destacam-se o desmatamento, extração excessiva de produtos florestais, queimadas, sobrecarga animal, uso intensivo do solo e seu manejo inadequado, dentre outros. Com relação às causas climáticas da degradação é possível mencionar a má distribuição das chuvas que amplificam as consequências derivadas da ação humana (SÁ, 2010).

A Caatinga é certamente um dos biomas brasileiros mais alterados pelas atividades humanas ao longo dos séculos (SAMPAIO et al., 2008). É considerado o terceiro bioma brasileiro mais antropizado com uma área alterada de 45,3%, ficando atrás apenas da Mata Atlântica e Cerrado (CASTELLETTI et al., 2003). O homem

manipula o ecossistema e modifica-o de acordo com seus interesses, ato muitas vezes proposital ou por falta de conhecimento das futuras consequências que podem ser ocasionadas, induzindo neste caso a degradação, e em casos mais avançados na desertificação (SOUSA, 2007), tida por muitos estudiosos e ambientalistas como um dos mais graves problemas ambientais da atualidade, visto que é um problema de caráter e efeitos interdisciplinares, abrangendo o ambiental, mas diversas esferas da sociedade, como as de ordem política, econômica, social e cultural.

No semiárido do Nordeste brasileiro a agricultura tradicional muitas vezes não é bem sucedida, sendo a pecuária adotada por muitos produtores desta região. A caprinocultura tem se desenvolvido bem nesta região, em função da boa adaptabilidade dos animais, servindo como uma fonte alternativa de renda, uma vez que ocupa uma área menor e os animais consomem menos alimentos, devido ao seu pequeno porte e hábito alimentar (ALENCAR, 2004). Desta forma, a caprinocultura torna-se a principal atividade de exploração pecuária no Semiárido brasileiro.

A vegetação da caatinga constitui-se na mais importante fonte de alimentação para os rebanhos desta região, chegando a participar em até 90% da dieta de caprinos e ovinos (GONZAGA NETO et al., 2001), tornando-se praticamente a única fonte de alimento para os caprinos. O sistema de criação extensiva, em que há utilização de pouca ou nenhuma tecnificação é o mais praticado na região, com vários projetos governamentais e instituições financeiras que estimulam a criação de caprinos, por se tratar de atividade de grande importância econômica (LEAL et al., 2003).

O sistema extensivo é caracterizado por manter o caprino em um mesmo pasto, durante um longo período de tempo. O pastejo mal manejado leva à degradação mais rápida da pastagem, pois induz ao surgimento de áreas de superpastejo e subpastejo, dentro de uma mesma pastagem. O superpastejo tem sido o fator mais importante de degradação da vegetação e desertificação em regiões Semiáridas do mundo, conforme afirma Araujo Filho (2013) e isso ocorre porque a cobertura florística, já enfraquecida pela limitação dos fatores ambientais, é submetida a uma pressão de pastejo, em intensidade e frequência tais que tornam impossível sua sobrevivência.

É importante reavaliar a exploração pecuária no Semiárido, baseado no sistema extensivo. Reduzir a pressão de pastejo e a manipulação da vegetação a um nível de tolerância compatível com as condições limitantes desse bioma seria prudente, pois a viabilidade da exploração pecuária da caatinga depende da sua capacidade de suporte (ANDRADE et al., 2010). Em se tratando do Semiárido Nordestino, que apresenta

características edafoclimáticas bem peculiares é essencial explorar esses recursos naturais de forma sustentável e racional, utilizando técnicas conservacionistas, aproveitando os resíduos e, principalmente, sempre respeitar os limites impostos pela natureza.

Dependendo do nível de degradação da vegetação e do solo, a situação das áreas pode se tornar irreversível e ocasionar um processo de desertificação, o que acarretaria em uma diminuição da produtividade, na renda e na qualidade de vida do produtor rural, sendo a pecuária considerada uma das principais causas da degradação da Caatinga. Assim é primordial que a exploração desse suporte forrageiro seja de forma compatível com o potencial de recuperação da vegetação (CASSUCE, 2012).

As práticas de manejo de pequenos ruminantes realizadas de forma errada podem tornar-se um agente causador da degradação. Na Caatinga esse assunto é aceito por alguns pesquisadores, quando as altas taxas de lotação de caprinos são associadas a ações antrópicas, como retirada de lenha e utilização para pastos, agricultura dentre outras (SANTO et al., 2012). De acordo com Leal et al. (2003), elevadas taxas de lotação são insuficientes para causar a desertificação do ecossistema, resultando apenas no empobrecimento e redução do porte da vegetação.

Para Albuquerque (1999), na Caatinga a degradação não é regida somente pelo antropismo, devem ser considerados, também, fatores abióticos como o clima, que tem grande influência sobre a vegetação. Esse autor observou, ao estudar a dinâmica da Caatinga submetida a diferentes intensidades de uso por bovinos, que a mortalidade das espécies arbustivas se deu mais em consequência da seca prolongada ocorrida no período do experimento, do que pela intensidade de uso.

Devido à alta sensibilidade às alterações ambientais, a fauna edáfica vem sendo utilizada como indicadora da qualidade do solo (ROVEDDER et al., 2004), por ser útil na indicação de agroecossistemas degradados, uma vez que a diversidade da fauna edáfica tende a ser baixa em sistemas com muita perturbação humana (WINK et al., 2005). Os distúrbios induzidos por atividades antrópicas e naturais ao solo e à sua cobertura vegetal alteram a distribuição da fauna do solo à medida que transformam a disponibilidade de recursos alimentares, modificando as interações ecológicas intra e interespecíficas (MELO et al., 2015).

### 2.3. Organismos edáficos

O solo é considerado como um sistema complexo, composto de seres vivos, matéria orgânica e mineral, cujas interações resultam em suas propriedades químicas, físicas e biológicas, fazendo com que os organismos do solo não sejam apenas seus habitantes, mas também seus componentes (VITTI et al., 2003). O solo caracteriza-se como um reservatório faunístico composto por uma grande diversidade de organismos que garantem o seu biofuncionamento e a sustentação de todo o bioma (JACOBS et al., 2007).

A manutenção da fauna do solo é dependente do nível de matéria orgânica que representa a principal fonte de energia e abrigo para estes organismos, pela menor variação do conteúdo de água do solo, temperatura, proteção contra raios solares e chuva, além de ser uma adequada fonte de alimento (AGUIAR et al., 2006). Ações de impacto negativo (práticas de manejo errado, queimadas, desmatamento) levam à degradação do ambiente edáfico e, conseqüentemente, ao comprometimento de suas funções dentro dos sistemas biológicos (ROVEDDER et al., 2009).

Os organismos da fauna do solo podem ser agrupados, segundo Gassen (1999), de acordo com o tamanho do corpo, em: micro (<0,2 mm), meso (0,2 mm a 2 mm) e macrofauna (>2 mm). A macrofauna edáfica inclui formigas (Hymenoptera), cupins (Isoptera), besouros (Coleoptera) e outros (SILVA et al., 2007). A mesofauna compreende ácaros (Acarina), colêmbolos (Collembola), psocoptera, protura, diplura, alguns oligoquetos e crustáceos (MORSELLI, 2007).

Os organismos da macrofauna e mesofauna do solo auxiliam na decomposição e contribuem para melhoria das condições físicas do solo, promovendo a fragmentação inicial dos resíduos vegetais depositados, facilitando o ataque pelos microrganismos (protozoários, fungos e bactérias), que têm a função da decomposição dos resíduos, ciclagem dos nutrientes e formação da matéria orgânica (FORNAZIER et al., 2007; DANTAS et al., 2009).

Os organismos da mesofauna, por serem numerosos e bem distribuídos no solo, se movimentam nos poros do solo, nas fissuras e na interface entre a serapilheira e o solo, tendo papel de catalisadores da atividade microbiana na decomposição de matéria orgânica, distribuição de esporos, inibição de fungos e bactérias causadoras de doenças, sendo utilizados como bioindicadores ambientais e de fertilidade do solo, bem como

exercem uma importante função no processo de humificação da matéria orgânica (AZPIAZU et al., 2001).

A macrofauna difere dos outros grupos por ser facilmente visível, sem recurso ótico, o que torna esse grupo um bioindicador promissor (AQUINO, 2004). Os organismos referentes à macrofauna apresentam uma grande importância no funcionamento do ecossistema, devido esta ocupar diversos níveis tróficos dentro da cadeia alimentar, podendo afetar de forma considerável a produção primária. Afinal, as populações e atividade de microrganismos são responsáveis pelos processos de mineralização e humificação e, em consequência, exercem influência sobre o ciclo de matéria orgânica e a disponibilidade de nutrientes assimiláveis pelas plantas (DECAENS et al., 2003).

Por meio de suas ações mecânicas no solo, a macrofauna contribui na formação de agregados estáveis, que podem proteger parte da matéria orgânica de uma mineralização rápida e que constituem, também, uma reserva de nutrientes potencialmente disponíveis para as plantas (DECAENS et al., 2003). Esse processo de disponibilidade de nutrientes para as plantas acontece porque existem alguns integrantes da macrofauna como as formigas, minhocas, larvas de coleópteras, que são considerados como “engenheiros do ecossistema”, pois sua atividade destes no ambiente muitas vezes resulta na criação de galerias, ninhos, câmaras e bolotas fecais. Isso implica na modificação das propriedades físicas dos solos onde vivem e a disponibilidade de recursos para outros organismos. A maioria dos nutrientes no solo disponíveis para o crescimento das plantas depende de complexas interações entre raízes e a fauna do solo (BONKOWSKI et al., 2000).

As alterações na macrofauna e mesofauna podem ser avaliadas quanto aos aspectos quantitativo (abundância, densidade e riqueza) e qualitativo (diversidade) dos organismos edáficos e ambos têm sido usados como potenciais bioindicadores da qualidade do solo, fornecendo uma noção do seu estado atual e de mudanças induzidas por fatores bióticos e abióticos ao longo do tempo (MELO et al., 2015).

O índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) considera tanto a riqueza como a uniformidade das espécies de um determinado local, conferindo igual peso as espécies raras e abundantes (MAGURRAN, 1988). O padrão de diversidade mais marcante é o de poucos grupos com muitos indivíduos e muitos grupos com poucos indivíduos. Entretanto, é importante ressaltar que qualquer medida utilizada fornece uma visão parcial da presença dos organismos edáficos na comunidade (MOÇO et al., 2005).

Quando se avalia apenas o número de grupos presentes, encontra-se a riqueza deles. Já a uniformidade ( $e$ ), cuja fórmula é derivada do índice de Shannon ( $H$ ), é uma medida da equidade dos padrões de abundância, ou seja, quando uma comunidade apresenta valores menores, significa que esta é menos uniforme, onde a dominância de um ou mais grupos é mais acentuada (BEGON et al., 1996). O Índice de Uniformidade de Pielou é um índice de equitabilidade em que a uniformidade se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies (MOÇO et al., 2005).

#### **2.4. Dinâmica dos organismos edáficos em áreas de caatinga**

Apesar de haver um número considerável de trabalhos a respeito das funções da fauna do solo, bem como das repostas às interferências antrópicas, estes estão concentrados em determinadas regiões, particularmente nas de clima temperado e os trabalhos sobre a fauna do solo em regiões tropicais e Semiáridas, apesar de crescente, ainda está muito aquém do necessário e, no Brasil, o número de trabalhos é irrelevante frente à diversidade de ecossistemas (CORREIA, 2010).

A escassez de pesquisas nas áreas de Caatinga é em grande parte responsável pela ideia de que essa região é pobre em biodiversidade e não apresenta endemismo significativo; no entanto, estudos mostram que a região apresenta um número relativamente alto de espécies exclusivas, e novas espécies da fauna e flora de distribuição restrita têm sido registradas, o que implica dizer que havia na realidade uma carência de pesquisas amostrais e de estudos taxonômicos (CASTELLETTI et al., 2003).

Alencar (2014) avaliou a influência da variação sazonal na diversidade e abundância das famílias de coleópteros em dois fragmentos de mata Atlântica e Caatinga, no Estado da Paraíba. A análise dos índices faunísticos demonstrou uniformidade entre as áreas, para o índice de Shannon, entretanto, o índice de Simpson (Dominância) sugere que o fragmento de Caatinga concentra maior número de famílias dominantes, bem como, distribuição mais uniforme, quando comparada ao fragmento de Mata Atlântica, caracterizando-se como uma área de maior diversidade e equitabilidade. No entanto, é necessário informações sobre a flutuação populacional da coleopterofauna nestes ambientes.

Em pesquisa realizada em São João do Cariri - Paraíba, nos anos de 2011 e 2012, avaliando a distribuição temporal da macrofauna e mesofauna edáfica em áreas de

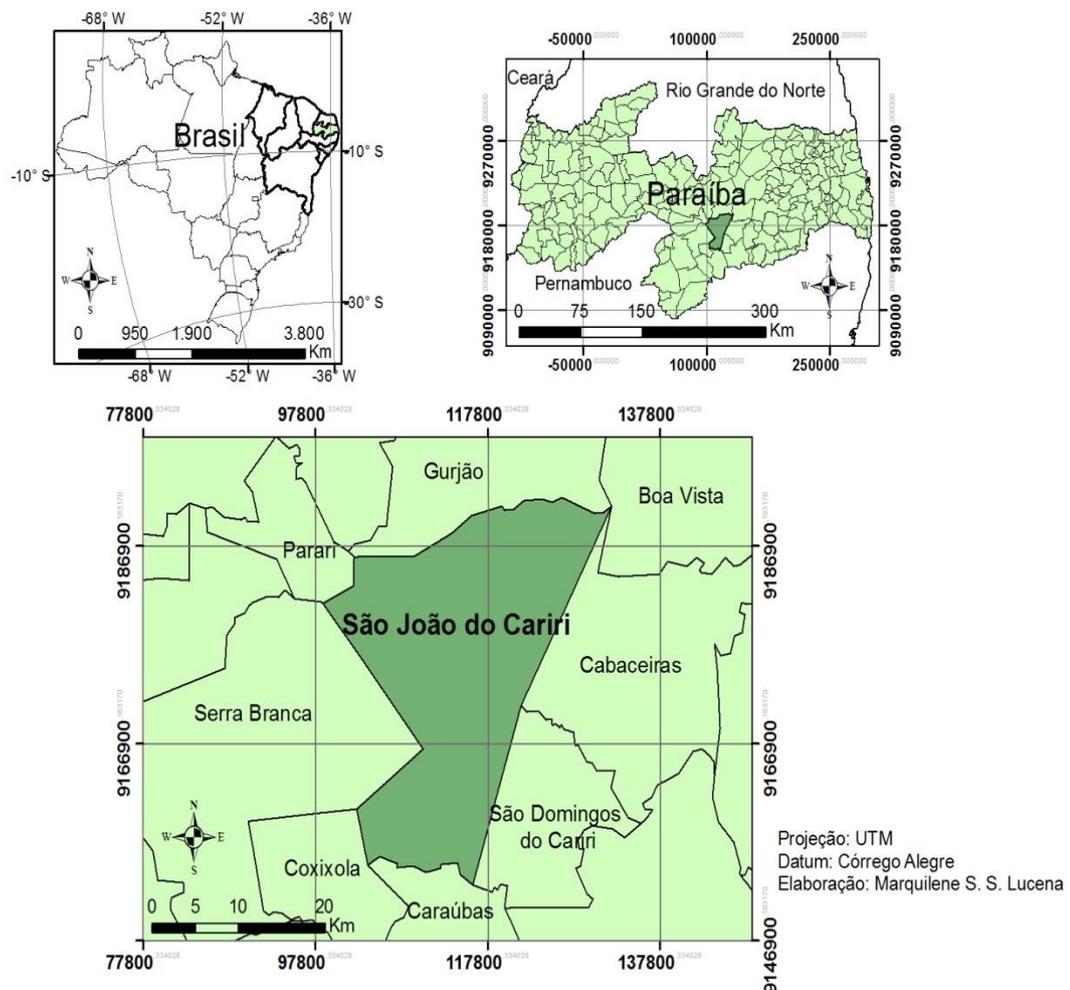
caatinga sob diferentes intensidades de pastejo caprino, Formiga (2014) observou que os grupos dominantes da macrofauna em 2011 foram Hymenoptera, Acarina, Coleoptera e Araneae e em 2012 Hymenoptera, Araneae, Acarina e Coleoptera e a maior abundância da macrofauna foi constatada na área com menor intensidade animal, com 5 animais. Já os grupos dominantes da mesofauna em 2011 foram: Acarina, Collembola, Protura e Pscoptera e em 2012 foram: Acarina e Collembola com a maior abundância foi constatada na área sem pastejo. Os organismos da macro e mesofauna foram influenciados pelas épocas seca e chuvosa, com redução na abundância dos grupos menos adaptado às condições de escassez hídrica na estação seca e, a densidade da fauna edáfica foi afetada pela quantidade da cobertura vegetal.

De acordo com Vasconcellos et al. (2010) os insetos são abundantes e essenciais para o funcionamento dos ecossistemas terrestres tropicais. No entanto, sua abundância e atividade podem ser fortemente influenciadas pelas variáveis climáticas. Os mesmos autores estudando a sazonalidade de insetos na Caatinga do Nordeste brasileiro, ao longo de 24 meses, por meio de armadilhas Malaise, “pitfall” e guarda-chuva entomológico registrou 58925 indivíduos de 20 ordens, sendo as mais abundantes Hymenoptera, Diptera, Collembola e Coleoptera. Dentre as 12 ordens mais abundantes, 10 apresentaram maiores picos durante a estação chuvosa. A precipitação pluvial e a umidade relativa do ar foram os principais preditores dos padrões de abundância e/ou atividade dos insetos na Caatinga, ou seja, efeitos das variáveis microclimáticas sobre os insetos sugerem que alterações no microclima da Caatinga, especialmente em seu padrão de precipitação, podem afetar as atividades ecossistêmicas que dependem direta e indiretamente da abundância e/ou atividade destes organismos.

### 3. Material e Métodos

#### 3.1. Caracterização geral da área de estudo

O trabalho faz parte de um estudo que está sendo realizado desde 2006, ao longo de 10 anos, e foi conduzido na Estação Experimental, da Universidade Federal da Paraíba, entre os anos de 2013 e 2014, localizada no município de São João do Cariri, Paraíba (Figura 1), entre as coordenadas  $7^{\circ} 23'36''$  e  $7^{\circ} 19'48''$  Sul e  $36^{\circ} 33' 32''$  e  $36^{\circ} 31'20''$  Oeste. A área tem relevo predominantemente suave ondulado, com altitude variando entre 480 e 510. O município está inserido na zona fisiográfica do Planalto da Borborema, fazendo parte da microrregião do Cariri Oriental.



**Figura 1.** Mapa do Brasil, com ênfase para o Estado da Paraíba e especificamente o município de São João do Cariri, Paraíba.

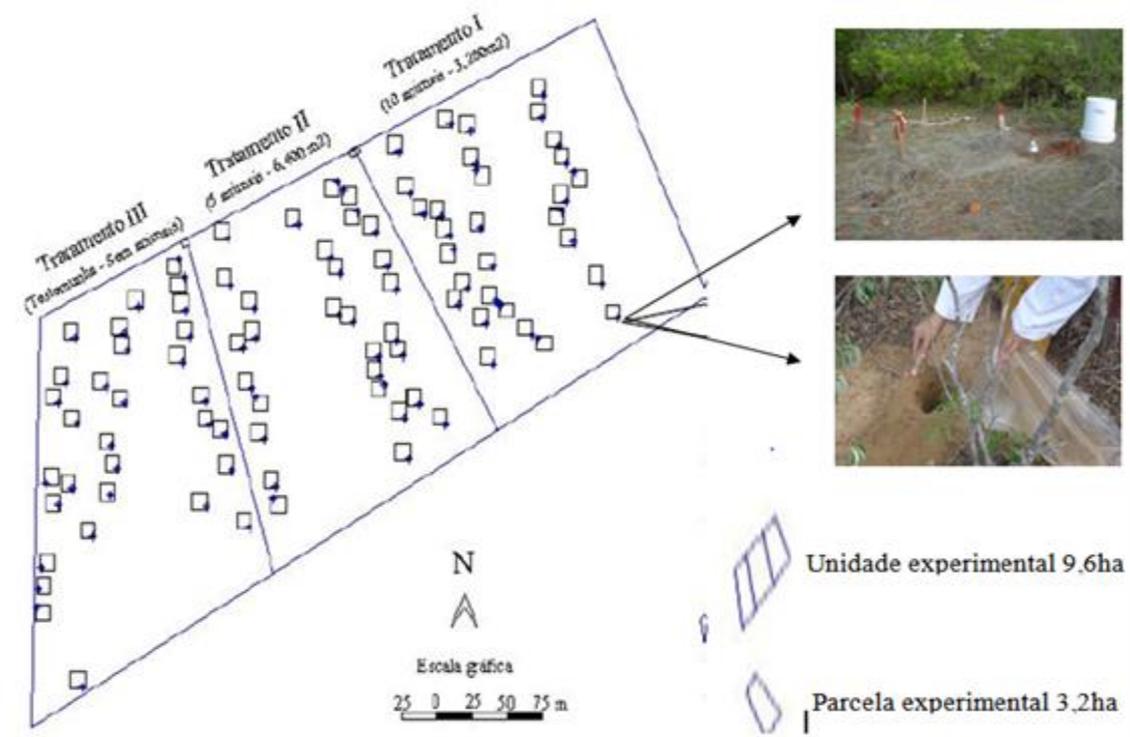
### 3.2. Caracterização do clima e solo

De acordo com a classificação de Köppen, predomina na região o clima BSh - Semiárido quente com chuvas de verão e o bioclima 2b variando de 9 a 11 meses secos, denominado subdesértico quente de tendência tropical. Apresenta temperatura média mensal máxima de 27,2 °C e mínima de 23,1 °C, precipitação pluvial média em torno de 400 mm/ano e umidade relativa de 60%.

Os solos presentes na região em estudo são, predominantemente, Neossolos, que são solos rasos com textura arenosa e com presença de cascalhos. Nas partes mais altas do relevo, em declividade mais elevada, existe locais onde pode-se observar afloramentos de rochas. De acordo com Sousa (2006) a fertilidade do solo na área experimental mantem-se na média da Bacia Escola com pH = 6,2 e 7,1, P = 0,75 a 1,2 mg Kg<sup>-1</sup>, Ca = 2,7 a 4,9 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, Mg = 2,6 a 5,2 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>, K = 62 a 104 mg kg<sup>-1</sup>, Na = 0 a 46 mg kg<sup>-1</sup> e Matéria Orgânica = 6,0 g kg<sup>-1</sup>.

### 3.3. Área experimental

A área experimental, inserida na Caatinga, compreende 9,6 ha (Figura 2) e possui uma mata secundária recomposta de queimadas de aproximadamente 10 anos, a qual dividida em três piquetes de 3,2 ha cada, delimitados por cerca de arame farpado com nove fios. Utilizou-se o método de pastejo com lotação contínua nas áreas com animais, durante todo o período experimental. Para avaliar o nível de interferência ocasionado pelo manejo de caprinos, foram utilizadas três áreas contíguas de caatinga correspondente aos três tratamentos: T1 (10 caprinos – 3.200 m<sup>2</sup>/caprino), T2 (5 caprinos – 6.400 m<sup>2</sup>/caprino) e T3 (Testemunha – Sem caprinos), que corresponde as áreas I, II e III. Em cada área foram estabelecidos três transectos paralelos, distando aproximadamente 20 m entre si e em cada transecto foram marcadas dez unidades amostrais equidistantes (10 m x 10 m), de modo que foram amostrados 30 pontos, em cada tratamento, totalizando 90 pontos em toda área experimental estando localizadas sob o mesmo tipo de solo.



**Figura 2.** Área experimental das amostragens.

Foram utilizados caprinos machos, adultos, sem padrão de raça definida (SPRD). As áreas já vêm sendo utilizadas para pesquisa desde 2006. Assim, os animais entravam na área com peso médio de 15 kg e a troca realizada sempre que ocorria algum acidente, alcançavam 18 meses de idade ou quando atingiam o peso médio de 30 kg, os quais se alimentavam da vegetação da Caatinga e de suplementação.

As áreas monitoradas foram implantadas em substituição à exploração por décadas de várias culturas, destacando-se o plantio de algodão, que não recebia adubos nem corretivos, sendo submetidas a queimadas ao longo do tempo e, quando da ocasião da substituição por outras culturas e pelo pasto, o solo também não recebia correção (FORMIGA, 2014).

### 3.4. Quantificação dos organismos edáficos

#### 3.4.1. Macrofauna

A macrofauna do solo foi estimada mediante utilização de armadilhas do tipo Provid (GIRACCA et. al., 2003; FORNAZIER et. al., 2007), constituída por garrafa de Polietileno Tereftalato (PET) com capacidade de 2 L, contendo quatro orifícios com

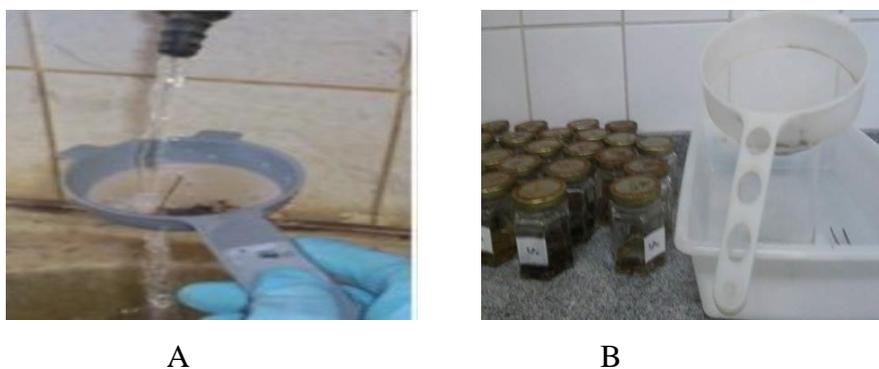
dimensões de 2 cm x 2 cm, na altura de 20 cm de sua base, contendo 200 mL de solução de detergente na concentração de 5% e 5 gotas de formaldeído P.A. (Figura 3A e 3B).



**Figura 3.** Armadilhas Provid (A) e (B).

As armadilhas foram enterradas com os orifícios ao nível da superfície do solo (Figura 3B) e foram mantidas no mesmo local em todas as coletas, permanecendo no campo por um período de quatro dias (DRESCHER et al., 2007).

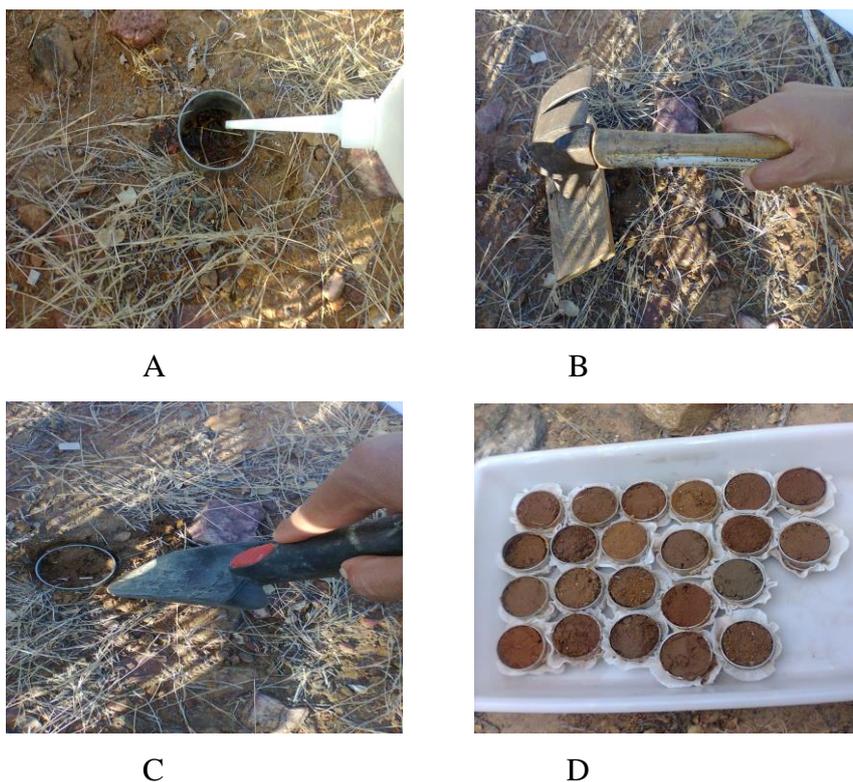
O material, após coletado, foi lavado em peneira de 0,25 mm (Figura 4A) e os organismos encontrados com comprimento ( $> 2$  mm) (SWIFT et al., 1979) foram extraídos e armazenados em pote de vidro contendo álcool etílico a 70%. Depois de armazenados, os organismos foram levados ao Laboratório de Zoologia da Universidade Federal da Paraíba e com o auxílio de lupa e pinças (Figura 4B), foi feita a contagem e identificação dos organismos na ordem dos grandes grupos taxonômicos (COSTA et al., 2006). As coletas foram realizadas mensalmente de Outubro de 2013 a Setembro de 2014. Cabendo mencionar que no mês de Abril a coleta foi perdida.



**Figura 4.** Lavagem dos organismos capturados nas armadilhas (A) e organismos armazenados em recipientes de vidro (B).

### 3.4.2. Mesofauna

A mesofauna do solo foi estimada coletando-se amostras de solo + serrapilheira com o emprego de anéis metálicos com diâmetro = 4,8 cm e altura = 3,0 cm (Figura 5A). Os anéis foram introduzidos no solo com sucessivos golpes de martelo, até que estes fossem totalmente preenchidos com solo (Figura 5B). Para retirar o anel do solo, utilizou-se espátula, introduzida lateralmente (Figura 5C). Após a retirada do excesso de solo, o anel foi envolvido em dois tipos de tecidos distintos, sendo um de com poros e outro de TNT (Tecido Não Texturizado) de coloração branca e foram cuidadosamente acondicionados em bandejas plásticas (Figura 5D), cobertas com sacos para minimizar as perdas de conteúdo de água do solo e de material. Durante o período seco, antes da retirada das amostras com o anel, a área foi umedecida, de modo a evitar que a amostra se desprendesse do anel, prejudicando a extração dos organismos.



**Figura 5.** Umedecimento do solo no período seco (A), introdução dos anéis no solo (B), retirada dos anéis com espátula (C) e acondicionamento em bandejas até o laboratório (D).

As amostras foram instaladas na bateria de extratores Berlese-Tullgren modificada para a extração dos organismos constituintes da mesofauna do solo. O equipamento Berlese-Tullgren contém em cada estrutura, 30 lâmpadas de 25 W, dividida em dois compartimentos (Figura 6). No compartimento superior foram instalados os anéis com as amostras de solo e as lâmpadas, e no compartimento inferior foram instalados os funis e os frascos de vidro com solução de álcool etílico para o recolhimento dos organismos. As amostras foram mantidas no extrator por 96 horas expostas à luz e calor, com a temperatura na parte superior do anel atingindo 42 °C. O método consiste na migração descendente dos organismos da amostra do solo, devido à elevação da temperatura provocada pelas lâmpadas, na superfície do solo caem em um funil e depois em um recipiente de vidro com 30 mL de solução de álcool etílico a 70%.



**Figura 6.** Bateria de extratores Berlese-Tullgren modificada.

A bateria de extratores foi vedada com telas de náilon, para evitar que as luzes dos extratores atraíssem outros insetos noturnos, o que poderia mascarar as informações.

Depois de retirados da bateria de Berlese-Tullgren, os organismos foram levados para o Laboratório de Zoologia da Universidade Federal da Paraíba, onde o conteúdo de cada frasco foi transferido para placas de Petri e foi feita a contagem e identificação da mesofauna do solo com comprimento entre 0,2 - 2 mm (SWIFT et al., 1979), ao nível de ordem dos organismos presentes em cada amostra, com o auxílio de lupa binocular.

### 3.5. Coleta das amostras de solo para a determinação de conteúdo de água do solo.

As coletas de material de solo foram feitas na camada superficial de 0-10 cm de profundidade, e acondicionadas em sacos plásticos. Em seguida, foram enviadas para análises no Laboratório de Solos da UFPB, para determinação do conteúdo de água do solo (%).

No laboratório as amostras de solo foram colocadas em latas de alumínio com peso conhecido e identificadas tendo sido pesadas (Figura 7A) e levadas à estufa retilínea (Figura 7B), a uma temperatura de 105 °C até atingir peso constante, durante um período de 24 horas (TEDESCO et al., 1995). Em seguida, foram transferidas para um dessecador até atingirem a temperatura ambiente e, novamente, foi pesada e determinada a percentagem de água existente.



A

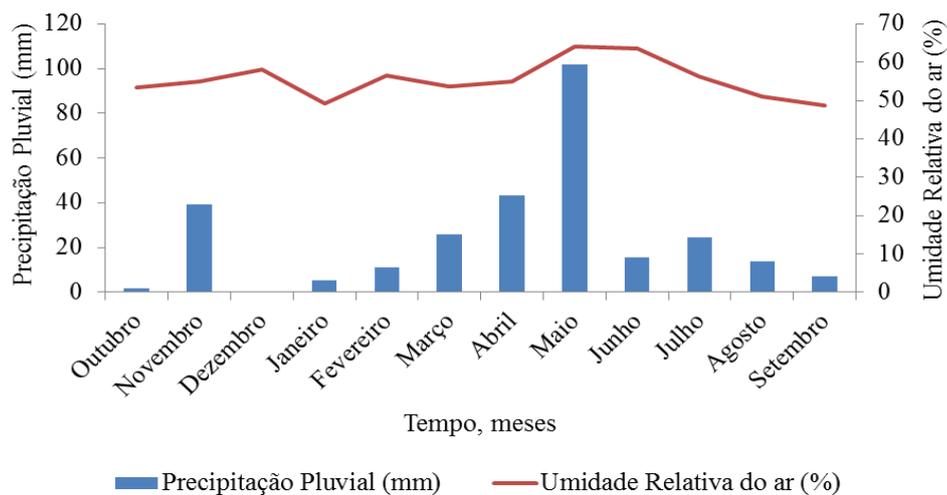


B

**Figura 8.** Pesagem da amostra (A) e secagem em estufa retilínea (B).

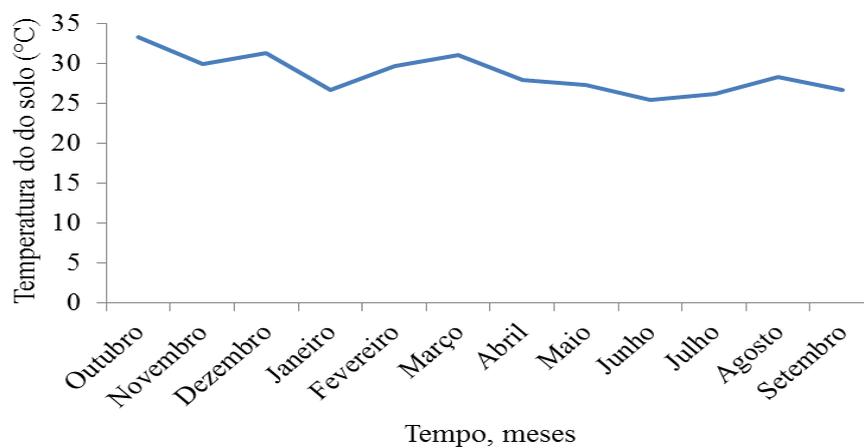
### 3.6. Monitoramento dos elementos microclimáticos

Os dados de precipitação pluvial e umidade do ar, médios mensais e diários das variáveis climáticas no período de outubro de 2013 a setembro de 2014 foi obtida a partir do banco de dados da Estação meteorológica convencional localizada na Estação Experimental de São João do Cariri –Pb (Figura 9).



**Figura 9.** Precipitação pluvial (mm) e Umidade Relativa do ar (%) no período de outubro de 2013 a setembro de 2014, na Estação Experimental de São João do Cariri-Paraíba.

Com o auxílio de um termômetro foi realizado o monitoramento da temperatura do solo (Figura 10) a 10 cm de profundidade, em virtude da maior concentração e atividade dos organismos edáficos ocorrerem nesta profundidade.



**Figura 10.** Temperatura do solo (°C) na profundidade de 0-10 cm, durante o ano de 2013 e 2014 na Estação Experimental de São João do Cariri-Paraíba.

### 3.7. Análise dos Dados

#### 3.7.1. Índices de Shannon (H) e Pielou (e)

Na avaliação quantitativa da macrofauna e mesofauna, foi mensurada a abundância (número total de organismos) e qualitativamente, mediante a diversidade.

As análises da diversidade foram realizadas tomando-se o nível taxonômico de ordens obtidas em cada área de coleta (HUNTCHESON, 1990; MARINONI e DUTRA, 1997). Foram utilizados os índices de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ), e da Equitabilidade de Pielou ( $e$ ).

**Índice de Shannon ( $H'$ )** - Este índice considera igual peso entre as espécies raras e abundantes. Quanto maior for o valor de  $H'$ , maior será a diversidade dos organismos (MAGURRAN, 1988). Esse índice assume valores que pode variar de 0 a 5, sendo que o declínio de seus valores é o resultado de uma maior dominância de grupos em detrimento de outros.

**Índice de Equitabilidade de Pielou ( $e$ )** - É derivado do índice de diversidade de Shannon e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes. Seu valor varia de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima).

A análise dos dados foi realizada utilizando o Software Past (HAMMER et al., 2001), com o log na base 2.

### 3.7.2. Frequência

Foi avaliada a frequência absoluta e relativa dos organismos edáficos com o auxílio do programa Excel, de acordo com as equações:

**Frequência Absoluta (FA)** = é a relação entre o número de parcelas em que determinada espécie ocorre e o número total de parcelas amostradas.

$$FA_i = (NU_i / NUT) \times 100$$

Em que:

$FA_i$  = Frequência absoluta;

$NU_i$  = Número de unidades amostrais com presença da espécie;

$NUT$  = Número total de unidades amostrais.

**Frequência Relativa (FR)** = é a relação entre a frequência absoluta de determinada espécie com a soma das frequências absolutas de todas as espécies.

$$FR_i = (FA_i / \sum FA_i) \times 100$$

Em que:

F<sub>Ri</sub> = Frequência relativa;

Σ F<sub>Ai</sub> = Soma de todas as frequências absolutas.

### 3.7.3. Conteúdo de água do solo

Foi determinado através do programa Excel, de acordo com a equação:

$$\text{CAS \%} = \frac{\text{Pu} - \text{Ps}}{\text{Ps}} \times 100\%$$

Em que:

CAS = Conteúdo de água do solo;

Pu = Peso do solo úmido;

Ps = Peso do solo seco.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Macrofauna

#### 4.1.1. Abundância da Macrofauna

Nos 90 pontos amostrais foi coletado um total de 16528 indivíduos, distribuídos em 19 ordens (Tabela 1). Neste trabalho os indivíduos coletados da ordem Neuroptera, Díptera e Lepidóptera foram todos larvas e dentre os Coleopteras, 35 organismos encontram-se no estágio de desenvolvimento de larva. De acordo com Albuquerque (2013) é importante a distinção entre adultos e larvas, devido às diferenças funcionais observadas nos estádios de vida destes organismos.

Avaliando a macrofauna edáfica em áreas de caatinga no Semiárido Nordestino sob pastejo caprino em dois anos, Formiga (2014) encontrou no ano de 2011, 16.807 indivíduos, distribuídos em 28 ordens e no ano de 2012 foram encontrados 15.604 indivíduos e 29 ordens. Algumas ordens que foram contabilizadas na pesquisa citada, não foram consideradas como organismos do solo que compõem a macrofauna na presente pesquisa, justificando o menor número de ordens neste trabalho.

A abundância dos indivíduos da macrofauna edáfica apresentou variações ao longo das coletas realizadas durante os anos de 2013 e 2014. As coletas do mês de Janeiro de 2014 apresentou maior abundância de indivíduos (2822 indivíduos) e o mês que apresentaram menor número de indivíduos foi dezembro de 2013 (380 indivíduos). Essa diferença na abundância de indivíduos está relacionada a disponibilidade de recurso alimentar e condições climáticas favoráveis ao aumento ou não da abundância dos organismos edáficos. É importante ressaltar que o grupo dominante, no caso o Hymenoptera pode ter influenciado nestes resultados, pois sua abundância foi bem expressiva dentre o total de indivíduos nessa pesquisa.

As ordens com maior número de indivíduos coletados foram: Hymenoptera (91,25%), Coleoptera (2,37%), Araneae (1,84%), Scutigeromorpha (1,36%), respectivamente com 15081, 392, 304 e 225 indivíduos. Estes organismos caracterizam-se como bioindicadores por serem sensíveis a perturbação no ambiente.

**Tabela 1.** Abundância mensal da macrofauna edáfica nas áreas de caatinga em São João do Cariri – Paraíba.

Grupos Taxonômicos	2013			2014									Total	%
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set		
Acarina	16	7	9	19	1	8	-	0	2	7	0	0	69	0,42
Araneae	38	54	12	40	12	43	-	12	31	33	17	12	304	1,84
Blattaria	1	0	0	1	1	1	-	0	1	1	0	0	6	0,04
Coleoptera	28	63	18	16	23	71	-	55	40	26	28	24	392	2,37
Diptera (Larva)	0	2	0	0	0	0	-	0	0	1	0	0	3	0,02
Embiidina	7	5	0	0	0	2	-	2	6	0	0	0	22	0,13
Hemiptera	0	0	2	2	1	4	-	15	29	11	2	0	66	0,40
Hymenoptera	742	425	316	2691	2288	1802	-	1063	1189	1235	1485	1845	15081	91,25
Isoptera	0	0	0	0	5	0	-	13	0	0	0	0	18	0,11
Juliformia	1	1	0	0	0	0	-	8	11	1	0	0	22	0,13
Lepidoptera (Larva)	0	0	0	8	6	13	-	0	6	8	0	0	41	0,25
Neuroptera (Larva)	1	0	0	0	0	0	-	1	0	0	0	0	2	0,01
Orthoptera	10	7	8	20	6	8	-	21	14	4	1	9	108	0,65
Polydismoidea	0	0	0	0	0	0	-	15	10	2	0	0	27	0,16
Pseudoscorpiones	9	1	0	1	0	1	-	0	4	3	0	0	19	0,11
Scorpiones	4	2	1	2	1	8	-	3	4	3	5	0	33	0,20
Thysanoptera	0	0	0	0	0	4	-	0	3	0	0	0	7	0,04
Scutigermorpha	22	4	10	22	17	17	-	37	25	16	25	30	225	1,36
Zingentoma	19	5	4	0	1	0	-	14	29	6	0	5	83	0,50
Total geral	898	576	380	2822	2362	1982	-	1259	1404	1357	1563	1925	16528	100

As formigas vivem em colônias ou formigueiros, são organismos sociais, e desenvolvem um trabalho em conjunto, conseguindo aproveitar muitos recursos alimentares que outros grupos talvez não consigam isso praticamente explica o porquê deste grupo ser tão numeroso e adaptado às condições mais rígidas de clima e solo que o ambiente proporciona. Esta ordem apresenta funções importantes para o equilíbrio do ambiente, sendo útil na avaliação do estado de conservação de um ambiente, uma vez que são considerados indicadores ecológicos, agem na ciclagem de nutrientes, no controle da população de outros invertebrados, devido estarem entre os maiores predadores de outros artrópodes, atuam como dispersores de sementes (SILVA, 2006; MARQUES et al., 2014), além de exercerem importante papel na aeração do solo.

Os Coleopteros apresentam benefícios, na sua atuação de polinizadores, de predadores que auxiliam no controle de muitas pragas e agem na fragmentação da matéria orgânica (PETRONI, 2008). Além de desempenharem importância no ciclo de nutrientes e fluxo de energia nos ecossistemas, indivíduos da ordem Araneae são considerados espécies guarda-chuva, pois apresentam exigências maiores comparado a outros organismos que vivem no mesmo habitat, onde podem avaliar as alterações ambientais entre diversos meios (ROMÃO, 2008). A ordem Scutigleromorpha pertencente à classe dos Chilopodas são organismos que podem ser usados como indicadores de qualidade do solo (ARAUJO, 2010). A maior diversidade deste grupo normalmente ocorre em áreas menos impactadas (BARETTA, 2007). Estudos que estabeleçam os táxons mais precisos dos Chilopodas são inovadores e essenciais, podendo contribuir com a ecologia, população e espécies, nos diferentes biomas do Brasil. (CIPOLA e ZEQUI, 2010).

A menor abundância ocorreu para as ordens, Díptera, Neuroptera (as duas em seus estádios larvais), Blattaria e Thysanoptera, respectivamente com 3, 2, 6 e 7 indivíduos. Embora considerados os grupos mais raros coletados neste trabalho, apresentam funções importantes para o equilíbrio do ambiente. A ordem Blattaria são reconhecidamente generalista nos seus hábitos alimentares (TRIPLEHORN e JOHNSON, 2005; VICENTE et al., 2010), devido aos vários substratos, nichos e recursos que o ambiente oferece (VICENTE et al., 2010), ao contrário das áreas avaliadas neste trabalho, justificando sua baixa abundância. Alguns invertebrados do solo como Larvas de Diptera e Isoptera (cupins) respondem pronta e permanentemente ao estresse do solo (PAOLETTI et al., 1991; WINK et al., 2005).

Nesta pesquisa a ordem Isoptera foi coletada com baixa ocorrência possivelmente devido o tipo de armadilha usada, que não é favorável para captura deste grupo, uma vez que estes indivíduos apresentam comportamento de viverem em colônias. Os ninhos dos cupins permitem estes se isolarem do meio externo, a comunicação com o exterior nunca é direta, com exceção das épocas de revoada quando ocorre à saída dos alados (SILVA, 2008). Sabendo que o alimento básico dos cupins é a celulose, cuja fonte utilizada varia de acordo com a espécie (VASCONCELLOS, 1999; SILVA, 2008), estes exploram locais específicos, andando em trilhas seja em cima das árvores ou no chão e por isso eles são poucos capturados nas armadilhas.

As ordens Juliformia e Polydsmoidea foram coletadas praticamente apenas nos meses de maio, junho e julho, provavelmente esses meses propiciaram a disponibilidade de recursos que estes grupos exigem para a sua sobrevivência. Esses indivíduos da classe Diplopoda são dependentes de conteúdo de água do solo. De acordo com Baretta et al. (2011) no período seco, vivem em estado de dormência. O mês de maio foi o que apresentou o maior pulso de precipitação (Tabela 3) propiciando condições favoreces de umidade até meses de junho e julho. Costa Neto, (2007) mencionam que os diplópodes desempenham papel importante na decomposição da matéria orgânica e na formação do solo.

#### **4.1.2. Frequência Absoluta e Relativa da Macrofauna**

A abundância da macrofauna esteve distribuída nos diferentes tratamentos. A área I com maior taxa de lotação (10 caprinos) apresentou um total de 5056 indivíduos, a área II (5 caprinos) foram registrados 5479 indivíduos e a área III (Testemunha – Sem caprinos), 5993 indivíduos distribuídos em todas as ordens (Tabela 2). O aumento do número de indivíduos de espécies da fauna ocorre pela disponibilidade de melhores condições ambientais, que favorecem a reprodução dos invertebrados (SEEBER et al., 2005; DIAS et al., 2006), embora muitas vezes a densidade elevada pode representar a explosão populacional de um ou poucos grupos oportunistas que são bem sucedidos em ambientes simplificados (CORREIA, 2002).

**Tabela 2.** Frequência absoluta e relativa das ordens da macrofauna edáfica amostradas em áreas de caatinga sob o pastejo caprino.

Grupos Taxonômicos	Número de indivíduos por área											
	Área I				Área II				Área III			
	NI	NP	FA	FR	NI	NP	FA	FR	NI	NP	FA	FR
Acarina	15	10	3,03	1,79	30	15	4,54	2,65	24	16	4,84	2,39
Araneae	89	55	16,60	9,84	99	66	20,00	11,68	116	55	16,67	8,24
Blattaria	2	2	0,60	0,36	2	2	0,60	0,35	2	2	0,60	0,30
Coleoptera	137	64	19,39	11,45	134	57	17,27	10,09	121	69	20,91	10,34
Diptera (Larva)	0	0	0	0,00	2	1	0,30	0,18	1	1	0,30	0,18
Embiidina	8	8	2,42	1,43	6	6	1,81	1,06	8	7	2,12	1,04
Hemiptera	14	6	1,81	1,07	15	8	2,42	1,41	37	27	8,18	4,04
Hymenoptera	4610	281	85,15	50,27	5007	279	84,55	49,38	5464	311	94,24	46,63
Isoptera	0	0	0	0,00	18	3	0,90	0,53	0	0	0	0
Juliformia	12	12	3,63	2,15	6	6	1,81	1,06	4	3	0,90	0,45
Lepidoptera (Larva)	18	10	3,03	1,76	12	9	2,72	1,57	11	6	1,81	0,89
Neuroptera (Larva)	1	1	0,30	0,18	1	1	0,30	0,18	0	0	0	0
Orthoptera	31	23	6,97	4,11	34	26	7,87	4,60	43	31	9,39	4,64
Polydsmoidea	8	8	2,42	1,43	6	6	1,81	1,06	13	12	3,63	1,79
Pseudoscorpiones	6	5	1,51	0,89	1	1	0,30	0,17	12	10	3,03	1,49
Scorpiones	17	9	2,72	1,61	10	8	2,42	1,41	6	6	1,81	0,90
Scutigermorpha	58	47	14,24	8,41	81	58	17,58	10,27	86	69	20,91	10,34
Thysanoptera	2	2	0,60	0,36	2	1	0,30	0,18	3	3	0,90	0,45
Zingentoma	28	16	4,84	2,86	13	12	3,63	2,12	42	39	11,82	5,84
Total	5056	330	169	100	5479	330	171	100	5993	330	202	100

NI = Número de indivíduos, NP = Número de parcelas de ocorrências, FA = Frequência absoluta e FR = Frequência Relativa. **Área I** (10 caprinos), **Área II** (5 caprinos) e **Área III** (Sem caprinos).

Os indivíduos mais abundantes no tratamento I em ordem decrescente foram: Hymenoptera (4610 indivíduos.), Coleoptera (137 ind.), Araneae (89 ind.) e Scutigermorpha (58 ind.). No tratamento II, Hymenoptera (5007 ind.), Coleoptera (134 ind.), Araneae (99 ind.) e Scutigermorpha (81 ind.). No tratamento III, Hymenoptera (5464 ind.), Coleoptera (121 ind.), Araneae (116 ind.) e Scutigermorpha (86 ind.). A ocorrência das mesmas ordens de maior abundância nas três áreas pode estar relacionada à proximidade entre estas e a capacidade de locomoção das presas e predadores.

Em trabalho realizado nas mesmas áreas, Araújo (2010) verificou os seguintes resultados: no tratamento I em ordem decrescente foram: Hymenoptera (5.126 ind.), Díptera (1.072 ind.), Coleoptera (562 ind.) e Acarina (372 ind.). No tratamento II: Hymenoptera (5.861 ind.), Díptera (1.043 ind.), Acarina (630 ind.) e Coleoptera (383 ind.). No tratamento III os grupos que se destacaram foram: Hymenoptera (3.724 ind.), Díptera (754 ind.), Acarina (725 ind.) e Coleoptera (541 ind.). A ausência da ordem Scutigermorpha no trabalho citado implica dizer que a condição atual oferecida pelo ambiente dá suporte a ocorrência de grupos mais exigentes, especificamente a área III. Almeida et al. (2007) afirma que a abundância deste grupo depende da qualidade e quantidade de cobertura do solo.

Avaliando a macrofauna edáfica sob diferentes ambientes em latossolo da região do Agreste, Araújo et al. (2010), também observaram em todas áreas de estudo uma forte dominância de Hymenoptera e explicam que isto se deve a proximidade das áreas, principalmente para este grupo, que possuem elevada mobilidade, transitando de uma área para outra.

Embora tenha sido avaliado os organismos do solo apenas em nível de ordem neste trabalho, praticamente todos os indivíduos coletados que estão inclusos no grupo Hymenoptera foram formigas. A estrutura das comunidades das formigas é fundamental em estudo de impacto ambiental, seja em áreas degradadas, em estágio de regeneração ou em áreas florestais com diferentes usos do solo, pois estas mantêm e restauram a qualidade do solo, estando presente nos mais diferentes habitats (WINK et al., 2005). Pela estreita relação com a vegetação, as formigas são sensíveis às alterações ambientais exercendo papel ecológico importante nos ecossistemas (SOUZA et al., 2001; WINK et al., 2005). Existem alguns gêneros de formigas que possuem espécies oportunistas e pioneiras e ocorrem em áreas de pouca vegetação e que apresentam algum tipo de perturbação, existem ainda outras subfamílias generalistas que costumam habitar

lugares não perturbados com clima e ambientes mais amenos e por possuírem alta riqueza de espécies, algumas espécies são comuns em ambientes de campo, que já foram antropizados e se adaptam bem aos solos desnudos e outras possuem maior frequência na vegetação nativa, sendo a espécie considerada indicadora de locais mais estruturados.

Foi observado que nas áreas I e II houve um maior número de indivíduos da ordem Coleoptera em relação à área III. Formiga (2014), também encontrou um maior número de Coleópteros nas áreas com presença dos caprinos. Isso pode estar relacionado com a maior presença de fezes dos caprinos neste ambiente, pois Coleopteros adultos de hábitos coprófagos podem ser atraídos em busca de alimento (VICENTE et al., 2010). Alguns coleopteros são extremamente especializados no nicho ecológico em que se encontram, possuindo características almejavéis como bioindicadores e que alguns besouros do solo, como exemplo os da superfamília Scarbaeioidea, são importantes para o procedimento de ciclagem de nutrientes processando a matéria orgânica em putrefação (PETRONI, 2008). Os besouros ou escarabeídeos são importantes em estudos de fragmentos vegetais, pois se alimentam de fezes e carcaças oriundas dos vertebrados, que também são muito afetados neste processo (THOMANZINI e THOMANZINI, 2000; WINK et. al., 2005).

Os grupos Araneae e Scutigermorpha aumentaram o número de indivíduos de acordo com as áreas que apresentam menos ou sem caprinos. Assim registrou-se para o grupo Araneae nas áreas I, II e III respectivamente  $89 < 99 < 116$  e Scutigermorpha correspondeu a  $58 < 81 < 86$  nas áreas I, II e III respectivamente. Essas duas ordens são representantes dos grupos de predadores (Arachnida e Chilopoda). Possivelmente as áreas II e III que tem menos caprinos gerou uma maior disponibilidade de recurso alimentar (presas); como ressalta Nunes et al. (2008) ao afirmar que a estrutura de microhabitat gerado possibilita a colonização de várias espécies da fauna do solo com diferentes estratégias de sobrevivência.

A Frequência absoluta (FA) e Frequência relativa (FR) foram maiores na área I para a ordem Hymenoptera (FA = 85,15% e FR = 50,27%) seguido do grupo Coleoptera (FA = 19,39 e FR = 11,45), Araneae (FA = 16,60% e FR = 11,45%), seguidos de Scutigermorpha (FA = 14,24% e FR = 8,41%). Na área II continuou com a ordem Hymenoptera se apresentando com valores mais expressivos (FA = 84,55% e FR = 49,38%), seguido da ordem Araneae (FA = 20,00% e FR = 11,68%), Scutigermorpha (FA= 17,58% e FR = 10,27%) e Coleoptera (FA = 17,27% e FR = 10,09%). A ordem

Hymenoptera também predominou na área III (FA = 94,24% e FR = 46,63%), seguida das ordens Scutigera e Coleoptera (FA = 20,91% e FR = 10,34%), e Araneae (FA = 16,67% e FR = 8,24%).

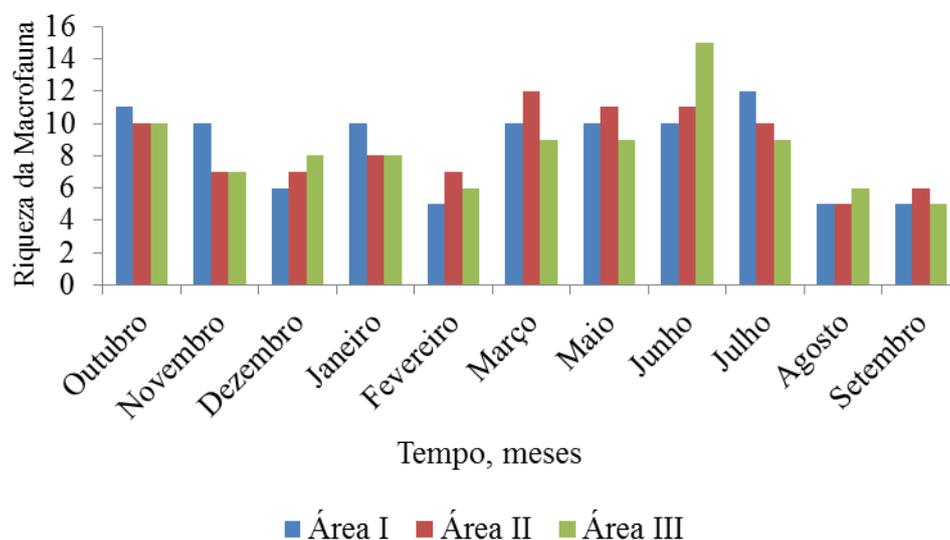
Alguns grupos se apresentaram menos frequentes ou nem apresentaram frequência nas áreas, como: larva de Diptera e Isoptera (FA= 0% e FR = 0%) Larva de Neuroptera (FA= 0,3% FR= 0,18%), Blattaria e Thysanoptera ambas (FA = 0,6% FR= 0,36%), na área I. Na área II, Larva de Neuroptera, Larva de Díptera, Thysanoptera (FA= 0,3% FR= 0,17%) e Blattaria (FA= 0,61% FR=0,35%). Na área III destacaram-se as ordens Neuroptera (estágio de desenvolvimento larval) e Isoptera (FA= 0% e FR = 0%), Diptera, neste caso larva (FA = 0,3% e FR = 0,15%) e Blattaria (FA= 0,61% e FR = 0,3%). Esses grupos que apareceram em menor número estão restritos a ambientes mais favoráveis, independente disso esses organismos são importantes para o processo de decomposição da matéria orgânica. Assim, as maiores frequências justificam a melhor distribuição das ordens dentro das áreas estudadas e isso se deve as características que estas ordens apresentam para habitar esse tipo de ecossistema (SOUTO, 2006).

#### **4.1.3. Riqueza das Ordens da Macrofauna**

A área I e III apresentaram resultados iguais, ambas com 17 ordens distribuídas ao longo do ano e a área II apresentou 19 ordens (Tabela 2). Observou-se que a área com o maior número de caprinos e a área que não tem caprinos apresentam menor riqueza quando comparada com a área que tem um número intermediário de caprino. Assim a área II proporcionou melhor ambiente para a sobrevivência dos organismos edáficos.

O maior pico de riqueza foi encontrado na área III, na coleta referente ao mês de Junho de 2014 (Figura 9) e o menor pico na área I e II no mês de agosto de 2014. Esses resultados podem estar relacionados com o período do ano (seco ou chuvoso) que foram realizadas as coletas, como afirmam Nunes et al. (2008) e Souto et al. (2006), que as épocas de coleta influenciam na variação da riqueza das ordens. Resultados semelhantes foram encontrados por Vasconcellos et al. (2010) estudando a sazonalidade de insetos na Caatinga do Nordeste Brasileiro, ao longo de 24 meses encontraram 20 ordens destes indivíduos. Araujo (2010) observou 26 ordens, nas mesmas áreas de caatinga que o presente trabalho foi realizado. A riqueza encontrada foi superior à verificada por

Rodrigues et al., (2007), que constatarem dez grupos taxonômicos em estudo realizado em área de Caatinga, no Semiárido da Paraíba.



**Figura 9.** Riqueza das ordens da macrofauna avaliadas em três áreas de Caatinga sob o pastejo caprino. Área I (10 caprinos), Área II (5 caprinos) e Área III (Sem caprinos).

#### 4.1.4. Diversidade da Macrofauna

Os resultados para os índices de diversidade e uniformidade foram maiores para a área II ( $H' = 0,68$ ;  $e = 0,22$ ). As áreas I e III apresentaram os mesmos valores ( $H' = 0,49$ ;  $e = 0,17$ ). Avaliando a diversidade da macrofauna edáfica em diferentes sistemas de manejo de uso do solo em Cruz das Almas - Bahia, Pereira et al. (2012) verificaram que houve menor diversidade na estrutura da comunidade de artrópodes em áreas com maior ação antrópica evidenciando a influência dos sistemas de uso do solo sobre a população da macrofauna edáfica, diminuindo sua densidade e diversidade em relação à área de mata nativa.

Neste trabalho os organismos da macrofauna edáfica foram mais diversos e estiveram mais bem distribuídos na área II, demonstrando que esta área foi a que proporcionou melhores condições para a sobrevivência e diversificação dos grupos faunísticos avaliados, justificando que a presença dos caprinos não influenciou negativamente sobre esses indivíduos. A área III que não possui caprinos pastejando apresentou menor diversidade edáfica em relação a área que têm caprinos (área II). A

diversidade de indivíduos da macrofauna foi influenciada pela presença dos caprinos nas áreas ocupadas. Para Silva et al. (2008) a presença de caprinos melhora a qualidade da matéria orgânica disponível à fauna do solo em decorrência da adição de seus dejetos.

Os índices de diversidade e uniformidade das áreas em estudo não apresentaram valores elevados. Tendo em vista que se trata de áreas que foram muito exploradas por décadas com várias culturas, destacando-se a plantio de algodão, que não recebia adubos nem corretivos, sendo submetidas a queimadas ao longo do tempo e, quando da ocasião da substituição por outras culturas e pelo pasto, o solo também não recebia correção (FORMIGA, 2014). Araujo Filho (2006) destaca com base na sucessão secundária da vegetação da caatinga, o tempo de pousio em áreas submetidas a queimadas é de pelo menos 40 anos.

Para Nunes et al. (2008) a recuperação da fauna edáfica em áreas degradadas se dá quando o ambiente permanece em repouso e se aproxima do clímax em função de uma maior disponibilidade de nichos ecológicos e consequente restauração das cadeias alimentares. Em geral áreas conservadas, estáveis ou com alto grau de recuperação, apresentam valores altos de diversidade (Shannon) e uniformidade (Pielou) de invertebrados edáficos devido à melhor estabilidade do sistema (NUNES et al., 2008; HOFFAMANN et al., 2009; PINHEIRO et al., 2014).

#### **4.1.5. Sazonalidade da Macrofauna**

Os índices de diversidade e uniformidade apresentam variação de seus valores ao longo dos meses avaliados. A área II apresentou valores mais expressivos de diversidade e uniformidade (Tabela 3), nos meses de novembro ( $H = 1,109$ ;  $e = 0,57$ ) e maio ( $H = 1,125$ ;  $e = 0,469$ ), nos meses que apresentaram os maiores valores de precipitação pluvial e conteúdo de água do solo. No período de disponibilidade de água os invertebrados iniciam a reprodução e com a oferta de alimento aparecem os predadores, favorecendo a existência de várias ordens (PINHEIRO et al., 2014). De acordo com Reis e Souza (1986) a umidade do ar, conteúdo de água do solo e precipitação, influencia direta ou indiretamente a população dos insetos pelo fato deles terem em seus corpos 70 a 90% de água. Para Dantas et al. (2009) o efeito da precipitação na população edáfica é direta, afetando mecanicamente a população, causando variação de umidade do solo ou ainda afetando a quantidade de alimento disponível.

**Tabela 3.** Diversidade, Uniformidade e Abundância da macrofauna edáfica, e dados mensais de precipitação pluvial e conteúdo de água do solo em áreas de caatinga sob o pastejo caprino.

Mês	Índice de Shannon			Índice de Equabilidade			Abundância				PP* (mm)	Conteúdo de água do solo (%)		
	Área I	Área II	Área III	Área I	Área II	Área III	Área I	Área II	Área III	Total		Área I	Área II	Área III
Outubro	0,946	0,581	0,921	0,394	0,252	0,400	200	363	335	898	1,6	1,53	2,53	2,58
Novembro	0,810	1,109	1,058	0,352	0,57	0,543	324	145	107	576	39,4	3,21	3,01	4,46
Dezembro	0,869	0,713	0,697	0,485	0,366	0,335	039	205	136	380	0,0	1,4	2,05	1,72
Janeiro	0,299	0,263	0,227	0,129	0,126	0,109	963	1035	824	2822	5,2	1,86	1,86	1,86
Fevereiro	0,610	0,134	0,123	0,313	0,064	0,068	207	920	1235	2362	11,2	2,9	2,53	8,4
Março	0,469	0,589	0,353	0,204	0,229	0,153	574	762	646	1982	25,8	2,54	2,4	2,54
Abril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43,4	1,6	5,27	9,61
Mai	0,587	1,125	0,626	0,255	0,469	0,285	508	274	477	1259	101,9	7,76	6,93	8,17
Junho	0,740	0,586	0,860	0,298	0,244	0,317	361	403	640	1404	15,5	1,86	3,53	4,23
Julho	0,435	0,464	0,539	0,175	0,211	0,245	606	335	416	1357	24,6	0,92	1,55	2,41
Agosto	0,123	0,212	0,521	0,076	0,132	0,290	764	421	378	1563	13,6	0,56	1,58	2,34
Setembro	0,156	0,253	0,253	0,097	0,141	0,141	510	616	799	1925	7,2	1,78	2,76	3,15

Área I (10 caprinos); Área II (5 caprinos); Área III (Sem caprino). Meses (Outubro de 2013 - Setembro de 2014). \*PP - Precipitação Pluvial

No período seco os caprinos se alimentam da serapilheira e por isso a área I que apresenta o maior número de caprinos foi observado os menores índices de diversidade, uniformidade e abundância dos organismos da macrofauna (Tabela 3).

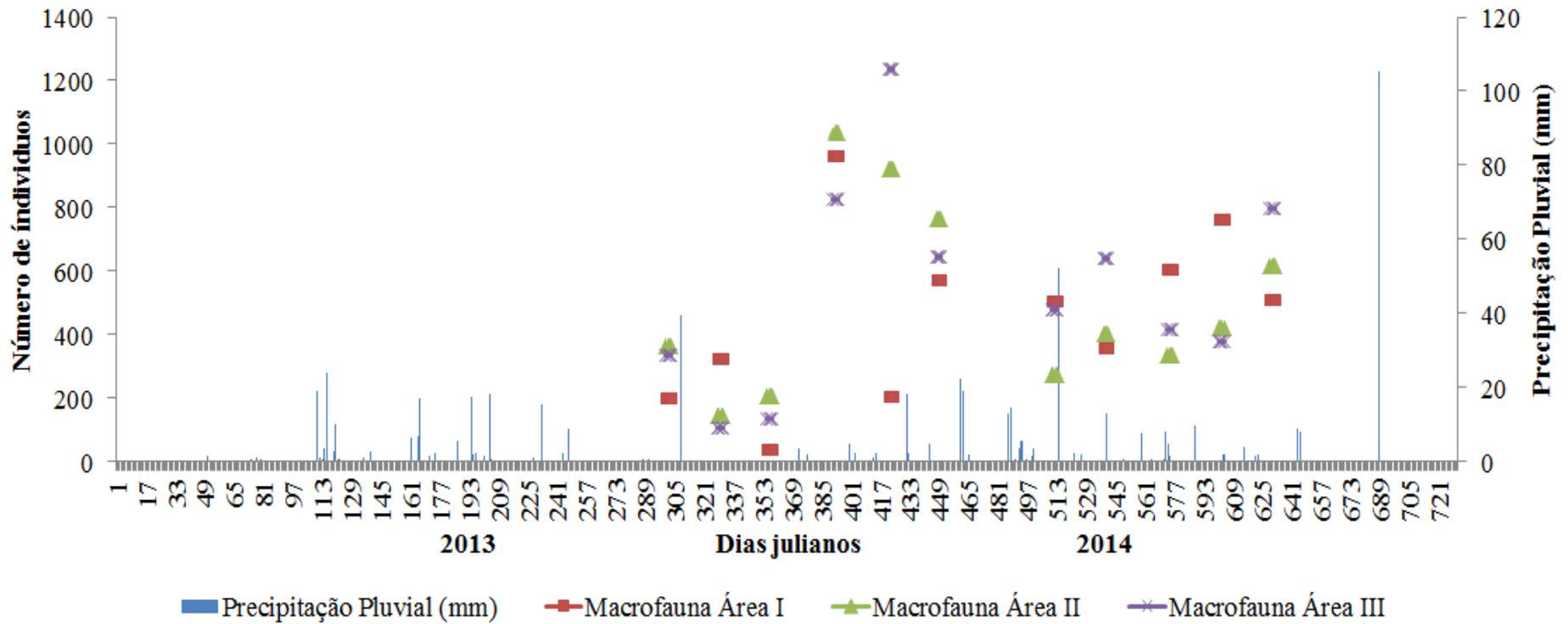
A área III apresentou um maior conteúdo de água do solo (Tabela 3), decorrente da maior cobertura vegetal, pois não há caprinos nesta área que se alimentem da serapilheira. A radiação solar emitida não incide diretamente no solo e sim na cobertura vegetal deste, contribuindo para um maior conteúdo de água no solo nesta área. No entanto a área III não apresentou melhores índices de diversidade em relação a área II. Embora tenha apresentado maior abundância dos organismos edáficos que as outras áreas avaliadas (Tabela 3), o que demonstra que a densidade de fauna edáfica pode ser afetada pela quantidade de cobertura vegetal (FORMIGA, 2014) e pelo conteúdo de água do solo.

Com relação à distribuição do número de indivíduos de acordo com os pulsos de precipitação (Figura 10), as áreas se comportam diferentemente, o que é justificado pelas condições oferecidas nas áreas com taxas de lotações diferentes e inter-relações entre a fauna (exemplo relação presa e predador). A ausência de presas pode eliminar a ocorrência dos predadores e, assim levar a uma modificação na densidade dos indivíduos (VICENTE et al., 2010).

O número de indivíduos é menor quando ocorrem os maiores pulsos de precipitação (Figura 10), nos meses de Novembro (39,4 mm) e Maio (52,2 mm). A redução dos grupos faunísticos, foi decorrente das mudanças nas condições de sobrevivência agravada pelos acréscimos de precipitação mensal, no qual foi superior ao que a área poderia suportar em um único dia. Albuquerque (2013) e Souto (2006) também constataram redução do número de indivíduos quando ocorreu um aumento de precipitação mensal.

Após ocorrer os pulsos de precipitação são verificados maiores abundâncias dos organismos edáficos, sugerindo que a macrofauna edáfica não responde imediatamente a precipitação pluvial. É necessário um tempo para que a vegetação e o solo respondam bem a chuva e assim propicie condições favoráveis para sobrevivência e aumento de indivíduos. A maior oferta de alimento no solo se dá pelo acúmulo de serrapilheira na área experimental, uma vez que logo após o término do período chuvoso ocorre queda acentuada das folhas do estrato arbustivo-arbóreo para as espécies: Catingueira (*Poincianella bracteosa*), Marmeleiro (*Croton sonderianus*), e Malva (*Sida sp.*), entre outras (ARAUJO, 2010).

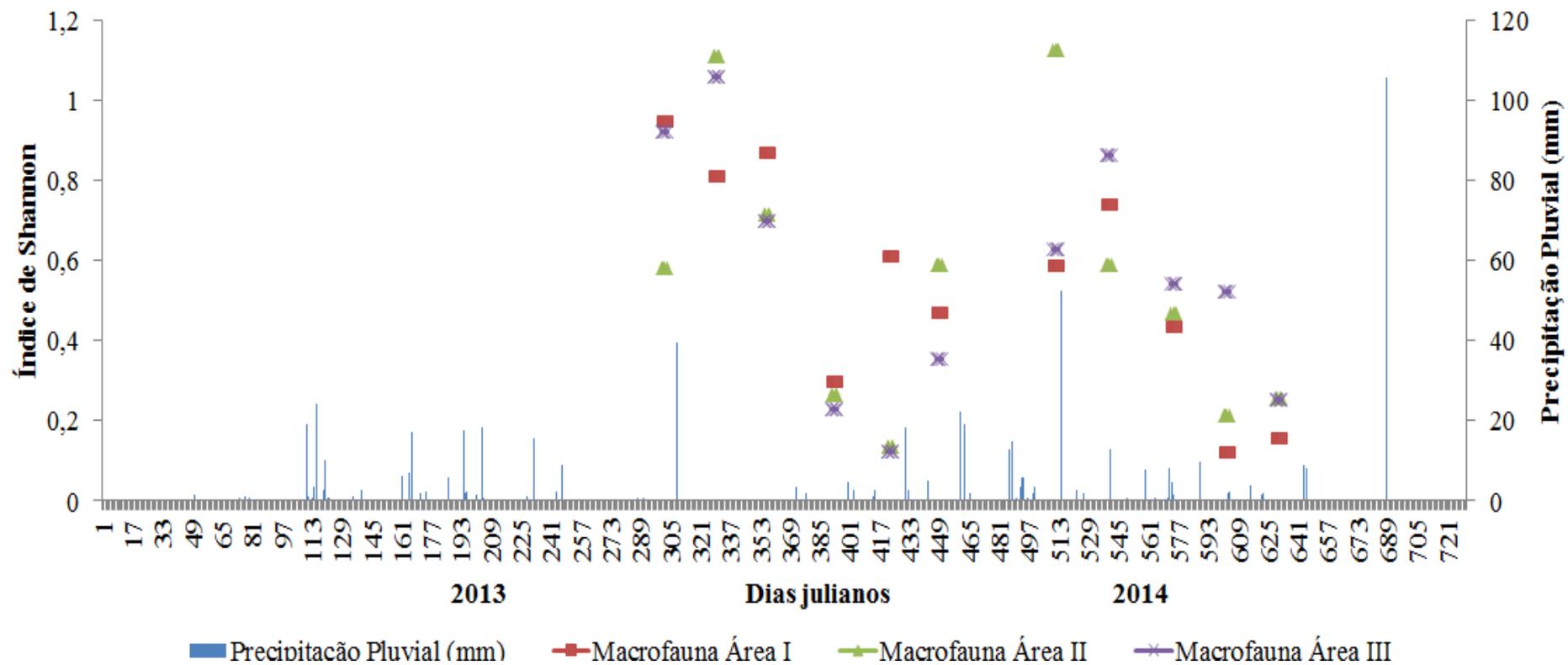
Em trabalhos realizados nas mesmas áreas de Caatinga sob pastejo caprino, Araujo (2010) e Formiga (2014), também observaram alta variabilidade dos organismos da macrofauna durante o período experimental para as três áreas avaliadas e constataram um aumento dos organismos edáficos logo após os pulsos de precipitação, resultados que demonstram que o comportamento da macrofauna edáfica vem se repetindo nas áreas de caatinga sob o pastejo caprino.



**Figura 10.** Precipitação pluvial diária, e distribuição do número de indivíduos da macrofauna edáfica nas áreas de caatinga sob o pastejo caprino, na Estação Experimental de São João do Cariri, Paraíba. Área I (10 caprinos), Área II (5 caprinos), Área III (sem caprinos).

Diferente da abundância a diversidade (Índice de Shannon) é maior onde ocorrem os picos de precipitação (Figura 11). A maior abundância dos indivíduos foi registrada em janeiro (2822 ind.), fevereiro (2362 ind.) e setembro (1925 ind.), quando comparado aos outros meses, coincidindo com os menores índices de Shannon e Equabilidade, que se apresentam baixos em todas as áreas avaliadas (Tabela 3). Esses resultados evidenciam que o alto número de indivíduos da macrofauna edáfica nestes meses reduziu à diversidade, uma vez que, quanto maior o número de indivíduos, maior é a chance de algum grupo ser o predominante, reduzindo a equabilidade e a diversidade das ordens, que está associada a uma relação entre número de ordens (riqueza de ordens) e a distribuição do número de indivíduos entre as ordens, equabilidade (MOÇO et al; 2005, NUNES et al., 2009).

A maior diversidade dos organismos da macrofauna edáfica no período chuvoso deve-se a maior disponibilidade de alimentos e temperaturas mais amenas. De acordo com Barros et al. (2008) e Lima et al. (2010) a ausência de uma clara dominância entre as espécies somente ocorre em razão dos aportes orgânicos serem diversificados, o que permite a colonização por diferentes organismos.



**Figura 11.** Precipitação pluvial diária e Diversidade (Índice de Shannon) da macrofauna edáfica nas áreas de caatinga sob o pastejo caprino na Estação Experimental de São João do Cariri. Área I (10 caprinos), Área II (5 caprinos), Área III (sem caprinos).

## 4.2. Mesofauna

### 4.2.1. Abundância e Frequência Absoluta e Relativa da Mesofauna

Foram coletados nos 90 pontos amostrais um total de 119 indivíduos pertencentes a mesofauna edáfica, distribuídos em 6 ordens (Tabela 4). Os resultados encontrados por Formiga (2014) em pesquisa realizada em áreas de caatinga sob o pastejo caprino foi: 1.128 indivíduos e 14 ordens no primeiro ano de avaliação (2011) e no segundo ano (2012) e registrou-se 307 indivíduos distribuídos em 6 ordens.

A abundância da mesofauna nos diferentes tratamentos apresentou variações na área I com maior taxa de lotação (10 caprinos) apresentou um total de 33 indivíduos, na área II (5 caprinos) foi detectada 40 indivíduos e na área III (Sem caprinos), contatou-se 44 indivíduos compreendendo todas as ordens. Esses resultados demonstram que mesmo havendo diferença na quantidade de indivíduos entre os tratamentos, a área III (sem caprinos) propiciou um melhor ambiente para abundância dos organismos edáficos da mesofauna, seguida da área II (5 caprinos) e a área I (10 caprinos), onde ocorreu a menor abundância de organismos coletados. De acordo com Brown (1997) e Wink et al. (2005) os insetos da mesofauna são mais sensíveis, diminuindo sua abundância ou até desaparecendo após uma perturbação.

De forma geral as ordens mais abundantes nas áreas I + II + III foram: Psocoptera (47 indivíduos) seguida da ordem Acarina (46 ind.) e Collembola (20 ind.). O grupo Psocoptera é considerado um bom indicador ambiental, possivelmente pela menor ocorrência de organismos competidores predadores desse grupo (BARROS et al., 2010). Dantas et al., (2009) e Souto, (2006) constataram em trabalho realizado na caatinga a ordem Acarina como dominante. A maior dominância dos ácaros pode estar relacionada pela resistência as condições de altas temperaturas, os quais são capazes de buscar refúgios na planta (BOSTANIAN et al., 2006). Mesmo citada aqui como uma das ordens mais abundantes, o grupo Collembola se apresentou em menor número, quando comparado com as ordens Psocoptera e Acarina. O grupo Collembola de acordo com Silva et al. (2007) requer umidade no solo entre 40 e 70%, o que pode justificar sua menor abundância em relação as outras ordens avaliadas neste trabalho.

**Tabela 4.** Abundância, Frequência absoluta e relativa das ordens da mesofauna edáfica amostradas em áreas de caatinga sob o pastejo caprino, em São João do Cariri, Paraíba.

Grupos taxonômicos	Área I				Área II				Área III				Total	
	NI	NP	FA	FR	NI	NP	FA	FR	NI	NP	FA	FR	NI	%
Acarina	9	9	2,50	27,27	23	18	5,00	54,55	14	10	2,78	27,72	46	38,66
Collembola	10	9	2,50	27,27	6	5	1,39	15,15	4	3	0,83	8,35	20	16,81
Coleoptera	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	3	1	0,30	2,79	3	2,52
Diplura	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	1	1	0,28	2,78	1	0,84
Protura	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	2	2	0,56	5,57	2	1,68
Psocoptera	14	14	4,17	45,45	11	10	2,78	30,29	22	19	5,28	52,94	47	39,49
Total	33	360	9,17	100	40	360	9,17	100	46	360	10	100	119	100

NI = Número de indivíduos, NP = Número de parcelas de ocorrências, FA = Frequência absoluta e FR = Frequência Relativa. Área I (10 caprinos), Área II (5 caprinos) e Área III (Sem caprinos).

Os indivíduos mais abundantes no tratamento I em ordem decrescente foram: Psocoptera (14 ind.), Collembola (10 ind.) e Acarina (9 ind.). No tratamento II os organismos que se destacaram foram: Acarina (23 ind.), Psocoptera (11 ind.) e Collembola (6 ind.). No tratamento III as ordens que se destacaram foram: Psocoptera (22 ind.), Acarina (14 ind.) e Collembola (4 ind.). As ordens menos abundantes foram: Coleoptera (1 ind.), Diplura (1 ind.) e Protura (2 ind.), estes grupos apareceram apenas na área III. Esta variabilidade na abundância dos organismos edáficos se deve as variações no regime hídrico e também aos diferentes tamanhos, hábitos e modo de locomoção dos animais que vivem no solo (RODRIGUES et al., 2007), bem como os teores de matéria orgânica, proteção do solo, espécies cultivadas e microclima, dentre outros (DANTAS et al., 2009).

Os resultados para a Frequência absoluta e Frequência relativa foram maiores na área I para a ordem Psocoptera (FA = 4,17% e FR = 45,45%), Collembola e Acarina ambos com os mesmos resultados (FA = 2,50% e FR = 27,25%). Na área II predominou a ordem Acarina (FA = 5,00 % e FR = 54,55%), seguido da ordem Psocoptera (FA = 2,78% e FR = 30,29%), e Collembola (FA= 1,39% e FR = 15,15%). A ordem Psocoptera também apresentou valores mais expressivos na área III (FA = 5,28% e FR = 52,94%), seguida da ordem Acarina (FA = 2,8% e FR = 27,7%) e Collembola (FA = 0,83% e FR = 8,35%). Esses resultados são importantes, pois é mostrado a frequência que os organismos do solo referentes à mesofauna, estão distribuídos nos pontos amostrais, sendo a Frequência absoluta a relação entre o número de parcelas em que determinado organismo ocorre e o número total de parcelas amostradas. E a Frequência relativa à relação entre a frequência absoluta de determinado organismo com a soma das frequências absolutas de todas as espécies.

Alguns grupos se apresentaram menos frequentes ou nem apresentaram frequência nas áreas como: Diplura, Protura e Coleoptera na área I e II. E na área III Coleoptera e Diplura e Protura. De acordo com Barreta et al. (2011) as ordens Protura e Diplura, habitam em lugares úmidos, rochas e serapilheiras de florestas, esse fato justifica a baixa frequência destes grupos na região semiárida nas áreas de caatinga nesta pesquisa. Esses grupos que apareceram em menor número estão restritos a ambientes mais favoráveis, sendo organismos importantes no processo de decomposição da matéria orgânica.

#### 4.2.2. Riqueza da Mesofauna

A riqueza ou número de ordens da mesofauna esteve distribuído nos diferentes tratamentos sendo que nas áreas I foram registrados um total de 3 grupos taxonômicos e a área III com 6 ordens (Tabela 4). A riqueza dos grupos em geral (6 ordens) foi semelhante à encontrada por Formiga (2014) em área de Caatinga no seu segundo ano de avaliação (2012). Resultados superiores foram encontrados por Araújo (2010), que encontrou 14 ordens em seu estudo, também nestas áreas de Caatinga sob o pastejo caprino.

Observa-se que as áreas I e II apresentam riqueza muito baixa em relação à área III, mostrando a sensibilidade da mesofauna aos distúrbios causados pela presença dos caprinos. De acordo com estes resultados constata-se que a área III proporcionou um melhor ambiente para a ocorrência do maior número de ordens. Essa área não apresenta caprinos pastejando, logo há uma maior cobertura vegetal do solo, tornando uma fonte de recurso alimentar e de abrigo para os organismos do solo, contribuindo desta forma para uma maior riqueza dos grupos faunísticos.

#### 4.2.3. Diversidade da Mesofauna

O índice de Shannon ( $H'$ ) foi maior na área III ( $H' = 1,324$ ), seguida da área I ( $H' = 1,079$ ), e área II ( $H' = 0,957$ ). O índice de Equitabilidade ( $e$ ) apresentou valor mais expressivo na área I ( $e = 0,982$ ), seguida da área II ( $e = 0,871$ ) e por fim área III ( $e = 0,739$ ). Esses resultados demonstram que os organismos da mesofauna edáfica coletados na área III são mais diversos, de modo que a ausência de caprinos favorece a maior diversidade dos organismos edáficos, embora menos uniformes, ou seja, há maior abundância e riqueza em geral das ordens, mas o índice de equabilidade evidencia maior dominância de algum grupo (maior abundância) em relação aos demais nesta área. A área I apresenta um menor índice de Shannon que a área III, justificado pelo fato de existir caprinos nesta área que competem pelo mesmo substrato dos organismos edáficos, mas apresentou um índice de equabilidade maior, evidenciando que as ordens estão bem distribuídas nesta área.

A determinação da população e diversidade da mesofauna é importante para avaliar as interações biológicas no sistema solo/planta/animal (GIRACCA et al., 2003; ALBUQUERQUE, 2013). O tamanho dos invertebrados do solo define a extensão em

que a atividade dos mesmos pode modificar as propriedades do solo e a extensão em que podem ser influenciados pelo manejo do solo, e o comportamento destes organismos no solo também está diretamente relacionado ao sistema de manejo utilizado nos agroecossistemas (ALBUQUERQUE, 2013).

#### **4.2.4. Sazonalidade da Mesofauna**

O número reduzido de organismos em geral (Tabela 5), referente a mesofauna está relacionado com as condições microclimáticas específicas das áreas estudadas nos referentes anos (2013 e 2014), que já vinham sendo agravadas desde o ano de 2012, com baixa precipitação. A mesofauna é mais sensível às variações da distribuição da precipitação pluvial do que a macrofauna edáfica (FORMIGA, 2014), bem como às temperaturas do solo mais elevadas, uma vez que esses organismos habitam as camadas internas do solo, apresentando-se mais sensíveis às intempéries quando comparado com os organismos da macrofauna, que são encontrados mais facilmente na superfície do solo (ARAÚJO, 2010).

Os invertebrados edáficos são afetados pelos elementos microclimáticos, sobretudo na caatinga, onde a água é escassa, influenciando na distribuição e variação dos táxons de um período a outro (PINHEIRO et al., 2014). O comportamento variável dos organismos entre os meses avaliados dificulta a avaliação das populações em uma única amostragem (ARAÚJO, 2010). Esta variabilidade deve-se, principalmente, aos diferentes tamanhos, hábitos e modo de locomoção dos animais, dificultando o estudo destes organismos que vivem no solo, especialmente quando mais de um grupo de indivíduos em ambientes diferenciados é analisado (RODRIGUES et al., 2007; ARAÚJO, 2010).

**Tabela 5.** Diversidade, Uniformidade e Abundância da mesofauna edáfica relacionados a precipitação pluvial e conteúdo de água do solo em áreas de caatinga sob o pastejo caprino em São João do Cariri, Paraíba.

Mês	Índice de Shannon			Índice de Equabilidade			Abundância I + II + III	Precipitação Pluvial (mm)	Conteúdo de água do solo (%)		
	Área I	Área II	Área III	Área I	Área II	Área III			Área I	Área II	Área III
Outubro	0,96	-	0,73	0,86	-	0,67	18,0	1,60	1,53	2,53	2,58
Novembro	-	-	1,04	-	-	0,95	8,00	39,4	3,21	3,01	4,46
Dezembro	-	-	-	-	-	-	-	0,00	1,4	2,05	1,72
Janeiro	-	-	-	-	-	-	9,00	5,20	1,86	1,86	1,86
Fevereiro	-	-	1,09	-	-	1,00	5,00	11,2	2,90	2,53	8,40
Março	1,04	0,50	-	0,94	0,72	-	13,0	25,8	2,54	2,40	2,54
Abril	-	-	-	-	-	-	-	43,4	1,60	5,27	9,61
Mai	0,45	-	-	0,65	-	-	6,00	101,9	7,76	6,93	8,17
Junho	0,56	0,69	1,09	0,81	1,00	0,78	28,0	15,5	1,86	3,53	4,23
Julho	0,69	0,98	0,87	1,00	0,89	0,79	21,0	24,6	0,92	1,55	2,41
Agosto	0,69	0,56	-	1,00	0,69	-	8,00	13,6	0,56	1,58	2,34
Setembro	-	-	-	-	-	-	3,00	7,20	1,78	2,76	3,15

**Área I** (10 caprinos); **Área II** (5 caprinos); **Área III** (Sem caprino). Meses (Outubro de 2013 – Setembro de 2014).

Cabe mencionar que os valores de diversidade são estimativas da população desses organismos, os quais recebem interferência direta do uso de metodologias diferenciadas, tamanho amostral e outras variáveis (FABRICANTE et al., 2006). Entretanto, estudos mais específicos sobre o comportamento dos organismos edáficos em área de Caatinga devem ser conduzidos para consolidar o conhecimento necessário quanto à sustentabilidade desse ecossistema, de modo a definir estratégias de conservação e manejo (SOUTO et al., 2008). Seria necessário realizar um estudo a nível taxonômico mais baixo até espécie ou mais próximo possível e entender a biologia e ecologia dos grupos individualmente e seria possível detalhadamente destacar sobre as inter- relações ocorrentes.

## 5. Conclusões

A abundância de indivíduos da macro e mesofauna edáfica é maior na área sem pastejo caprino. As ordens mais abundantes e frequentes da macrofauna são Hymenoptera > Coleoptera > Araneae > Scutigermorpha e da mesofauna Psocoptera > Acarina > Collembola.

A riqueza, diversidade e equabilidade em termos de ordem da macrofauna é maior na área com taxa de lotação de caprinos intermediária. E para a mesofauna é maior na área sem caprinos pastejando.

O número de indivíduos e de ordem da fauna edáfica é influenciada pela distribuição dos pulsos de precipitação nas áreas de caatinga.

A diversidade e equabilidade da fauna edáfica podem ser utilizadas como bioindicadores auxiliares da qualidade ambiental das áreas de Caatinga sob pastejo caprino.

## 6. Referências Bibliográficas

- AGUIAR, M, I.; OLIVEIRA, T. S.; ARAÚJO FILHO, J. A. Fauna edáfica em sistemas agroflorestais e convencional no semiárido cearense. In: XVI Reunião Brasileira de manejo e conservação do solo e da água, 2006, Aracaju, **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006. Cd-rom.
- ALBUQUERQUE, S. G. Caatinga vegetation dynamics under various grazing intensities by steers in the semi-arid Northeast, Brazil. **Journal of range management**. v. 52, n. 3, p. 241-247 , 1999.
- ALBUQUERQUE, A. L. S. **Atributos químico-bromatológicos de espécies da Caatinga com potencial forrageiro, fauna edáfica e cinética de CO<sub>2</sub>**. 2013. 153f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2013.
- ALENCAR, M. L. S. **Sistemas hídricos, degradação ambiental e vulnerabilidades sócio econômica no Cariri Paraibano**. 2004. 170f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciência e Tecnologia, 2004.
- ALENCAR, J. B. R. **Estudo da fauna de coleópteros em fragmentos de Caatinga e Brejo de Altitude no Estado da Paraíba, Brasil**. 2014. 50f. Monografia (Graduação em Biologia). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2014.
- ALMEIDA, H.C.; ALMEIDA, D.; ALVES, M.V.; SCHNEIDER, J.; MAFRA, Á.L.; BERTOL, I. Propriedades químicas e fauna do solo influenciadas pela calagem em sistema semeadura direta. **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, p 1462-1465, 2007.
- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO S. S. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p 126-135, 2009.
- ANDRADE, A. P.; SOUSA, E.S.; SILVA, D.S.; SILVA, I.F.; LIMA, J.R.S. Produção Animal no Bioma Caatinga: paradigmas dos 'Pulsos - Reservas'. **Revista Brasileira de Zootecnia**, João Pessoa. v. 35, p. 138-155, 2006.
- ANDRADE, A. P.; COSTA, R. G.; SANTOS, E. M.; SILVA, D. S. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 4, n. 4, p. 01-14, dez. 2010.
- ARAÚJO FILHO, J.A. O bioma caatinga. In: FALCÃO SOBRINHO, J., FALCÃO, C. L. C. **Semi-Árido: diversidades, fragilidades e potencialidades**. Sobral: Sobral Gráfica, 2006. p. 49-70.
- ARAÚJO FILHO, J. A. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. Recife, PE: Projeto Dom Helder Camara, 2013. 200 p.

ARAUJO, S. M. S. A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões Ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Revista Científica da FASETE**. V. 5, n. 5, p. 90-98, dez. 2011.

ARAUJO, K. D. **Análise da vegetação e organismos edáficos em áreas de caatinga sob pastejo e aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri - PB**. 2010. 150f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2010.

AQUINO, A. M. Fauna edáfica como bioindicadora da qualidade do solo. In: FERTBIO, 2004, Lages, **Anais...** Lages, SBCS, 2004.

AZPIAZU, M. D.; CAIRO, V. G.; PALACIOS-VARGAS, J.G.; SÁNCHEZ, M. J. L. Los colémbolos en los suelos de Cuba. In: Congresso latino americano, 15 e cubano de la ciência del solo, 5, Havana, 2001. **Anais...** Habana (Cuba), 2001. p.1-4.

BARETTA, D.; SANTOS, C. P.; SEGAT, J. C.; GEREMIA, E. V.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; ALVES, M. V. Fauna edáfica e qualidade do solo. **Tópicos Ciência do Solo**, v. 7, p. 119-170, jan. 2011.

BARETTA, D. **Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com Araucaria angustifolia no Estado de São Paulo, Piracicaba**. 2007. 158f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2007.

BARROS, E.; MAHIEU, J.; TAPIA-CORAL, S.; NASCIMENTO, A.R.L.; LAVELLE, P. Comunidade da macrofauna do solo na Amazônia brasileira. In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O.; BRUSSAARD, L. (Ed.). **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**. Lavras: UFLA, 2008. p.171-191.

BARROS, J. Y.; MELO, V. F.; SAUTTER, K.D.; BUSCHLE, B.; OLIVEIRA, E.B.; AZEVEDO, J.C.R.; SOUZA, L.C.P.; KUMMER, L. Indicadores de qualidade de solos de área de mineração e metalurgia de chumbo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.34, p. 1413-1426, 2010.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: individuals, populations and communities**. Oxford: Blackwell Science, 1996. 1068 p.

BONKOWSKI, M.; GRIFFITHS, B.; SCRIMGEOUR, C. Substrate heterogeneity and microfauna in soil organic "hotspots" as determinants of nitrogen capture and growth of ryegrass. **Applied Soil Ecology**, v. 14, n. 1, p. 37-53, 2000.

BOSTANIAN, N.J.; HARDMAN, J.M.; RACETE, G.; FRANKLIN, J.; LASNIER, J. Inventory of predacious mites in Quebec commercial apple orchards where integrated pest management programs are implemented. **Ann. Entomol. Soc. Am.** v. 99, p. 536-534, 2006.

BROWN, K.S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. In: MARTOS, H.L.; MAIA, N.B. **Indicadores ambientais**. Sorocaba: s.n., 1997. p.143-151.

CASSUCE, M. R. **Fitossociologia e composição bromatológica de espécies herbáceas e subarborescentes em áreas de caatinga sob pastejo**. 2012. 88f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia-PB, 2012.

CASTELLETTI, C.H.M., SILVA, J.M.C., TABARELLI, M.; SANTOS, A.M.M. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Editora Universitária da UFPE, Recife, 2003. p. 719-734.

CIPOLA, N.G.; ZEQUI, J.A.C. Composição e diversidade edáfica de chilópoda (arthropoda: myriapoda) do parque estadual mata São Francisco, Paraná, Brasil. XVIII Simpósio de Iniciação Científica. **Prêmio de produção científica**, 2010.

CORREIA, M. E. F. Relações entre a diversidade da fauna de solo e o processo de decomposição e seus reflexos sobre a estabilidade dos ecossistemas. **Seropédica: Embrapa-agrobiologia**, (Embrapa Agrobiologia. Documento, 156), 2002. 33p.

CORREIA, K. G. **Biota do solo e atividade microbiana de áreas em diferentes estágios sucessionais e aspectos sócio-econômicos no município de Santa Terezinha -PB**. 2010. 143f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Campina Grande – PB, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. 2010.

COSTA, C.; IDE, S.; SIMONKA, C. E. **Insetos imaturos: metamorfoses e identificação**. Ribeirão Preto: Holos, 2006. 249p.

COSTA NETO, E.M. The perception of diplopoda (Arthropoda, Myriapoda) by the inhabitants of the county of Pedra Branca, Santa Teresinha, Bahia, Brazil. **Acta Biol. Colomb.**, v. 12, p. 123-134, 2007.

DANTAS, R. T.; ARAUJO, K. D.; VIANA, E. P. T.; PARENTE, H. N.; ANDRADE, A. P. Macro e Mesofauna visando a sustentabilidade agropecuária em São João do Cariri - PB. **XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia** Belo Horizonte – MG. 22 a 25 de Setembro de 2009.

DECAENS, T.; LAVELLE, P.; JIMÉNEZ, J. J.; ESCOBAR, G.; RIPPSTEIN, G.; SCHNEIDMADL, J.; SANZ, J. I.; HOYOS, P.; THOMAS, R. J. Impacto del uso de la tierra en la macrofauna del suelo de los Llanos Orientales de Colombia. In: JIMÉNEZ, J. J.; THOMAS, R.J. (Ed.). *El arado natural: las comunidades de macroinvertebrados del suelo en las savanas neotropicales de Colombia*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, (Publicación CIAT, 336), 2003. p. 21-45.

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

DUCATTI F. **Fauna edáfica em fragmentos florestais e em áreas reflorestadas com espécies da mata atlântica**. 2002. 70f. Mestrado (dissertação). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2002.

DRESCHER, M. S.; ELTZ, F. L. F.; ROVEDDER, A. P. M.; DORNELES, F. O. Mesofauna como bioindicador para avaliar a eficiência da revegetação com *Lupinus albus* em solo arenizado do sudoeste do Rio Grande do Sul. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 3., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

DRUMOND, M. A.; KILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, M. C.; OLIVEIRA, V. R.; ALBUQUERQUE, S. G.; NASCIMENTO, C. E.S.; CAVALCANTI, J. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga. Seminário “Biodiversidade da Caatinga”, Petrolina, Embrapa Semi-árido, 2000. p. 1-23.

FABRICANTE, J.R.; ANDRADE, L.A.; MARQUES, F.J. Componente epifítico vascular ocorrente em árvores urbanas. **Cerne**, v. 12, n. 4, p. 399-405, 2006.

FORMIGA, L. D. A. **Organismos edáficos, cinética do CO<sub>2</sub> do solo e herbivoria em áreas de caatinga sob pastejo caprino**. 2014. 123f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia-PB, 2014.

FORNAZIER, R.; GATIBONI, L. C.; WILDNER, L. P.; BIANZI, D.; TODERO, C. Modificações na fauna edáfica durante a decomposição da fitomassa de *Crotalaria juncea*. L. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Gramado, SBCS, 2007. CD-ROM.

GIRACCA, E. M. N.; ANTONIOLLI, Z. I.; ELTZ, F. L. F.; BENEDETTI, E.; LASTA, E.; VENTURINI, S.F.; VENTURINI, E. F.; BENEDETTI, T. Levantamento da meso e macrofauna do solo na microbacia do Arroio Lino, Agudo/RS. **Revista Brasileira de Agrobiologia**, v.9, n.3, p.257-261, 2003.

GONZAGA NETO, S.; BATISTA, A. M. V.; CARVALHO, F. F. R.; MARTINEZ, R. L. V.; BARBOSA, J. E. A. S.; SILVA, E. O. Composição bromatológica, consumo e digestibilidade in vivo de dietas com diferentes níveis de feno de catingueira (*Caesalpinia bracteosa*), fornecidas para ovinos Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30, n. 2, p. 553-62, 2001.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeont. Electronica**, v.4, n.1, p.9, 2001.

HOFFMANN, R. B.; NASCIMENTO, M. S. V.; DINIZ, A. A.; ARAÚJO, L. H. A.; SOUTO, J. S. Diversidade da mesofauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo em areia, Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 121-125, 2009.

HUTCHESSON, J. Characterization of terrestrial insect communities using quantified, Malaise-trapped Coleoptera. **Ecol. Entomology**, v. 15, p. 143-151, 1990

JACOBS, L. E.; ELTZ, F. L. F.; ROCHA, M. R.; GUTH, P. L.; HILCKMAN, C. Diversidade da fauna edáfica em campo nativo, cultura de cobertura milho + feijão de porco sob plantio direto e solo descoberto. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, 2007, Gramado. **Anais...** Gramado: SBCS, 2007. CD-ROM.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Ecologia e conservação da Caatinga: uma introdução ao desafio. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p.8-16.

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

MAGURRAN, A.E. Ecological Diversity and its Measurement. **Princ. University Press**, 1988. 179p.

MARENCO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Instituto Nacional do Semiárido**, Campina Grande – PB, 2011. p. 384 - 422.

MARQUES, D. M.; SILVA, A. B. da.; SILVA, L. M. da.; MOREIRA, E. A.; PINTO, G. S. Macrofauna edáfica em diferentes coberturas vegetais. **Bioscience Journal, Uberlândia**, v. 30, n. 5, p. 1588-1597, Set - Out. 2014.

MARINONI, R. C.; DUTRA, R. R. C. Famílias de Coleoptera capturadas com armadilha Malaise em oito localidades do Estado do Paraná, Brasil. Diversidades alfa e beta. **Rev. Bras. de Zoologia** v. 143, p. 751-770, 1997.

MELO, F.V.; BROWN, G.G.; CONSTANTINO, R.; LOUZADA, J. N. C.; LUIZÃO, F. J.; MORAIS, J. W.; ZANETT, R. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. Boletim Informativo da SBCS, jan.-abr. 2009. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/428233/1/aimportanciadamesoemmacrofaunadosolo.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2015.

MELO, L. A. S. Recomendações para amostragem e extração de microartrópodes de solo. EMBRAPA. **Circular Técnica**, v.3, p.1-5, 2002.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Nova Delimitação do Semiárido brasileiro**. 2015. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/desenvolvimentoregional/blicacoes/delimitacao.asp>. Acesso em: 2 jun. 2015.

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

MOREIRA, J. N.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; SANTOS, J. R. A. Consumo e desempenho de vacas guzerá e girolando na caatinga do sertão pernambucano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 13-21, Jul - Set. 2007.

MORSELLI, T. B. G. A. **Biologia do solo**. Pelotas: UFPel, 2007. 145p.

NUNES, L. A. P. L.; ARAÚJO FILHO, J. A.; MENEZES, R. I. Q. Recolonização da fauna edáfica em áreas de caatinga submetidas a queimadas. **Revista Caatinga**, v.21, n.3, p.214-220, 2008.

NUNES, L. A. P. L.; ARAUJO FILHO, J. A.; MENEZES, R. I. Q. Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semi-árido nordestino. **Scientia Agrária**, v. 25, n. 01, p. 43-49, 2009.

OLIVEIRA, E. M. Mesofauna edáfica como indicadora de áreas degradadas: educação ambiental em ação. **Revista eletrônica**, n. 28, 2009.

OLIVEIRA, E. M.; SOUTO, J.S. Mesofauna edáfica como indicadora de áreas degradadas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável**, v. 6, n. 1, p. 01-09, Jan - Fev. 2011.

PAOLETTI, M.G.; FAVRETTO, M.R.; STIMER, B.R.; PURRIGTON, F.F.; BATER, J.E. Invertebrates as bioindicators of soil use. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.34, p.341-362, 1991.

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

PETRONI, D.M. **Diversidade de famílias de Coleoptera em diferentes fragmentos florestais no município de Londrina – PR, Brasil**. 2008. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Estadual de Londrina, 2008.

PINHEIRO, F.J.; MARTINS, C.M.; FIALHO, J.S.; CORREIA, E.F.; CASCON, P. Caracterização da macrofauna edáfica na interface solo serapilheira em uma área de caatinga do nordeste brasileiro. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19; p. 2964 - 2974, 2014.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C. Influência das condições do tempo sobre a população de insetos e ácaros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 25-30, 1986.

RODRIGUES, M. Q.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; BEZERRA, D. M.; SALES, F. C. V. Diversidade da fauna edáfica como bioindicadora para o manejo do solo no semi-árido da Paraíba. **Revista Pesquisa**, v. 1, n. 1, p. 137-142, 2007.

ROMÃO, J.A. **Araneofauna (Arachnida, Araneae) de solo em fragmento de caatinga e de mata de cipó, no município de Lafaiete Coutinho, Bahia, Brasil**. 2008. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual de Santa Cruz, 2008.

ROVEDDER, A.P.; ANTONIOLLI, Z. I.; SPAGNOLLO, E.; VENTURINI, S.F. Fauna edáfica em solo suscetível à arenização na região sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.3, n.2, p. 87-96, 2004.

ROVEDDER, A. P. M.; ELTZ, F. L. F.; DRESCHER, M. S.; SCHENATO, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. Organismos edáficos como bioindicadores da recuperação de solos

degradados por arenização no Bioma Pampa. **Ciência Rural**, v. 39, n.4, p.1061-1068, 2009.

SÁ, L. B.; SILVA, P. C. G. **Seminário Brasileiro**. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Embrapa Semiárido Petrolina, 2010. 402 p.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. S. B.; SAMPAIO, Y. S. B. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no nordeste do Brasil. XXX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. **Revista Geografia**, p. 90-112, 2008.

SANTO, F. S. E.; MACIEL, J. R.; FILHO, J.A.S. Impacto da herbivoria por caprinos sobre as populações naturais de *bromelia laciniosa* Mart. ex Schult. f. (Bromeliaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.1, p.143-149, 2012.

SEEBER, J.; SEEBER, G.U.H.; KÖSSLER, W.; LANGEL, R.; SCHEU, S.; MEYER, E. Abundance and trophic structure of macrodecomposers on alpine pastureland (Central Alps, Tyrol): effects of abandonment of pasturing. **Pedobiologia**, v.49, p.221-228, 2005.

SILANS, A. P.; SILVA, F. M.; BARBOSA, F. A. R. Determinação *in loco* da difusividade térmica num solo da região de Caatinga (PB). **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 30, p. 41-48, 2006.

SILVA, L.B.A. **Composição, riqueza e raridade de espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em povoamento de eucaliptos e mata nativa na reserva biológica União/Ibama, RJ**. 2006. 44f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006.

SILVA, R. F.; TOMAZI, M.; PEZARICO, C. R.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F.M. Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.865-871, 2007.

SILVA, R. F.; AQUINO, A. M., MERCANTE, F.M.; GUIMARÃES, M. F. Macrofauna invertebrada do solo em sistema integrado de produção agropecuária no Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n.5, p. 725-731, 2008.

SILVA, V. S. G. **Comportamento de forrageamento de *Nasutitermes Corniger* (Motschulsky) (Isoptera: termitidae) e sua ocorrência em áreas urbanas. Tese (Doutorado)**. 2008. 120f. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008.

SOUSA, S. M. S. C. **Relações entre vegetação, relevo, fertilidade do solo e matéria orgânica em bacia hidrográfica de região semi-árida**. 2006. 64f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

SOUSA, R. F. de. **Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semi-árido paraibano**. 2007. 180f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

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

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; MIRANDA, J. R. P.; SANTOS, R. V.; ALVES, A. R. Comunidade microbiana e mesofauna edáficas em solo sob caatinga no semi-árido da Paraíba. **Revista brasileira ciência do solo**, v. 32, p. 151-160, 2008.

SOUZA, A.L.B.; CARVALHO, K.S.; PEREIRA, M.S.; SAMPAIO, C.P. Mirmecofauna de mata de cipó (transição entre mata Atlântica e Caatinga) no semi-árido baiano. In: Encontro de Mirmecologia, 15, 2001. Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 2001. p.333-335.

SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. **Decomposition in terrestrial ecosystems.** Studies in ecology, v.5. Blackwell Scientific, Oxford, 1979. 238p.

TEDESCO, J. M.; VOLKWEISS, S. J. BOHNEN, H. **Análises do solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 188p. (Boletim Técnico).

TRIPLEHORN C.A.; JOHNSON, N. F. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. 7th ed. USA: **Thomson-Brooks/Cole**: 2005. 864 p.

THOMANZINI, M. J.; THOMANZINI, A.P. B. W. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p. **Circular Técnica**, 57.

VASCONCELLOS, A. **Estrutura e dinâmica de ninhos policíclicos de uma espécie de *Nasutitermes* (Isoptera: Termitidae) em Mata Atlântica e no meio urbano de João Pessoa, Paraíba, Brasil.** 1999. 84f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 1999.

VASCONCELLOS, A.; ANDREAZZE, R.; ALMEIDA, A. M.; ARAUJO, H. F. P.; OLIVEIRA, E. S.; OLIVEIRA, U. Seasonality of insects in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n.3, p. 471-476, 2010.

VICENTE, N.M.F.; CURTINHAS, J.N.; PEREZ, A.L. PREZOTTI, L. Fauna Edáfica Auxiliando a Recuperação de Áreas Degradadas do Córrego Brejaúba, MG. **Floresta e Ambiente**, v.17, n.2, p.104-110, 2010.

VITTI, M. R.; VIDAL, M. B.; MORSELLI, T. B. A.; FARIA, J. L. C.; CAPPELLARO, T. H. Avaliação da densidade da mesofauna (ácaros e colêmbolos) em um pomar de pessegueiro conduzido sob uma perspectiva de transição agroecológica. 2003.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.4, n.1, p. 60-71, 2005.

