



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PEDRO II
CURSO LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

AYRLA MARIA DO NASCIMENTO SILVA

**DIVERSIDADE DE COLLEMBOLA (ARTHROPODA: HEXAPODA) EPIEDÁFICOS
EM UMA MANCHA DE CAATINGA DO PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES,
ESTADO DO PIAUÍ, BRASIL**

**PEDRO II – PIAUÍ
2024**



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PEDRO II
CURSO LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

AYRLA MARIA DO NASCIMENTO SILVA

DIVERSIDADE DE COLLEMBOLA (ARTROPODA: HEXAPODA) EPIEDÁFICOS EM
UMA MANCHA DE CAATINGA DO PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES,
ESTADO DO PIAUÍ, BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Ciências
Biológicas do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Pedro II.

Orientador: Prof. Dr. Rudy Camilo Nunes.

PEDRO II – PIAUÍ

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Silva, Ayrila Maria do Nascimento

S586d Diversidade de collembola (ARTHROPODA: HEXAPODA) epiedáficos em uma mancha de caatinga do Parque Nacional de Sete Cidades, estado do Piauí, Brasil / Ayrila Maria do Nascimento Silva. - 2024.
54 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Pedro II, 2024.

Orientador : Prof Dr. Rudy Camilo Nunes.

1. Collembola. 2. Parque Nacional de Sete Cidades (PI). 3. Fauna do solo.
I. Título.

CDD - 570

Elaborado por Wirllanna Naira da Silva Torres CRB 3/1088

AYRLA MARIA DO NASCIMENTO SILVA

DIVERSIDADE DE COLLEMBOLA (ARTROPODA: HEXAPODA) EPIEDÁFICOS EM
UMA MANCHA DE CAATINGA DO PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES,
ESTADO DO PIAUÍ, BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Ciências
Biológicas do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Pedro II.

Aprovada em: 16 / 02 / 2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rudy Camilo Nunes (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Etielle Barroso de Andrade
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Me. Maria Geovana de Mesquita Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

*Dedico este trabalho a toda
minha família.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores e servidores do IFPI – Campus Pedro II, por esses quatro anos de muitos desafios e vitórias, e com imensa alegria dedico uma parte deste trabalho a todos.

Minha família que sempre me apoiou e incentivou, que deu todo o apoio necessário para que eu chegasse até aqui. Agradeço ao meu Deus, que me deu força quando mais precisava.

Meus sinceros agradecimentos ao Doutor Rudy Camilo Nunes, por ter me acolhido desde 2020, pela oportunidade de fazer parte do grupo de pesquisa, foi uma das partes mais importantes ao longo da minha graduação, onde tive o privilégio de conhecer a Biologia. Foram dias exaustivos, sempre finalizados com sucesso. Grande honra por ter feito parte disso, e por isso quero agradecer pelos ensinamentos, incentivos e conselhos.

Ao grupo de pesquisa BIOTEC-PI, aos membros do projeto de pesquisa “Diversidade de Collembola (Arthropoda: Hexapoda) epiedáficos do Parque Nacional de Sete Cidades, Estado do Piauí, Brasil”, por toda ajuda e companheirismo durante a realização do trabalho.

Aos meus colegas de turma e amigos, especialmente Iandra Vitória, Geovana Mesquita e Bruna Maria, por toda ajuda e companheirismo.

E aos meus amigos de sala de aula Laércio, Maria Clara, Glaucivan, Gabriel, por todas as aventuras que tivemos e pelas futuras.

Um forte agradecimento à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI), por ter me concedido a bolsa de Iniciação Científica durante dois anos.

À banca examinadora, por aceitarem o convite e, desta forma, contribuírem com a minha formação acadêmica e profissional.

A vida é uma escultura que você esculpe ao cometer erros e aprender com eles.

RM

RESUMO

O objetivo geral deste trabalho é estimar a diversidade de Collembola epiedáficos em ambientes de manchas de Caatinga no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, na estação seca e na estação chuvosa, e identificar as principais variáveis ambientais que influenciam esses padrões de diversidade. Para a captura foram utilizadas armadilhas de queda (pitfall traps), distribuídas em um transecto de 100 metros contendo 11 pontos amostrais, com auxílio de copos descartáveis de 400 mL contendo etanol 70% enterrados no solo com aberturas e protegidos com pratos descartáveis suspensos acima. Logo após a coleta, o material foi levado e triado no laboratório de Biologia do Campus Pedro II, com o auxílio de lupas, os espécimes foram montados em lâminas para microscopia e identificados. Foram coletados alguns parâmetros ambientais como umidade do solo, temperatura do solo, percentual de Cobertura do dossel e altura do folhiço, onde utilizamos suas influências sobre a composição da fauna através da Análise de Correspondência Canônica (CCA) e Análise de Componentes Principais (PCA). Obtivemos resultados que a abundância total de indivíduos foi de 709 no período chuvoso, distribuídos em 2 ordens, 3 famílias 16 gêneros e 14 espécies, e 8.362 no período seco, distribuídos em 2 ordens, 5 famílias, 6 gêneros e 8 espécies. Índice de Shannon-Wiener foi de 1,79 e 0,22, respectivamente. No período chuvoso a diversidade mensurada para a área foi de 1,79, o que não ficou tão próximo da diversidade máxima esperada (H_{max}), que foi de 2,89. O índice de Pielou indicou uma baixa equitabilidade na comunidade amostrada. No período seco a diversidade mensurada para a área foi de 0,22, o que ficou explicitamente longe da diversidade máxima esperada (H_{max}) que foi de 2,07. O índice de Pielou novamente indicou uma baixa equitabilidade na comunidade amostrada. Com esses dados mostram uma discrepância na diversidade e equitabilidade desses indivíduos no ambiente.

Palavras-chave: Variáveis ambientais. Artrópodes. Abundância. Ecologia.

ABSTRACT

The main aim of this study is to estimate the diversity of epigeic Collembola in spots of Caatinga in the Sete Cidades National Park, Piauí, in the dry and rainy seasons, and to identify the main environmental variables that influence these diversity patterns. Pitfall traps were used to capture the specimens, distributed along a 100-meter transect containing 11 sampling points, with the aid of 400 mL disposable cups containing 70% ethanol buried in the ground with openings and protected with disposable plates suspended above. After collection, the material was taken to the Biology Laboratory of the IFPI – Campus Pedro II and sorted using magnifying glasses. The specimens were mounted on stereomicroscope slides and identified. Some environmental parameters were collected, such as soil moisture, soil temperature, percentage of vegetal cover and height of leaf litter, and their influence on the composition of the fauna was analyzed using Canonical Correspondence Analysis (CCA) and Principal Component Analysis (PCA). We obtained results that the total abundance of individuals was 709 in the rainy season, distributed in 2 orders, 3 families, 16 genera and 14 species, and 8,362 in the dry season, distributed in 2 orders, 5 families, 6 genera and 8 species. The Shannon-Wiener index was 1.79 and 0.22, respectively. In the rainy season, the diversity measured for the area was 1.79, which was not so close to the maximum expected diversity (H_{max}), which was 2.89. The Pielou index indicated low equitability in the community sampled. In the dry season, the diversity measured for the area was 0.22, which was explicitly far from the maximum expected diversity (H_{max}), which was 2.07. The Pielou index again indicated low equitability in the community sampled. These data show a discrepancy in the diversity and equitability of these individuals in the environment.

Keywords: Environmental variables. Arthropods. Abundance. Ecology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Exemplos de Entomobryoidea. Demarcações localizando a fúrcula dos Collembola.....	15
Figura 2 – Representantes das quatro ordens de Collembola. A – <i>Podura aquatica</i> (Poduromorpha). B– <i>Seira tinguiira</i> (Entomobryomorpha). C – <i>Arrothalites</i> sp. (Symphypleona). D – <i>Neelus murinus</i> (Neelipleona).....	18
Figura 3 – Área de mancha de Caatinga do Parque Nacional de Sete Cidade. A – Período chuvoso. B – Período seco.....	21
Figura 4 – Material de armazenamento e triagem.....	22
Figura 5 – Lâminas utilizadas para identificação taxonômica dos espécimes coletados.....	23
Figura 6 – A – Estimativa da Cobertura do dossel no ponto 4 (Período chuvoso). B – Estimativa da Cobertura do dossel no ponto 4 (Período seco). C – Medição da Temperatura do ar com auxílio de um termômetro de mercúrio. D – Retirada do material coletado com as armadilhas de queda. E – Armadilhas de queda.....	24
Figura 7 – Representação esquemática do desenho amostral utilizado para a coleta dos espécimes.....	25
Figura 8 – Coleta dos parâmetros ambientais. A – Material coletado. B – Material utilizado para pesagem das amostras do solo. C – Pesagem das amostras. D – Amostras posicionadas dentro da estufa para secagem.....	26
Figura 9 – Curva de acumulação de espécies baseada em 11 amostras, com intervalos de confiança superior e inferior. Legenda: $S_{(est)}$ - riqueza de espécies observada, $S_{(est)} 95\% CI Lower Bound$ - Intervalo de confiança inferior, $S_{(est)} 95\% CI Upper Bound$ – Intervalo de confiança superior.....	30
Figura 10 – Comparativo entre a riqueza de espécies observada $S_{(est)}$ e a riqueza de espécies estimada por diferentes estimadores não-paramétricos. A - Estimador de	

riqueza Chao 1; B - Estimador de riqueza Chao 2; C - Estimador de riqueza Jackknife 1; D - Estimador de riqueza Jackknife 2; E - Estimador de riqueza Bootstrap..... 32

Figura 11 – Curva de acumulação de espécies baseada em 11 amostras, com intervalos de confiança superior e inferior. Legenda: $S_{(est)}$ - riqueza de espécies observada, $S_{(est)}$ 95% CI Lower Bound - Intervalo de confiança inferior, $S_{(est)}$ 95% CI Upper Bound – Intervalo de confiança superior..... 33

Figura 12 – Comparativo entre a riqueza de espécies observada $S_{(est)}$ e a riqueza de espécies estimada por diferentes estimadores não-paramétricos. A - Estimador de riqueza Chao 1; B - Estimador de riqueza Chao 2; C - Estimador de riqueza Jackknife 1; D - Estimador de riqueza Jackknife 2; E - Estimador de riqueza Bootstrap..... 34

Figura 13 – Representação gráfica dos resultados da Análise de Componentes Principais. Esquema de dispersão com a contribuição de cada variável nos componentes 1 e 2, construído a partir das variáveis ambientais de temperatura do solo, Cobertura do dossel, umidade do solo e temperatura do ar..... 38

Figura 14 – Representação gráfica dos resultados da Análise de Correspondência Canônica. Esquema de dispersão com a contribuição de cada variável nos eixos 1 e 2, construído a partir das variáveis ambientais de umidade do solo, temperatura do solo, temperatura do ar e Cobertura do dossel..... 39

Figura 15 – Representação gráfica dos resultados da Análise de Componentes Principais. Esquema de dispersão com a contribuição de cada variável nos componentes 1 e 2, construído a partir das variáveis ambientais de temperatura do solo, altura do folheto, Cobertura do dossel, umidade do solo e temperatura do ar. 42

Figura 16 – Representação gráfica dos resultados da Análise de Correspondência Canônica. Esquema de dispersão com a contribuição de cada variável nos eixos 1 e 2, construído a partir das variáveis ambientais de umidade do solo, temperatura do solo, altura do folheto, temperatura do ar e Cobertura do dossel..... 43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Abundância total, abundância relativa e riqueza de espécies de Collembola em 11 amostras de uma mancha de Caatinga do Parque Nacional de Sete Cidades – Piauí no período chuvoso.....	28
Tabela 2 – Abundância total, abundância relativa e riqueza de espécies de Collembola em 11 amostras de uma mancha de Caatinga do Parque Nacional de Sete Cidades – PI, no período seco.....	29
Tabela 3 – Riqueza de espécies observada e estimada pelos estimadores Chao 1, Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 e Bootstrap.....	31
Tabela 4 – Riqueza de espécies observada e estimada pelos estimadores não paramétricos Chao 1, Chao 2, <i>Jackknife 1</i> , <i>Jackknife 2</i> e <i>Bootstrap</i> . A suficiência amostral (%) foi calculada pela razão entre a riqueza observada e o valor médio calculado por cada estimador.....	33
Tabela 5 – Cálculo do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') para Collembola em uma mancha de Caatinga do Parque Nacional de Sete Cidades do Estado do Piauí, Brasil, no período chuvoso.....	35
Tabela 6 – Cálculo do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') para Collembola em uma mancha de Caatinga do Parque Nacional de Sete Cidades do Estado do Piauí, Brasil, no período seco.....	36
Tabela 7 – Valores dos parâmetros ambientais medidos nos 11 pontos amostrais de um transecto de 100 metros demarcado em uma mancha de Caatinga no Parque Nacional de Sete Cidades no Estado do Piauí, Brasil. Foram medidos os valores de temperatura do solo ($^{\circ}\text{C}$), altura do folhíço (cm), umidade do solo (%), Temperatura do Ar ($^{\circ}\text{C}$) e Cobertura do dossel (%) do período chuvoso.....	36
Tabela 8 – Análise de Componentes Principais com a contribuição de cada eixo para explicar a variação observada nos dados de temperatura do solo, umidade do solo, temperatura do ar e Cobertura do dossel dentro do ambiente analisado.....	37
Tabela 9 – Valores da influência das variáveis ambientais de temperatura do solo,	

altura do folhíço, Cobertura do dossel, temperatura do ar e umidade do solo dentro dos eixos PC 1 a PC 4 na Análise de Componentes Principias..... 37

Tabela 10 – Análise de Correspondência Canônica com valores da influência das variáveis ambientais de umidade do solo, altura do folhíço, temperatura do ar, temperatura do solo e Cobertura do dossel dentro do ambiente analisado..... 38

Tabela 11 – Análise de Correspondência Canônica com valores da influência das variáveis ambientais de temperatura do solo e altura do folhíço, umidade do solo e Cobertura do dossel dentro dos eixos 1 e 2..... 38

Tabela 12 – Valores dos parâmetros ambientais medidos nos 11 pontos amostrais de um transecto de 100 metros demarcado em uma mancha de Caatinga no Parque Nacional de Sete Cidades no Estado do Piauí, Brasil. Foram medidos os valores de temperatura do solo (°C), altura do folhíço (cm), umidade do solo (%), Temperatura do Ar (°C) e Cobertura do dossel (%) do período seco..... 40

Tabela 13 – Análise de Componentes Principias com a contribuição de cada eixo para explicar a variação observada nos dados de temperatura do solo, altura do folhíço, umidade do solo, temperatura do ar e Cobertura do dossel dentro do ambiente analisado..... 40

Tabela 14 – Valores da influência das variáveis ambientais de temperatura do solo, altura do folhíço, Cobertura do dossel, temperatura do ar e umidade do solo dentro dos eixos PC 1 a PC 5 na Análise de Componentes Principias..... 40

Tabela 15 – Análise de Correspondência Canônica com valores da influência das variáveis ambientais de umidade do solo, altura do folhíço, temperatura do ar, temperatura do solo e Cobertura do dossel dentro do ambiente analisado..... 42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 ESTRUTURA TAXONÔMICA DOS COLLEMBOLA.....	18
3.2 BIOMASSA E IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA DOS COLLEMBOLA.....	19
3.3 BIOMA CAATINGA.....	19
4 MATERIAIS E MÉTODOS	21
4.1 ÁREAS DE ESTUDO	21
4.2 MÉTODOS DE COLETA, MICROSCOPIA E IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA	21
4.3 DESENHO AMOSTRAL.....	23
4.4 ANÁLISES DOS DADOS	26
5 RESULTADOS	28
5.1 ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DAS ESPÉCIES	28
5.1.1 PERÍODO CHUVOSO	28
5.1.2 PERÍODO SECO	29
5.2 ESFORÇO AMOSTRAL.....	30
5.2.1 PERÍODO CHUVOSO	30
5.2.2 PERÍODO SECO	32
5.3 DIVERSIDADE DE ESPÉCIES.....	35
5.3.1 PERÍODO CHUVOSO	35
5.3.2 PERÍODO SECO	36
5.4 INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS SOBRE OS PADRÕES DE RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ESPÉCIES	36
5.4.1 PERÍODO CHUVOSO	36
5.4.2 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA).....	37
5.4.3 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA (CCA).....	39
5.4.4 PERÍODO SECO	40
5.4.5 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA).....	41
5.4.6 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA (CCA).....	42
5.5 NOVOS REGISTROS DE OCORRÊNCIA	43
6 DISCUSSÃO	44
6.1 ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE COLLEMBOLA DE UMA MANCHA DE CAATINGA DO PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES.....	44
6.2 NOVOS REGISTROS DE OCORRÊNCIA	45
6.3 DIVERSIDADE DE COLLEMBOLA	46
6.4 INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS SOBRE OS PADRÕES DE RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ESPÉCIES	47
7 CONCLUSÃO	49
8 REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

Tradicionalmente classificados entre os Hexápodes basais, a classe Collembola é formada por pequenos artrópodes terrestres com tamanho corporal que varia de 0,2 a 12 mm de comprimento, e exibem um padrão de tagmose semelhante à de insetos, com subdivisão em cabeça, tórax e abdômen (Turnbull; Stebaeva, 2019; Bellini; Weiner; Winck, 2023).

Apesar da semelhança com os insetos, diferem por apresentarem uma morfologia típica, como um exoesqueleto fino, aparelhos bucais internos e serem ápteros (Hopkin, 1997; Bellinger *et al.*, 1996-2024). Além disso o grupo apresenta estruturas sinapomórficas que são os apêndices abdominais colóforo, fúrcula e retináculo (Figura 1). O colóforo atua na regulação osmótica e fixação no substrato, já a fúrcula é, sua estrutura mais marcante, um órgão saltador em forma de furca, que se mantém retraída sob o abdômen por ação do retináculo, e atua como mecanismo de defesa. Ao sair do repouso se choca com o substrato e permite que esses animais sejam lançados para o alto, proporcionando uma fuga eficiente contra predadores (Hopkin, 1997; Zeppelini; Bellini, 2004; Bellinger *et al.*, 1996-2024).

Figura 1 – Exemplares de Entomobryoidea. Demarcações localizando a fúrcula dos Collembola



Fonte: Arquivo Pessoal.

Esses organismos são uma das linhagens mais bem sucedidas e antigas de invertebrados terrestres, possuindo o registro fóssil mais antigo de um artrópode terrestre (Bellinger *et al.*, 1996-2024). Durante sua longa história evolutiva se adaptaram a quase todos os ecossistemas na Terra como desertos polares áreas

sem gelo da Antártica, os desertos habitando no solo, na serapilheira, ou na vegetação (Hopkin, 1997). Com isso tornando-se bons representantes da diversidade da fauna do solo (Cassagne *et al.*, 2003).

Atualmente, existem cerca de 9.500 espécies descritas em todo o mundo. No entanto, este número não reflete a real riqueza global do grupo, pois muitas regiões permanecem subamostradas, como é o caso da Região Neotropical. O Brasil, por exemplo, conta com um registro de 486 espécies válidos no país e 338 endêmicas, no entanto, há especulações que a fauna do país se aproxime de 5.000 espécies, pois muitas áreas ainda permanecem inexploradas, como é o caso do bioma Caatinga que possui apenas 26 espécies descritas. (Bellinger *et al.*, 1996-2024; Santos-Rocha; Andreazze; Bellini, 2011; Zeppelini *et al.*, 2024).

Dentre estas áreas pouco amostradas está o Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC), Piauí, inserido nos limites Cerrado-Caatinga, onde o único estudo abrangente de Collembola na área foi realizado por Nunes, 2019 e proveu um registro de três novas espécies sendo elas *Cyphoderus equidenticulati*, *Pseudosinella triocellata* e *Trogolaphysa piracurucaensis* (Nunes e Bellini, 2018), além de várias outras a serem descritas. O estudo de Nunes foi de grande importância para a expansão do conhecimento de Collembola no PNSC, bem como no estado do Piauí. No entanto, ainda há algumas lacunas de conhecimento a serem preenchidas na região, pois nada se sabe acerca da ecologia do grupo neste ambiente, o que reflete a realidade da maioria das pesquisas sobre colêmbolos do Brasil, sendo em sua grande maioria de cunho taxonômico, havendo poucos estudos relacionados à diversidade, à contribuição e à ecologia de Collembola em diferentes ambientes (Abrantes *et al.*, 2012).

Foram utilizados os índices de Shannon-Wiener e Equitabilidade de Pielou, o índice de Shannon-Wiener leva em consideração a abundância relativa entre as espécies, onde é feita uma comparação entre cada uma delas e o quão cada uma contribui para a composição da comunidade amostrada. É apropriado para amostras aleatórias de espécies de uma comunidade ou sub-comunidade de interesse. O índice de Equabilidade de Pielou (J') é derivado do índice de diversidade de Shannon e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (Pielou, 1975). Além de ampliar os registros de ocorrência para o PNSC.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estimar a diversidade de Collembola (Arthropoda: Hexapoda) epiedáficis em uma mancha de Caatinga no Parque Nacional de Sete Cidades no período chuvoso e seco.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar a diversidade e a equitabilidade de Collembola epiedáficis na área amostrada.
- Identificar as principais variáveis ambientais que influenciam os padrões de diversidade observados.
- Ampliar os registros de ocorrência de espécies no PNSC.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

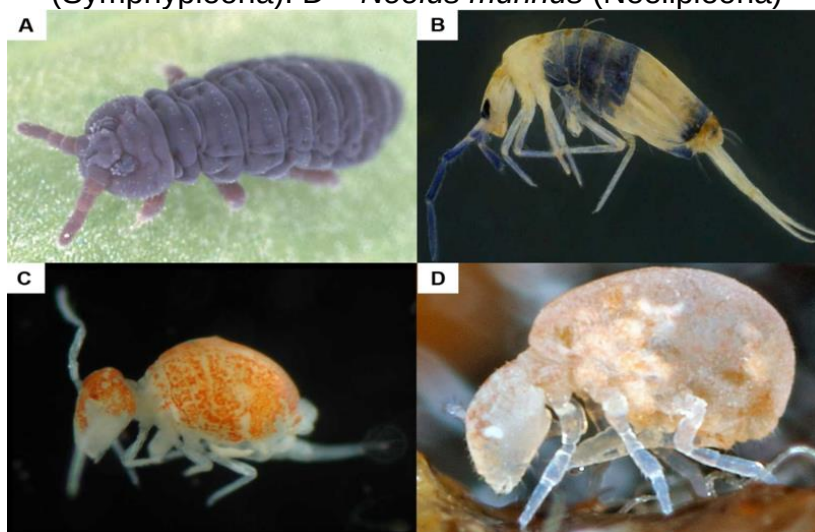
3.1 ESTRUTURA TAXONÔMICA DOS COLLEMBOLA

Atualmente existem quatro ordens de Collembola: Entomobryomorpha, Poduromorpha, Neelipleona e Symphypleona (Figura 2) (Bellinger *et al.*, 1996-2024).

Entomobryomorpha e Poduromorpha apresentam troncos visivelmente segmentados, e a principal diferença entre um e outro é a presença de uma placa dorsal do protórax dos Poduromorpha, ausente entre os Entomobryomorpha. Além disso, Entomobryomorpha apresenta cerdas corporais mais abundantes no tronco e apêndices mais longos (Bellini; Weiner; Winck, 2023).

Os representantes da ordem Entomobryomorpha são completamente ativos e apresentam corpo alongado e protórax reduzido, e com cerdas presentes, sendo essa uma condição apomórfica em relação aos Poduromorpha, considerando que os Poduromorpha são basais. Já a ordem Poduromorpha inclui os Collembola com forma corporal alongada e cilíndrica e seus movimentos são lentos. O seu padrão morfológico é o mais generalizado, com a ornamentação cuticular formada por papilas e a forma condensada do sistema retrocerebral sendo consideradas como as únicas apomorfias do grupo. As ordens Symphypleona e Neelipleona é constituída por representantes com corpo globoso e segmentos abdominais fusionados (Massoud, 1967; Hopkin, 1997; Oliveira; Macambira; Zanuto, 2002; Zeppelini; Bellini, 2004).

Figura 2 – Representantes das quatro ordens de Collembola. A – *Podura aquatica* (Poduromorpha). B– *Seira tinguira* (Entomobryomorpha). C – *Arrothalites sp.* (Symphypleona). D – *Neelus murinus* (Neelipleona)



Fonte: www.collembola.org.

3.2 BIOMASSA E IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA DOS COLLEMBOLA

Os colêmbolos representam um dos grupos mais abundantes no solo, juntamente com os ácaros, onde exercem um importante papel ecológico, por se alimentarem principalmente de fungos, podendo também consumir bactérias e detritos vegetais (Castaño-Meneses *et al.*, 2004; Miranda-Rangel; Palacios-Vargas, 1992). Com distribuição amplamente mundial os colêmbolos representam cerca de 32% da abundância de artrópodes terrestres (Potapov *et al.*, 2024), que varia de 1% a 6% da biomassa de animais do solo nos ecossistemas temperados, e até 10% nas regiões árticas (Petersen, 1994). E com isso a densidade de colêmbolos pode influenciar fortemente o funcionamento do solo e a prestação de serviços ecossistêmicos (Bellini, Weiner, Winck, 2023).

Nesse sentido são extremamente importantes na ciclagem de nutrientes. Apesar de terem habitats diversificados, colêmbolos são hexápodes intimamente relacionados ao solo, realizam diversos processos fundamentais para os ecossistemas terrestres, especialmente nos trópicos, como a já citada ciclagem de nutrientes, aeração do solo, fluxo de energia, polinização e dispersão de sementes (Ernesto *et al.*, 2018). Nesse sentido, é importante compreender os aspectos básicos que moldam seus padrões de diversidade.

Para as regiões tropicais, os dados são escassos e praticamente não se tem informação sobre a biomassa desses animais. Deste modo, eles acabam sendo pouco representativos, mas apesar disso, possuem uma forte interação com o solo por meio dos seus hábitos alimentares, pois se alimentam de fungos, bactérias, detritos vegetais e animais, e por servirem de presa para diversos animais em diferentes fases de sua vida. Por esse motivo, é inegável sua importância ecológica (Hopkin, 1997; Cassagne; Gers; Gauquelin, 2003; Bellini; Zeppelini, 2009).

3.3 BIOMA CAATINGA

A diversidade da Caatinga é um dos maiores desafios da ciência brasileira. Há vários motivos para isto. Primeiro, a Caatinga é a única grande região natural brasileira cujos limites estão inteiramente restritos ao território nacional. Segundo a Caatinga é o bioma menos estudado entre as regiões naturais brasileiras, com grande parte do esforço científico concentrado em alguns poucos pontos em torno das principais cidades da região. Terceiro, a Caatinga é a região brasileira menos protegida, pois as unidades de conservação cobrem menos de 2% do seu território.

Quarto, a Caatinga continua passando por um intenso processo de alteração e deterioração ambiental provocado pelo homem, o que está levando à rápida perda de espécies únicas (Leal *et al.*, 2003).

Caatinga tem o significado de mata branca, nome dado pelos índios Tupi Guarani por conta da aparência que o ambiente adquire quando o período de seca chega. O visual de sua vegetação na época de estiagem é, na verdade, uma estratégia exemplar de sobrevivência. O tom quase branco das cascas reflete a luminosidade, evitando o aquecimento do tronco. Além dos mecanismos de respostas a condições secas o crescimento lento, raízes profundas, xilema resistente à cavitação e características metabólicas e estruturais das folhas relacionadas à eficiência do uso da água. (Rizzini, 1997; Moro *et al.*, 2016; Santiago *et al.*, 2016; EMBRAPA, 2016).

Normalmente, na região semiárida brasileira a vegetação está condicionada ao baixo volume hídrico relacionado à seca, em decorrência da irregularidade das chuvas. Analisando-se este fator, percebe-se que não é apenas a precipitação que provoca o baixo valor hídrico, mas, também, a associação a outros fatores característicos da região, como altas temperaturas e alta intensidade luminosa, que provocam uma demanda evaporativa alta e consequente dessecação do solo (Trovão *et al.*, 2007).

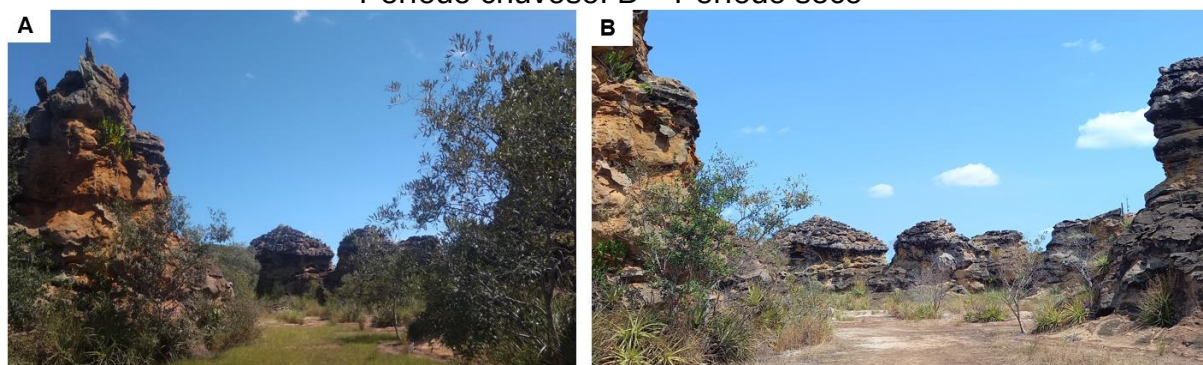
Atualmente, a Caatinga é um dos domínios fitogeográficos da América do Sul mais afetados por distúrbios antrópicos, incluindo a desertificação (Leal *et al.*, 2003, Araújo *et al.*, 2005). Existem poucos estudos sobre a biodiversidade e os processos ecológicos desta região, especialmente sobre a estrutura de sua, fauna do solo. A vegetação predominante nas manchas de Caatinga encontrados no Parque Nacional de Sete Cidade é constituída por um mosaico de diferentes tipos de vegetação como árvores de pequeno porte, gramíneas, plantas carnívoras de pequenos portes, cactáceas e plantas com alta resistência a seca (xerófitas), formando um ambiente visualmente aberto com pouca presença de Cobertura do dossel, solo arenoso, raso e pobre em nutrientes.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ÁRES DE ESTUDO

O PNSC localiza-se nos municípios de Piracuruca e Brasileira no Estado do Piauí, entre as coordenadas 4°05' e 4°15'S, e 41°30 e 41°45'O. A área total do parque é de 6.303,64 ha e a temperatura média anual é de 33,6°C, sendo fevereiro o mês mais frio (mínima de 21,8°C) e outubro o mês mais quente (máximas de 35,0°C). A precipitação média anual variando aproximadamente de 1.300 mm a 1.500 mm, sendo fevereiro, março e abril os meses mais chuvosos. O relevo da área é típico de bacias sedimentares, demonstrando uma superfície pediplana com altitude variando entre 100 e 300 m. O parque está inserido na zona de transição entre os biomas Caatinga e Cerrado, e sua vegetação é constituída por um mosaico de fitofisionomias com manchas bem definidas de cada bioma, inseridas em uma vegetação transicional com aspectos de ambos, apresentando campos, matas de galeria, cerradões, florestas estacionais semidecíduas e manchas de Caatinga (Araújo *et al.*, 2020; Oliveira, 2004) (Figura 3).

Figura 3 – Área de mancha de Caatinga do Parque Nacional de Sete Cidade. A – Período chuvoso. B – Período seco



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.2 MÉTODOS DE COLETA, MICROSCOPIA E IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA

Para a captura dos espécimes foram utilizadas armadilhas de queda (*pitfall traps*), consistindo em copos descartáveis de 400 ml contendo etanol 70%, enterrados com a abertura rente ao solo, pratos descartáveis de 20 cm de diâmetro suspensos por palitos de madeira acima dos copos para proteção do material.

Logo após a coleta, os indivíduos foram temporariamente armazenados em etanol 70%, triados e visualizados em placa de Petri com auxílio do microscópio estereoscópico, e fixados em microtubos contendo etanol 70% (Figura 4).

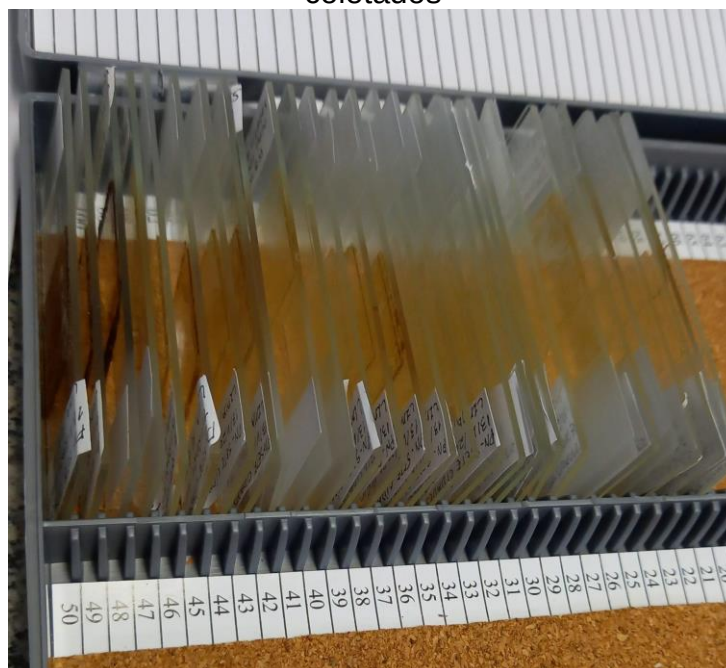
Figura 4 – Material de armazenamento e triagem



Fonte: Arquivo Pessoal.

Posteriormente à triagem, os espécimes foram clarificados com a solução de Nesbitt, lavados no líquido de Arlé e montados em lâminas para microscopia contendo, meio de Hoyer, seguindo os procedimentos descritos por Arlé e Mendonça (1982) e Jordana *et al.* (1997). As lâminas recém preparadas foram colocadas para secar em estufa a aproximadamente 50°C por cerca de três dias, e seladas com esmalte incolor (Figura 5).

Figura 5 – Lâminas utilizadas para identificação taxonômica dos espécimes coletados



Fonte: Arquivo Pessoal.

A identificação taxonômica dos espécimes foi realizada através do estudo da morfologia e quetotaxia dos exemplares, sob microscópio óptico comum, com o auxílio de chaves, descrições e revisões taxonômicas. Foram utilizadas as chaves de identificação fornecidas por Salmon (1964), Christiansen e Bellinger (1998, 2000), Bellinger, Christiansen e Janssens (2023), Nunes e Bellini (2018) e Nunes *et al.* (2019, 2020). O material biológico coletado será depositado na Coleção Biológica do IFPI – Campus Pedro II (CBPII) e na Coleção de Collembola da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (CC/UFRN). Todos os procedimentos laboratoriais foram realizados no Laboratório de Biologia do IFPI – Campus Pedro II.

4.3 DESENHO AMOSTRAL

Foram realizadas duas coletas no total, período chuvoso e seco, sendo nos dias 12 e 14 de maio de 2021 e 05 e 07 de outubro de 2021, respectivamente. Foram mensurados parâmetros ambientais como temperatura do solo e do ar, altura do folhiço, umidade do solo e cobertura do dossel (Figura 6).

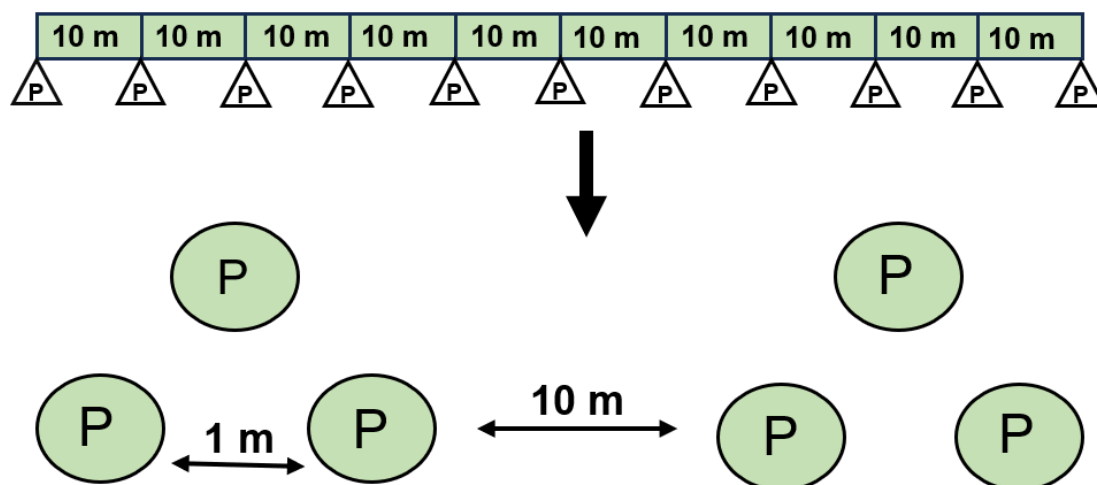
Figura 6 – A – Estimativa da Cobertura do dossel no ponto 4 (Período chuvoso). B – Estimativa da Cobertura do dossel no ponto 4 (Período seco). C – Medição da Temperatura do ar com auxílio de um termômetro de mercúrio. D – Retirada do material coletado com as armadilhas de queda. E – Armadilhas de queda



Fonte: Arquivo Pessoal.

Em cada ocasião, foi feito um transecto de 100 m contendo 11 pontos amostrais, com distância entre eles de 10 m, e cada ponto com três *pitfalls* distantes 1 m entre si, dispostos em formato de triângulo totalizando 33 armadilhas, que ficaram expostas por 48 horas (Figura 7).

Figura 7 – Representação esquemática do desenho amostral utilizado para a coleta dos espécimes



Fonte: Arquivo Pessoal.

A temperatura do solo e do ar foi medida diretamente no local, com o uso de um termômetro de mercúrio. A porcentagem de água no solo foi determinada a partir do uso de valores de peso úmido e peso seco de amostras coletadas a 5 cm de profundidade, que foram armazenadas em sacos plásticos hermeticamente fechados, pesadas, desidratadas a 105 °C por 48 horas em estufa de secagem e pesadas novamente (Figura 8). A medição da altura do folhio foi feita com o uso de uma régua inserida no folhio até atingir o solo propriamente dito. Para estimar a Cobertura do dossel, foi utilizada uma grade quadriculada contendo 100 quadrantes, fotografada a uma altura de aproximadamente dois metros acima de cada ponto amostral, de forma que a porcentagem de cobertura arbóreo-arbustiva foi estimada visualmente a partir da análise das imagens.

Figura 8 – Coleta dos parâmetros ambientais. A – Material coletado. B – Material utilizado para pesagem das amostras do solo. C – Pesagem das amostras. D – Amostras posicionadas dentro da estufa para secagem



Fonte: Arquivo Pessoal.

4.4 ANÁLISES DOS DADOS

Para analisar a eficiência do esforço amostral, foram construídas curvas de acumulação de espécies, baseada em amostras. Além disso, a riqueza de espécie esperada para cada ambiente foi calculada utilizando os estimadores não paramétricos Chao 1, Chao 2, Jackknife 1 e Jackknife 2. Foram realizadas no software EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2013)

A diversidade de espécies foi mensurada usando o índice de Shannon-Wiener (H'), que apresenta maior sensibilidade quanto às espécies raras da comunidade, sendo apropriado para programas de manejo e conservação e foi calculado pela fórmula: $H' = -\sum (p_i \times \log p_i)$. A equitabilidade foi calculada usando o índice de Pielou (J'), que indica se as diferentes espécies possuem abundâncias semelhantes ou divergentes. Seus valores variam de 0 a 1, onde 0 é a uniformidade mínima e 1 a máxima, e é representado pela expressão: $J' = H'/H_{\max}$. Com a finalidade de identificar e remover as variáveis ambientais altamente correlacionadas entre si, foi realizada a Análise de Componentes Principais (PCA). Desta forma, foi identificada uma forte correlação entre as variáveis altura do folhiço e Cobertura do dossel, e assim optamos por excluir a variável ambiental altura do folhiço por apresentar menor percentual de explicação dos dados quando comparada com a Cobertura do

dossel. Para avaliar a influência dos parâmetros ambientais sobre os padrões de riqueza e abundância de espécies, realizou-se uma Análise de Correspondência Canônica (CCA). Esses parâmetros variam espacialmente e podem criar heterogeneidade em escala local (Tscharntke *et al.*, 2002; Vinatier *et al.*, 2011), podendo afetar os padrões de diversidade observados. Todas as análises foram executadas pelo programa Past 4.03 (Hammer, Ryan, 2001).

5 RESULTADOS

5.1 ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DAS ESPÉCIES

5.1.1 PERÍODO CHUVOSO

A abundância total observada foi de 709 indivíduos, sendo 204 Entomobryomorpha e 505 Symphypleona, distribuídos em duas ordens, três famílias, 16 gêneros e 14 espécies (Tabela 1). Entre as espécies coletadas, *Arlesminthurus* sp.1, *Sphaeridia piauienses* e *Isotomidae* sp.1 foram as espécies mais abundantes, com 369 (52,05% de abundância total), 76 (10,72% de abundância total) e 72 (10,16% de abundância total) indivíduos, respectivamente.

Seguindo a ordem das espécies mais abundantes temos *Denisiella* sp.1 (Folsom e Mills, 1938) com 5,36% (38 indivíduos), *Trogolaphysa* sp.1 (HB e Pearse, 1938) com 4,09%, (29 indivíduos), *Seira* sp.1 (Lubbock, 1870) com 4,23% (30 indivíduos), *Pseudonisella triocellata* (Nunes e Bellini, 2018) com 2,82% (20 indivíduos), *Capbrya brasiliensis* (Nunes, Santos-Costa e Bellini, 2020) com 2,12% (15 indivíduos), *Parasminthurides spinosus* (Medeiros, Bellini, Nunes, Zhang e Godeiro, 2023) com 1,41% (10 indivíduos), *Trogolaphysa piracurucaensis* (Nunes e Bellini, 2018) com 1,41% (10 indivíduos) *Collophora aff. brasilis* (W.R.Richards, 1964) com 1,13% (8 indivíduos), *Cyphoderus equidenticulati* (Nunes e Bellini, 2018) e *Stenognathriopes (Tenentiella)* sp.1 (Betsch, J.M. e Lasebikan, B.A., 1979) com 0,28% (1 indivíduo), *Teremitas paradoxalis* (Medeiros e Bellini, 2019) e *Varelasminthurus aff. potiguarus* (Silva, Palacios-Vargas e Bellini, 2015) com 0,14% (1 indivíduo).

TABELA 1 – Abundância total, abundância relativa e riqueza de espécies de Collembola em 11 amostras de uma mancha de Caatinga do Parque Nacional de Sete Cidades – Piauí no período chuvoso

Espécies / Ponto amostral	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total	Abundância relativa (pi)
<i>Arlesminthurus</i> sp.1	192	98	0	0	0	0	3	8	15	30	23	369	52,05%
<i>Capbrya brasiliensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	2,12%
<i>Collophora aff. brasilis</i>	0	0	0	0	1	4	2	1	0	0	0	8	1,13%
<i>Cyphoderus equidenticulati</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0,28%
<i>Denisiella</i> sp.1	14	0	0	0	0	0	0	0	14	0	10	38	5,36%
<i>Isotomidae</i> sp.1	13	20	0	1	0	2	0	0	27	0	9	72	10,16%
<i>Lepidocyrtinus</i> sp.1	0	0	1	1	1	0	3	2	0	0	0	8	1,13%
<i>Lepidocyrtus</i> sp.1	0	0	2	3	5	3	0	0	0	1	0	14	1,97%
<i>Parasminthurides spinosus</i>	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6	10	1,41%

<i>Pseudosinella triocellata</i>	3	2	2	3	1	3	3	2	1	0	0	20	2,82%
<i>Seira ritae</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0,56%
<i>Seira</i> sp.1	0	7	3	7	1	5	1	2	4	0	0	30	4,23%
<i>Sphaeridia piauienses</i>	0	1	0	1	2	61	2	1	0	4	4	76	10,72%
<i>Stenognathriopes (Tenentiella)</i> sp.1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0,28%
<i>Temeritas paradoxalis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,14%
<i>Trogolaphysa piracurucaensis</i>	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	1,41%
<i>Trogolaphysa</i> sp.1	0	1	6	6	7	3	2	2	2	0	0	29	4,09%
<i>Varelasminthurus</i> aff. <i>potiguarus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,14%
Abundância total:												709	

Fonte: Produção do próprio autor.

5.1.2 PERÍODO SECO

A abundância total observada foi de 8.362 indivíduos distribuídos em 2 ordens, 5 famílias, 6 gêneros e 8 espécies (Tabela 2). A ordem Entomobryomorpha apresentou um total de 8.301 indivíduos, com 3 famílias e 4 gêneros. A família mais abundante foi Entomobryidae, com os gêneros *Seira* Lubbock, 1870, *Lepidocyrtinus* Börner, 1903 e *Pseudosinella* Schäffer, 1987 com 8.089 espécimes.

A ordem Symphypleona apresentou um total de 61 indivíduos coletados, com 2 famílias e 2 gêneros. Família mais rica foi Bourletiellidae do gênero *Arlesminthurus* com 39 espécimes.

Considerando em nível de espécie, foi calculada a abundância relativa de cada uma das 8 espécies encontradas, sendo *Seira* sp.1 a espécie com maior abundância relativa, representando 95,7% da abundância total observada (8.006 indivíduos), seguida de *Capbrya brasiliensis* com 2,5% (211 indivíduos), *Pseudosinella triocelata* com 0,7% (62 indivíduos), *Arlesminthurus* sp.1 com 0,5% (39 indivíduos), *Lepidocyrtinus* sp.1 com 0,3% (21 indivíduos), *Denisiella* sp.1 com 0,2% (14 indivíduos), *Sphaeridia piauienses* com 0,1% (8 indivíduos) e *Trogolaphysa* sp.1 com 0,01% (1 indivíduo).

TABELA 2 – Abundância total, abundância relativa e riqueza de espécies de Collembola em 11 amostras de uma mancha de Caatinga do Parque Nacional de Sete Cidades – PI, no período seco

Espécies / Ponto amostral	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total	Abundância relativa (pi)
<i>Arlesminthurus</i> sp.1	12	4	1	0	0	8	9	1	0	0	4	39	0,47%
<i>Capbrya brasiliensis</i>	7	1	0	0	0	0	5	1	118	43	36	211	2,52%

<i>Denisiella</i> sp.1	2	0	0	8	1	0	0	0	2	0	1	14	0,17%
<i>Lepidocyrtinus</i> sp.1	0	0	2	7	8	0	0	4	0	0	0	21	0,25%
<i>Pseudosinella triocellata</i>	0	0	8	4	19	15	16	0	0	0	0	62	0,74%
<i>Seira</i> sp.1	147	423	356	654	1598	621	2539	723	367	430	148	8006	95,74%
<i>Sphaeridia piauienses</i>	0	0	0	1	3	1	0	0	2	0	1	8	0,10%
<i>Trogolaphysa</i> sp.1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01%
Abundância total:												8362	

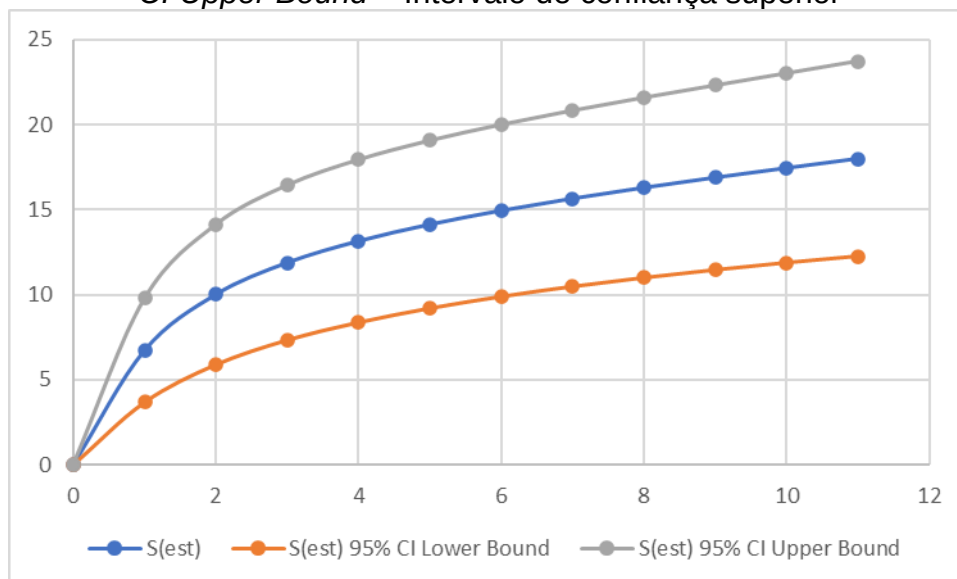
Fonte: Produção do próprio autor.

5.2 ESFORÇO AMOSTRAL

5.2.1 PERÍODO CHUVOSO

A Figura 9 mostra a curva de acumulação de espécies, construída para avaliar a eficiência do esforço amostral, baseado nas 11 amostras, com limites superior e inferior. A eficiência de coleta não foi máxima, pois a curva não mostra uma completa estabilização, e isso nos dá o entendimento de que há espécies no local de coleta que não foram amostradas.

Figura 9 – Curva de acumulação de espécies baseada em 11 amostras, com intervalos de confiança superior e inferior. Legenda: S(est) - riqueza de espécies observada, S(est) 95% CI Lower Bound - Intervalo de confiança inferior, S(est) 95% CI Upper Bound – Intervalo de confiança superior



Fonte: Produção do próprio autor.

Para avaliar a eficiência do esforço de coleta, a riqueza de espécies observada foi comparada com a riqueza de espécies esperada, calculada a partir dos estimadores não-paramétricos Chao 1, Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 e Bootstrap (Figura 10).

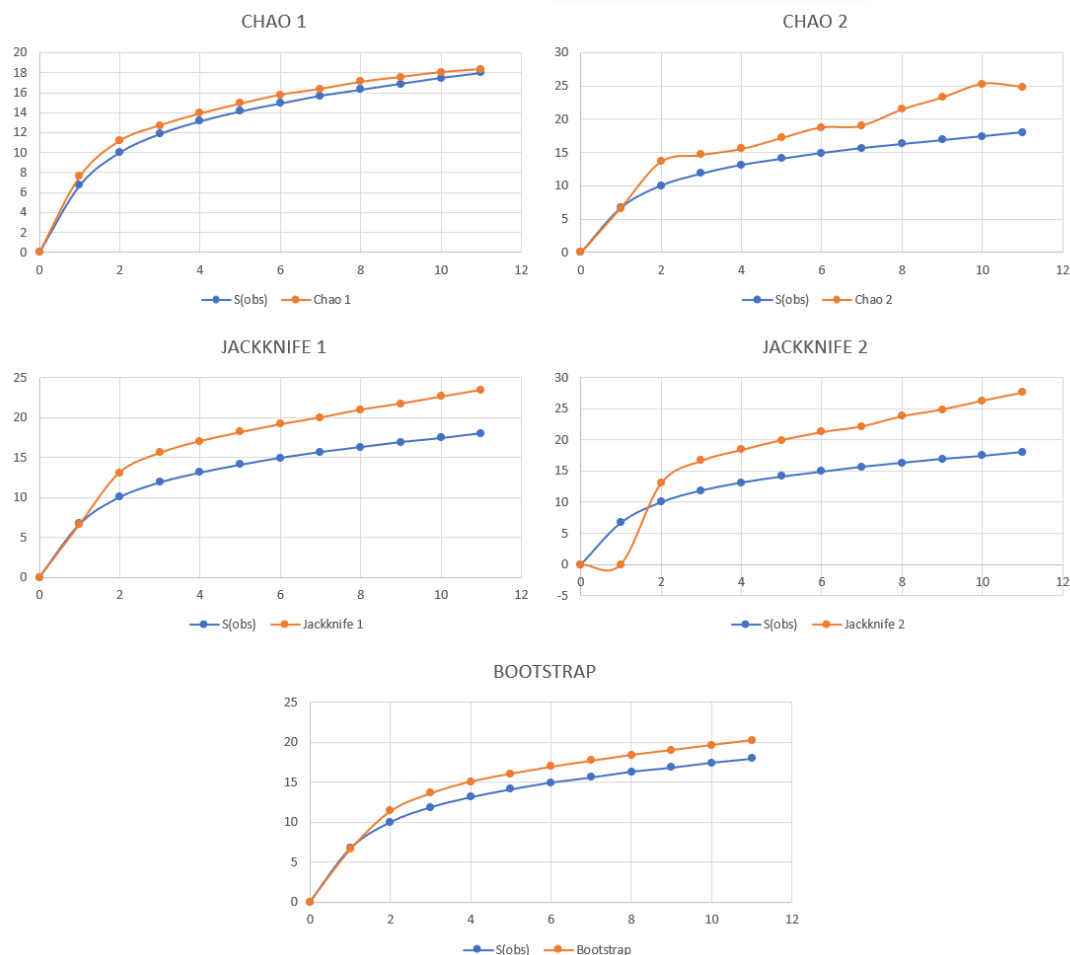
A estimativa feita pelo estimador Chao 1 foi de 18,33 espécies, Chao 2 foi de 24,82, *Jackknife 1* foi de 23,45, *Jackknife 2* foi de 27,63 e *Bootstrap* foi de 20,28 (Tabela 3), com uma suficiência amostral de 98%, 73%, 77%, 65% e 89%, respectivamente.

Tabela 3 – Riqueza de espécies observada e estimada pelos estimadores Chao 1, Chao 2, *Jackknife 1*, *Jackknife 2* e *Bootstrap*

Amostras	S(obs)	Chao 1	Chao 2	<i>Jackknife 1</i>	<i>Jackknife 2</i>	<i>Bootstrap</i>
1	6,73	7,65	6,64	6,64	0	6,64
2	10,02	11,19	13,69	13,08	13,08	11,46
3	11,89	12,72	14,68	15,58	16,72	13,67
4	13,16	13,93	15,62	17,05	18,44	15,06
5	14,14	17,23	17,23	18,19	19,91	16,08
6	19,95	15,77	18,8	19,21	21,25	16,97
7	15,66	16,38	19,04	20	22,16	17,71
8	16,3	17,13	21,49	20,97	23,79	18,41
9	16,89	17,57	23,33	21,71	24,84	19,01
10	17,45	18,04	25,31	22,62	26,3	19,67
11	18	18,33	24,82	23,45	27,63	20,28
Suficiência amostral		98%	73%	77%	65%	89%

Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 10 – Comparativo entre a riqueza de espécies observada (Sobs) e a riqueza de espécies estimada por diferentes estimadores não-paramétricos. A - Estimador de riqueza Chao 1; B - Estimador de riqueza Chao 2; C - Estimador de riqueza Jackknife 1; D – Estimador de riqueza Jackknife 2; E – Estimador de riqueza Bootstrap

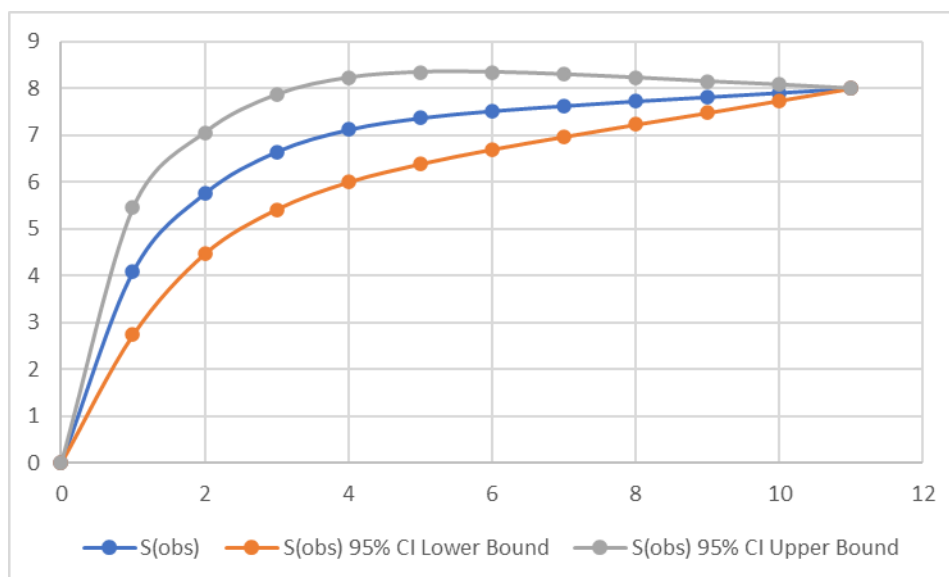


Fonte: Produção do próprio autor.

5.2.2 PERÍODO SECO

A Figura 11 mostra a curva de acumulação de espécies, construída para avaliar a eficiência do esforço amostral, baseado nas 11 amostras, com limites superiores e inferiores. A curva mostra uma clara tendência de estabilização e nos dá o entendimento de que a amostragem foi satisfatória.

Figura 11 – Curva de acumulação de espécies baseada em 11 amostras, com intervalos de confiança superior e inferior. Legenda: S(obs) - riqueza de espécies observada, S(obs) 95% CI Lower Bound - Intervalo de confiança inferior, S(obs) 95% CI Upper Bound – Intervalo de confiança superior



Fonte: Produção do próprio autor.

Para avaliar a eficiência do esforço de coleta, a riqueza de espécies observada foi comparada com a riqueza de espécies esperada, calculada a partir dos estimadores não-paramétricos Chao 1, Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 e Bootstrap (Figura 12).

De acordo com os estimadores de riqueza de espécies utilizados, a suficiência amostral do período seco ficou entre 82% e 100% (Tabela 4). Sendo assim, a riqueza esperada com base nos estimadores Chao 1 foi de 8 espécies, Chao 2 foi de 8, *Jackknife 1* foi de 8,91, *Jackknife 2* foi 9,73 e *Bootstrap* foi de 8,29 (Tabela 4), com uma suficiência amostral relativa de 100%, 100%, 90%, 82% e 96%, respectivamente.

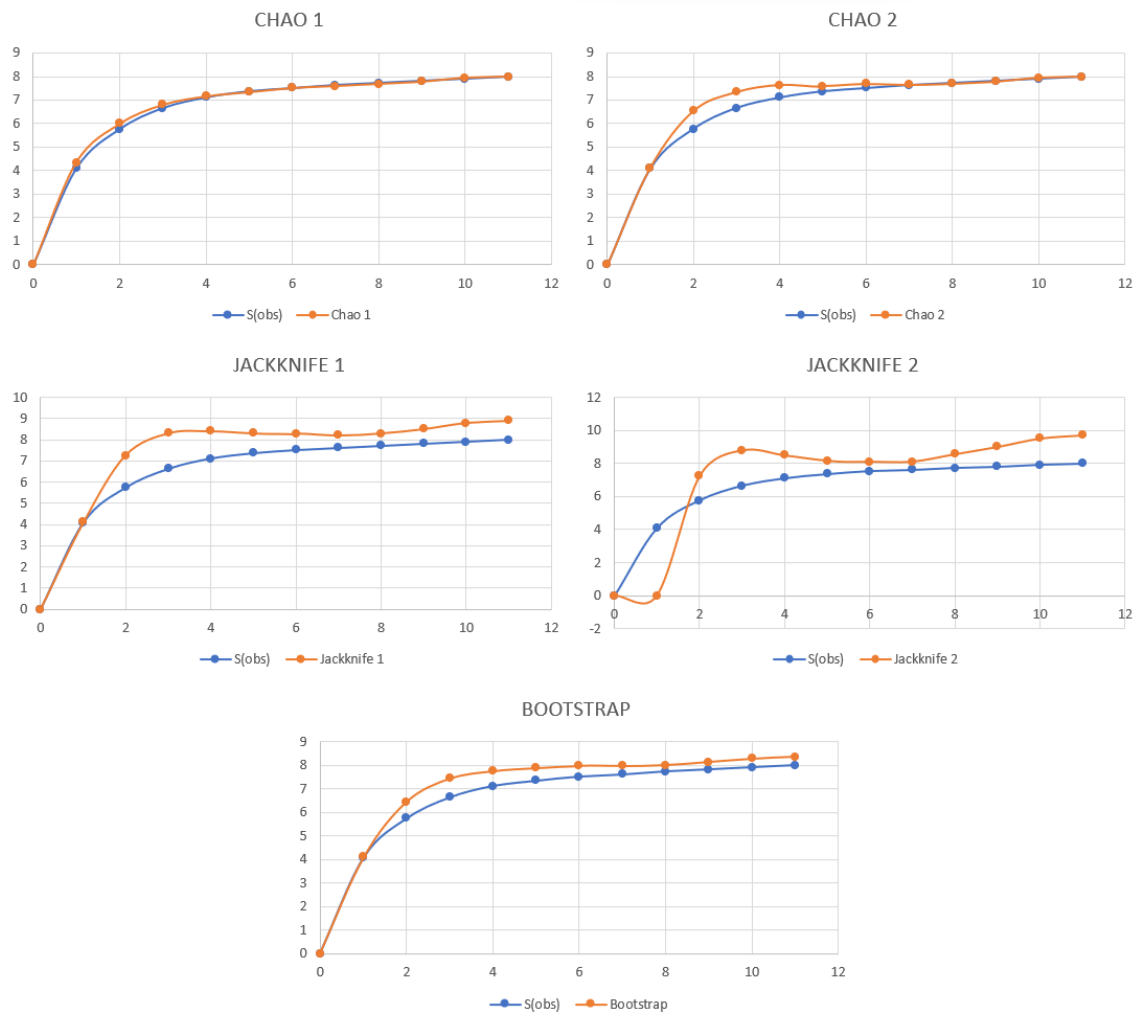
Tabela 4 – Riqueza de espécies observada e estimada pelos estimadores não paramétricos Chao 1, Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 e Bootstrap. A suficiência amostral (%) foi calculada pela razão entre a riqueza observada e o valor médio calculado por cada estimador

Amostras	S(est)	Chao 1	Chao 2	Jackknife 1	Jackknife 2	Bootstrap
1	4,09	4,35	4,12	4,12	0	4,12
2	5,76	6,02	6,54	7,25	7,25	6,45
3	6,65	6,81	7,35	8,32	8,79	7,44
4	7,12	7,17	7,63	8,41	8,51	7,77
5	7,37	7,35	7,58	8,31	8,15	7,89
6	7,52	7,52	7,69	8,29	8,11	7,98
7	7,63	7,59	7,65	8,21	8,1	7,98

8	7,73	7,68	7,7	8,29	8,57	8,01
9	7,82	7,8	7,8	8,51	9,02	8,13
10	7,91	7,94	7,94	7,79	9,54	8,29
11	8	8	8	8,91	9,73	8,29
Suficiência amostral	100%	100%	100%	90%	82%	96%

Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 12 – Comparativo entre a riqueza de espécies observada (Sobs) e a riqueza de espécies estimada por diferentes estimadores não-paramétricos. A - Estimador de riqueza Chao 1; B - Estimador de riqueza Chao 2; C - Estimador de riqueza Jackknife 1; D – Estimador de riqueza Jackknife 2; E – Estimador de riqueza Bootstrap



Fonte: Produção do próprio autor.

5.3 DIVERSIDADE DE ESPÉCIES

5.3.1 PERÍODO CHUVOSO

O valor observado do Índice de Shannon (H') foi de 1.794, enquanto o Índice de Shannon máximo ($H_{\max}$) foi de 2,89 (Tabela 5), indicando que a diversidade de Collembola na área amostrada é alta no período chuvoso, e a distribuição dos indivíduos em cada espécie é irregular, visto que foram encontradas 18 espécies, sendo que *Arlesminthurus* sp.1 e *Sphaeridia piauienses* constituem 72% da abundância total da comunidade.

O valor do Índice de Equitabilidade de Pielou (J') foi de 0,620, um valor que reflete uma homogeneidade relativamente baixa na composição da comunidade estudada.

Tabela 5 – Cálculo do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') para Collembola em uma mancha de Caatinga do Parque Nacional de Sete Cidades do Estado do Piauí, Brasil, no período chuvoso

Espécies / Ponto amostral	Total	Abundância relativa (pi)	Ln pi	pi x Ln pi
<i>Arlesminthurus</i> sp.1	369	52,05%	-2,926269367	-0,33988537
<i>Capbrya brasiliensis</i>	15	2,12%	-3,855805325	-0,081575571
<i>Collophora aff. brasilis</i>	8	1,13%	-4,484413985	-0,050599876
<i>Cyphoderus equidenticulati</i>	2	0,28%	-5,870708346	-0,016560531
<i>Denisiella</i> sp.1	38	5,36%	-2,926269367	-0,156838132
<i>Isotomidae</i> sp.1	72	10,16%	-2,287189408	
<i>Lepidocyrtinus</i> sp.1	8	1,13%	-4,484413985	-0,050599876
<i>Lepidocyrtus</i> sp.1	14	1,97%	-3,924798197	-0,077499541
<i>Parasminthurides spinosus</i>	10	1,41%	-4,261270434	-0,060102545
<i>Pseudosinella triocelata</i>	20	2,82%	-3,568123253	-0,100652278
<i>Seira ritaei</i>	4	0,56%	-5,177561165	-0,0292105
<i>Seira</i> sp.1	30	4,23%	-3,162658145	-0,232267472
<i>Sphaeridia piauienses</i>	76	10,72%	-2,233122186	-0,23937558
<i>Stenognathriopes (Tenentiella)</i> sp.1	2	0,28%	-5,870708346	-0,016560531
<i>Temeritas paradoxalis</i>	1	0,14%	-6,563855527	-0,009257906
<i>Trogolaphysa piracurucaensis</i>	10	1,41%	-4,261270434	-0,060102545
<i>Trogolaphysa</i> sp.1	29	4,09%	-3,196559697	-0,130747858
<i>Varelasminthurus aff. potiguarus</i>	1	0,14%	-6,563855527	-0,009257906
Índice de Shannon (H'):				1,794915943

Índice de Shannon máximo ($H_{\max}$):	2,890371758
Índice de Pielou (J'):	0,620998298

Fonte: Produção do próprio autor.

5.3.2 PERÍODO SECO

O valor observado do Índice de Shannon (H') foi de 0,229, enquanto o Índice de Shannon máximo ($H_{\max}$) foi de 2,079 (Tabela 6), indicando que a diversidade de Collembola na área amostrada é muito baixa no período chuvoso, e a distribuição dos indivíduos em cada espécie é irregular, visto que foram encontrados 8 espécies, sendo que *Seira* sp.1 e *Capbrya brasiliensis* constituem 98% da fauna.

O valor do Índice de Equitabilidade de Pielou (J') foi de 0,110, um valor que reflete uma homogeneidade baixa na composição da comunidade estudada.

Tabela 6 – Cálculo do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') para Collembola em uma mancha de Caatinga do Parque Nacional de Sete Cidades do Estado do Piauí, Brasil, no período seco

Espécies / Ponto amostral	Total	Abundância relativa (p_i)	$\ln p_i$	$p_i \times \ln p_i$
<i>Arlesminthurus</i> sp.1	39	0,5%	-5,367891266	-0,025035609
<i>Capbrya brasiliensis</i>	211	2,5%	-3,679594778	-0,092847943
<i>Denisiella</i> sp.1	14	0,2%	-6,392395582	-0,010702408
<i>Lepidocyrtinus</i> sp.1	21	0,3%	-5,986930474	-0,015035343
<i>Pseudosinella triocellata</i>	62	0,7%	-4,904318527	-0,036363041
<i>Seira</i> sp.1	8006	97,7%	-0,043506372	-0,041654152
<i>Sphaeridia piauienses</i>	8	0,1%	-6,95201137	-0,006651051
<i>Trogolaphysa</i> sp.1	1	0,0%	-9,031452912	-0,001080059
Índice de Shannon (H'):				0,229369606
Índice de Shannon máximo ($H_{\max}$):				2,079441542
Índice de Pielou (J'):				0,110303464

Fonte: Produção do próprio autor.

5.4 INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS SOBRE OS PADRÕES DE RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ESPÉCIES

5.4.1 PERÍODO CHUVOSO

Uma das mais importantes características dos componentes ambientais é que, como todas as variáveis, elas podem ser altamente relacionadas entre si. Para avaliar essas correlações foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA), utilizando os parâmetros ambientais de Temperatura do Solo ($^{\circ}\text{C}$), Altura do Folhicho (cm), Umidade do solo (%) e Cobertura do dossel (%) (Tabela 7).

Tabela 7 – Valores dos parâmetros ambientais medidos nos 11 pontos amostrais de um transecto de 100 metros demarcado em uma mancha de Caatinga no Parque Nacional de Sete Cidades no Estado do Piauí, Brasil. Foram medidos os valores de temperatura do solo (°C), altura do folheto (cm), umidade do solo (%), Temperatura do Ar (°C) e Cobertura do dossel (%) do período chuvoso

Parâmetro / Ponto amostral	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Média
Temp. solo (°C)	27,5	29	28	29	28	29,5	28,5	27,5	31	32	31,5	29,2
Folheto (cm)	0	0	2,1	2,7	1,9	1,9	2,7	1,5	0	0	0	1,16
Cobertura do dossel (%)	0,03	0	0,93	0,94	0,82	0,80	0,80	0,79	0	0,05	0	0,46
Umidade solo (%)	0,13	0,10	0,16	0,37	0,12	0,13	0,17	0,16	0,12	0,12	0,19	0,16
Temp. ar (°C)	28,5	30	29	30,5	29,5	31	31	31	34	33,5	34	31,3

Fonte: Produção do próprio autor.

5.4.2 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

De forma exploratória, a PCA, analisou todas as variáveis ambientais e sua associação com cada um dos pontos de coleta. Como resultado, o Componente principal 1 explicou a maior parte da variação dos dados, um total de 59,225%, o Componente 2 explicou um total de 28,816% da variação dos dados observados na análise (Tabela 8).

Tabela 8 – Análise de Componentes Principais com a contribuição de cada eixo para explicar a variação observada nos dados de temperatura do solo, umidade do solo, temperatura do ar e Cobertura do dossel dentro do ambiente analisado

Eixos	Valores dos eixos	% de variação
1	2,3690	59,225
2	1,1526	28,816
3	0,3861	9,6529
4	0,0922	2,3061

Fonte: Produção do próprio autor.

No eixo PC 1, a variável Temperatura do Solo apresentou o maior peso, com um valor de 0,6020. No eixo PC 2, a variável com maior peso foi a Umidade do Solo com um valor de 0,8321.

Tabela 9 – Valores da influência das variáveis ambientais de temperatura do solo, altura do folheto, Cobertura do dossel, temperatura do ar e umidade do solo dentro dos eixos PC 1 a PC 4 na Análise de Componentes Principais

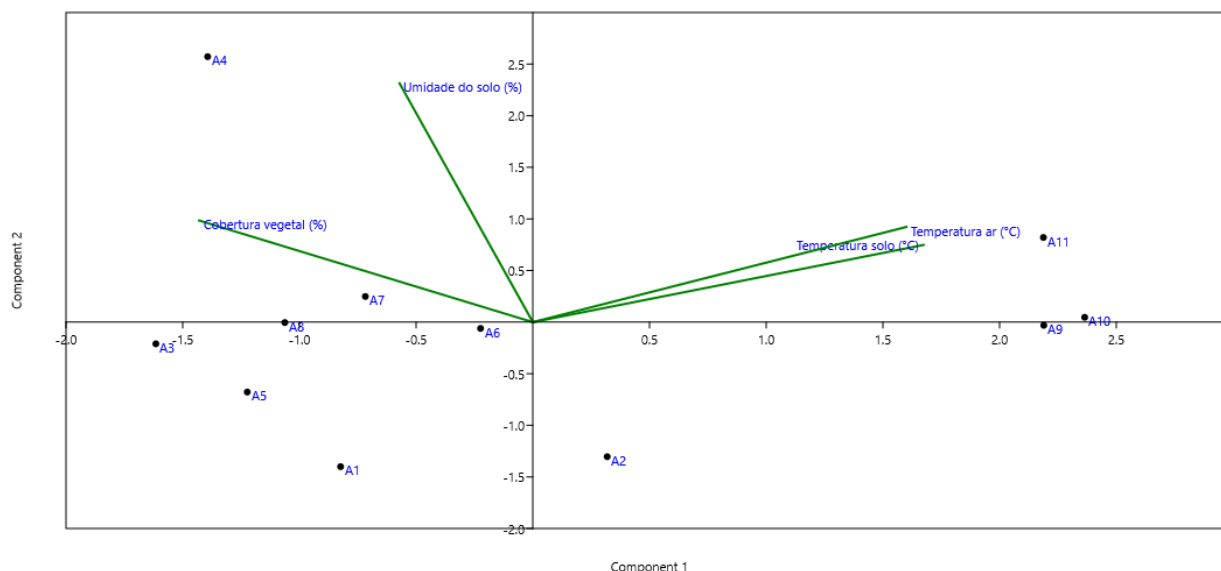
Variáveis/Eixos	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4
Temperatura solo (°C)	0,6020	0,2690	0,1407	0,7385
Temperatura ar (°C)	0,5755	0,3316	0,3554	-0,6577
Umidade do solo (%)	-0,2053	0,8321	-0,5139	-0,0378

Cobertura do dossel (%)	-0,5140	0,3540	0,7680	0,1438
--------------------------------	---------	--------	--------	--------

Fonte: Produção do próprio autor.

A figura 13 mostra os resultados da PCA por meio do gráfico *biplot*. Considerando as variáveis avaliadas, é possível perceber uma maior influência das variáveis temperatura do solo e temperatura do ar na explicação dos dados do eixo PC 1, Cobertura do dossel e umidade solo no eixo PC 2. Ao analisar a relação entre as variáveis estudadas, percebeu-se uma forte associação entre altura do folhicho e umidade do solo, o que faz sentido, uma vez que as folhas se acumulam sobre o solo ajudam a reter a umidade, solo exposto fica diretamente em ação sol e vento, que rouba a umidade. Concluímos que, com maior queda de folhas, temos folhicho e mais retenção de água no solo. Com base nisso, excluimos a variável da altura do folhicho por possuir um percentual de explicação dos dados menor do que a Cobertura do dossel, e por possuir menor influência sobre o eixo PC1, que explica a maior parte da variação dos dados (Figura 20).

Figura 13 – Representação gráfica dos resultados da Análise de Componentes Principais. Esquema de dispersão com a contribuição de cada variável nos PC 1 e 2, construído a partir das variáveis ambientais de temperatura do solo, Cobertura do dossel, umidade do solo e temperatura do ar



Fonte: Produção do próprio autor.

5.4.3 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA (CCA)

Com base na CCA, a maior parte da variação dos dados está sendo explicada pelo eixo 1, explicando 65,71% dos dados, seguido em menor escala pelo eixo 2, que explica 22,42% da variação dos dados (Tabela 10).

Tabela 10 – Análise de Correspondência Canônica com valores da influência das variáveis ambientais de umidade do solo, altura do folhicho, temperatura do ar, temperatura do solo e Cobertura do dossel dentro do ambiente analisado

Eixos	Autovalores	%
1	0,6744	65,7100
2	0,2301	22,4200
3	0,1218	11,8700
4	1,72E-05	0,001681

Fonte: Produção do próprio autor.

No eixo PC1, a variável temperatura do solo apresentou o maior peso, com um valor de 0,6020. No eixo PC2, a variável com maior peso foi a temperatura do solo, com um valor de 0,8321 (Tabela 11).

Tabela 11 – Análise de Correspondência Canônica com valores da influência das variáveis ambientais de temperatura do solo e altura do folhicho, umidade do solo e Cobertura do dossel dentro dos eixos 1 e 2

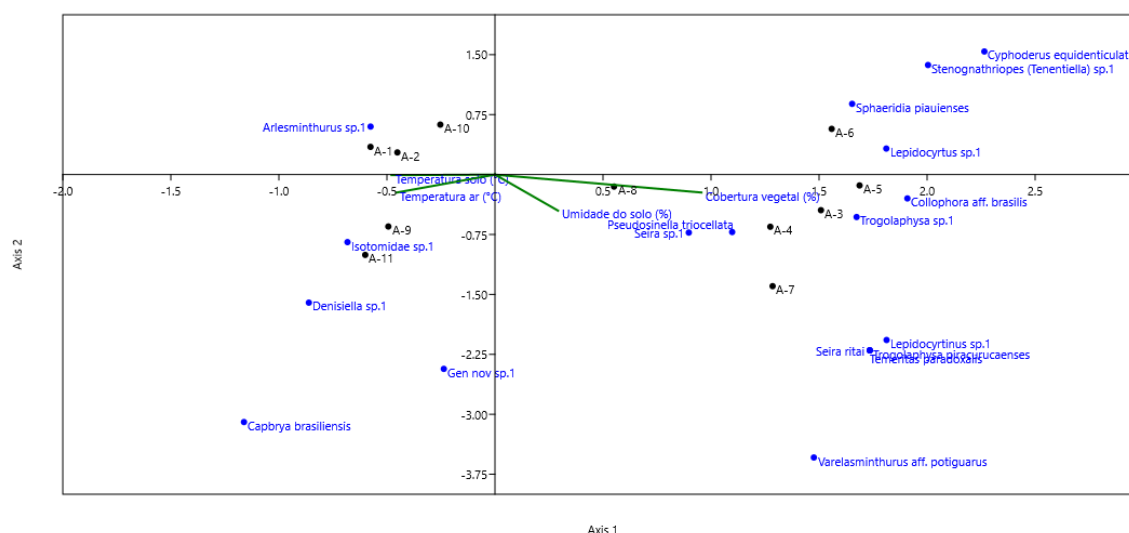
	PC 1	PC 2
Temperatura solo (°C)	0,6020	0,2690
Temperatura ar (°C)	0,5755	0,3316
Umidade do solo (%)	-0,2053	0,8321
Cobertura do dossel (%)	-0,5140	0,3540

Fonte: Produção do próprio autor.

Com os resultados da CCA, foi gerado um gráfico *triplot* que evidencia a influência de cada variável nos eixos 1 e 2, e com a distribuição das espécies coletadas e dos pontos amostrais em função dessas variáveis (Figura 14). O plano cartesiano do lado esquerdo mostra as espécies *Arlesminthurus* sp.1, *Isotomidae* sp.1, *Denisiella* sp.1, *Capbrya brasilienses*, e estão associadas positivamente à temperatura do solo e ar. Elas estão sofrendo uma influência negativa das variáveis associadas ao eixo 1, umidade do solo e Cobertura do dossel. No lado direito (Figura 14), mostra as variáveis que mais influenciaram o eixo 1 foi temperatura do ar e solo: *Cyphoderus equidenticulati*, *Stenognathriopes (Tenentiella)* sp.1, *Sphaeridia piauienses*, *Lepidocyrtus* sp.1, *Collophora aff. brasillis*, *Trogolaphysa* sp.1, *Pseudosinella triocellata*, *Seira* sp.1, *Lepidocyrtinus* sp.1, *Seira ritaixq*,

Trogolaphysa piracurucaensis, *Temeritas paradoxalis* e *Varelasminthurus aff. potiguarus*.

Figura 14 – Representação gráfica dos resultados da Análise de Correspondência Canônica. Esquema de dispersão com a contribuição de cada variável nos eixos 1 e 2, construído a partir das variáveis ambientais de umidade do solo, temperatura do solo, temperatura do ar e Cobertura do dossel.



Fonte: Produção do próprio autor.

5.4.4 PERÍODO SECO

No período seco, foram realizadas também a Análise de Componentes Principais (PCA) e a Análise de Correspondência Canônica (CCA), utilizando os mesmos parâmetros ambientais mensurados no período chuvoso (Tabela 12).

Tabela 12 – Valores dos parâmetros ambientais medidos nos 11 pontos amostrais de um transecto de 100 metros demarcado em uma mancha de Caatinga no Parque Nacional de Sete Cidades no Estado do Piauí, Brasil. Foram medidos os valores de temperatura do solo (°C), altura do folhicho (cm), umidade do solo (%), Temperatura do Ar (°C) e Cobertura do dossel (%) do período seco

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Média
Temperatura do solo (°C)	34	34,5	30,5	31	31	31	32	34	38	39	39	34,0
Altura do folhicho (cm)	0	0	1,8	4,4	2,2	2,7	2,4	1,4	0	0	0	1,35
Cobertura do dossel (%)	0	0,08	0,92	0,76	0,45	0,52	0,82	0,05	0	0,02	0	0,32
Umidade solo (%)	0,02	0,008	0,02	0,05	0,01	0,02	0,003	0,15	0,002	0,001	0,00	0,02
Temperatura do ar (°C)	34	34	34	34,5	36	36	36,5	35	37	37	39	35,7

Fonte: Produção do próprio autor.

5.4.5 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

De forma exploratória, a PCA analisou todas as variáveis ambientais e cada um dos pontos de coleta para ver a associação, como resultado, o eixo 1 explicou a maior parte da variação dos dados, um total de 58,76%, o eixo 2 explicou um total de 23,43% (Tabela 13).

Tabela 13 – Análise de Componentes Principais com a contribuição de cada eixo para explicar a variação observada nos dados de temperatura do solo, altura do folhio, umidade do solo, temperatura do ar e Cobertura do dossel dentro do ambiente analisado.

Eixos	Valores dos eixos	% de variação
1	2,9384	58,7680
2	1,1719	23,4380
3	0,6877	13,7530
4	0,1108	2,2161
5	0,0913	1,8251

Fonte: Produção do próprio autor.

No eixo PC 1, a variável Temperatura do solo apresentou o maior peso, com um valor de 0,5596. No eixo PC 2, a variável com maior peso foi a Umidade do Solo com um valor de 0,7606 (Tabela 14).

Tabela 14 – Valores da influência das variáveis ambientais de temperatura do solo, altura do folhio, Cobertura do dossel, temperatura do ar e umidade do solo dentro dos eixos PC 1 a PC 5 na Análise de Componentes Principais.

Variáveis/Eixos	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
Temperatura solo (°C)	-0,5596	-0,0323	0,1564	0,2606	0,7703
Temperatura ar (°C)	-0,3656	0,4659	0,7017	0,0208	-0,3955
Altura folhio (cm)	0,5154	0,1793	0,4334	-0,5368	0,4756
Umidade do solo (%)	0,1935	-0,7606	0,5425	0,2835	-0,0974
Cobertura do dossel (%)	0,5001	0,4138	0,0314	0,7504	0,1204

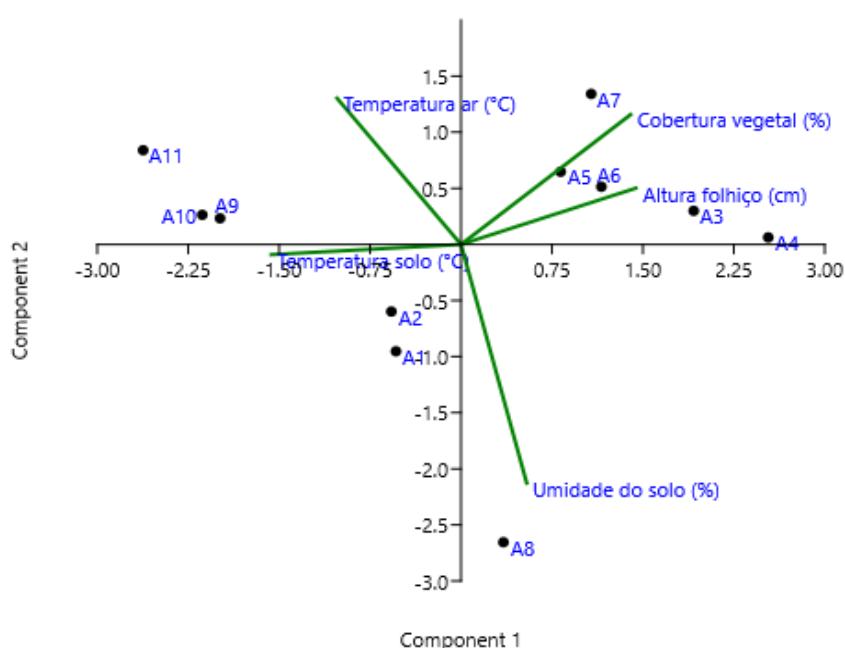
Fonte: Produção do próprio autor.

A Figura 15 mostra os resultados da PCA por meio do gráfico *biplot*. Ao analisar a relação entre as variáveis estudadas, percebeu-se uma associação entre altura do folhio e cobertura do dossel no PC 1, o que faz sentido, uma vez que uma maior Cobertura do dossel é proporcional a uma maior queda de folhas PC1, que explica a maior parte da variação dos dados quanto mais folhio, mais a temperatura do solo diminui. Desta maneira os fatores mais importantes, por serem os mais representativos na análise dos dados, foram temperatura do solo, temperatura do ar

e cobertura do dossel, cujos autovalores obtiveram um percentual expressivo de explicação sobre os dois componentes principais, PC1 e PC2.

Já a temperatura do ar no PC 2 (Figura 15), ou seja, maior a queda das folhas é proporcionada pela cobertura do dossel.

Figura 15 – Representação gráfica dos resultados da Análise de Componentes Principais. Esquema de dispersão com a contribuição de cada variável nos componentes 1 e 2, construído a partir das variáveis ambientais de temperatura do solo, altura do folhicho, Cobertura do dossel, umidade do solo e temperatura do ar.



Fonte: Produção do próprio autor.

5.4.6 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA (CCA)

A Análise de Correspondência Canônica (CCA), analisa a influência dos parâmetros ambientais sobre os padrões de riqueza e abundância de espécies. Com base na CCA, a maior parte da variação dos dados está sendo explicada pelo eixo 1, explicando 91,23% dos dados, seguido em menor escala pelo eixo 2, que explica 6,62% da variação dos dados (Tabela 15).

Tabela 15 – Análise de Correspondência Canônica com valores da influência das variáveis ambientais de umidade do solo, altura do folhicho, temperatura do ar, temperatura do solo e Cobertura do dossel dentro do ambiente analisado.

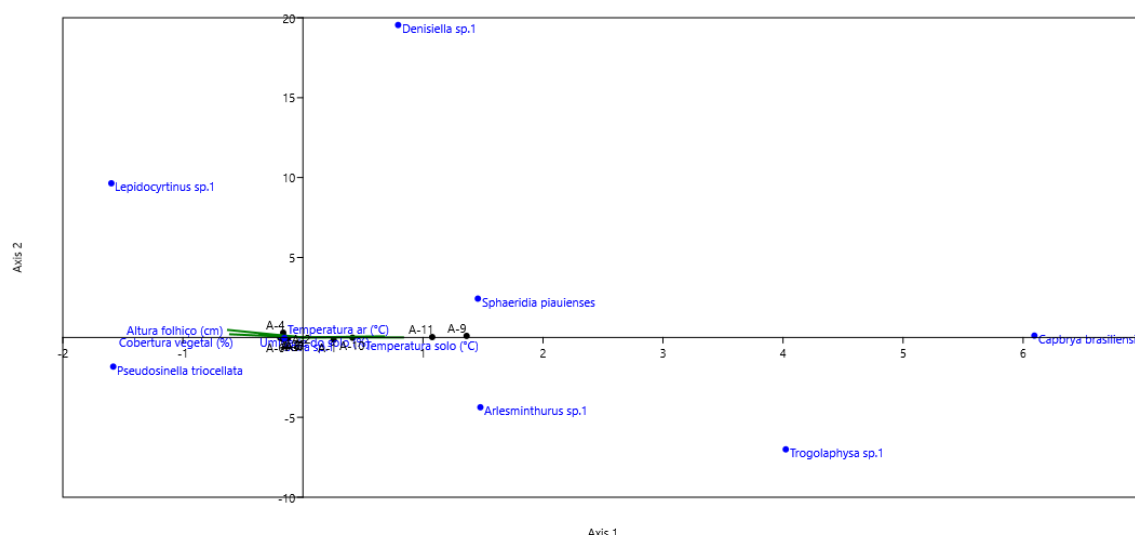
Eixos	Autovalores	%
1	0,097893	91,23

2	0,007107	6,623
3	0,001544	1,439
4	0,00076241	0,7105
5	2,15E-07	0,000201

Fonte: Produção do próprio autor.

Com os resultados da CCA, foi gerado um gráfico *triplot* que evidencia a influência de cada variável nos eixos 1 e 2, e com a distribuição das espécies coletadas e dos pontos amostrais em função dessas variáveis (Figura 16). O plano cartesiano no lado esquerdo mostra que: *Lepidocyrtinus* sp.1, *Seira* sp.1 e *Pseudosinella triocellata* estão associados positivamente a altura do folhicho e Cobertura do dossel, no eixo 1. Lado direito do gráfico (Figura 16), encontram-se as espécies que estão positivamente correlacionadas a temperatura do solo e ar, sendo elas: *Denisiella* sp.1, *Capbrya brasiliensis*, *Sphaeridia piauienses*, *Arlesminthurus* sp.1 e *Trogolaphysa* sp.1.

Figura 16 – Representação gráfica dos resultados da Análise de Correspondência Canônica. Esquema de dispersão com a contribuição de cada variável nos eixos 1 e 2, construído a partir das variáveis ambientais de umidade do solo, temperatura do solo, altura do folhicho, temperatura do ar e Cobertura do dossel.



Fonte: Produção do próprio autor.

5.5 NOVOS REGISTROS DE OCORRÊNCIA

A área amostrada já possui alguns registros de Collembola provenientes de estudos anteriores. Já existe o registro da ordem Entomobryomorpha, sendo as espécies *Trogolaphysa piracurucaensis*, *Cyphoderus equidenticulati* e *Pseudosinella*

triocellata que foram descritas por Nunes e Bellini (2018), e a espécie *Capbrya brasiliensis* que foi descrita por Nunes et al., (2020).

Trogolaphysa sp.1, *Lepidocyrtus* sp.1, *Lepidocyrtinus* sp.1, *Seira jiboensis*, *Seira ritae*, *Seira* sp.1 estão sendo registradas pela primeira vez que no Parque Nacional de Sete Cidades.

Já a ordem Symphypleona vem sendo registrada pela segunda vez, visto que no trabalho de Medeiros et al., (2022) é descrito um novo gênero de Sminthurididae no PNSC. Dessa forma, adicionamos novos registros das espécies *Sphaeridia piauenses*, *Denisiella* sp.1, *Stenognathriopes* sp.1, *Collophora aff. brasiliis* e *Temeritas paradoxalis* que estão sendo registrados pela primeira vez.

6 DISCUSSÃO

6.1 ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE COLLEMBOLA DE UMA MANCHA DE CAATINGA DO PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES

A abundância total nesse estudo foi de 9.071 espécimes em uma mancha de Caatinga do Parque Nacional de Sete Cidades, Estado do Piauí. Sendo o gênero *Seira* o mais abundante no período seco com 8.006 espécimes, e a espécie *Arlesminthurus* sp.1 mais abundante no período chuvoso com 369 espécimes. Em relação a riqueza de espécies, o período seco se destacou com a família Entomobryidea, no trabalho de Bellini e Zeppelini (2009), a família Entomobryidae se destacou como a mais diversa no Estado da Paraíba, em área de transição entre Caatinga e Mata Atlântica, onde o gênero *Seira* apresentou maior riqueza de espécies, por ser um ponto de acesso de diversidade para o gênero, além da referência de ambientes tropicais, no entanto o método de coleta foi diferente, com o uso de funis de Berlese-Tullgren e coleta ativa utilizando aspiradores entomológicos. O mesmo gênero também foi presente no trabalho de Rodrigues (2023), no período seco, com abundância total de 19.396 no PNSC. Rocha (2013), verifica que o mesmo gênero foi mais abundante no período seco, isso apresenta condições ambientais que favorecem a dominância de *Seira* como sua resistência ao ambiente e uma relação entre a redução de predadores. Trabalhos citados anteriormente foram realizados em áreas próximas de Caatinga, e apresentam em comum o gênero *Seira* como o mais rico entre os gêneros coletadas pertencentes à família

Entomobryidea. Este trabalho associado aos períodos, a família Entomobryidae teve maior riqueza no período de seca e menor riqueza no chuvoso.

O presente trabalho obteve a segunda maior abundância da espécie *Capbrya brasiliensis* representando um total de 211 indivíduos no período seco, comparando com o trabalho de Rodrigues (2023) coletado em um ecótono Caatinga-cerrado do PNSC a espécie teve apenas 4 espécimes. Em Nunes, Costa e Bellini (2020), os espécimes foram coletados em áreas com gramíneas nativas, pequenas árvores e arbustos, onde a mesma espécie teve distribuição em três parques nacionais no Piauí, sendo eles o Parque Nacional da Serra das Confusões, com a transição entre os biomas Caatinga e Cerrado, coletados na borda superior de um cânion formado pela erosão de arenitos, conhecido como Riacho dos Bois, com um solo arenoso e raso, no Parque Nacional Serra da Capivara, no bioma Caatinga com vegetação adaptada ao clima semiárido e o Parque Nacional de Sete Cidades, o mesmo deste trabalho situado em uma zona de transição entre os biomas Caatinga e Cerrado, com machas bem definidas de cada bioma.

Na ordem Symphypleona, a espécie *Arlesminthurus* sp.1 foi mais abundante no período chuvoso, segundo Cipola *et al.* (2018), algumas espécies de *Arlesminthurus* podem ser encontradas próximas de poças d'água, ou seja, esses espécimes têm duas preferências aos ambientes úmidos. A segunda mais abundante da espécie representada pela mesma ordem no período chuvoso foi *Sphaeridia piauienses* descrita por Medeiros *et al.* (2023).

6.2 NOVOS REGISTROS DE OCORRÊNCIA

A grande maioria dos táxons encontrados neste trabalho representam novos registros de ocorrência e até novas espécies, ainda não descritas. Das vinte e seis espécies amostradas, apenas doze já foram descritas.

Essa grande maioria de espécies registradas pela primeira vez, muitas das quais ainda não descritas, mostra a necessidade de se inventariar novas áreas de Cerrado e de Caatinga. No trabalho de Nunes (2019), no qual foi realizado um inventário taxonômico para a área, resultou na descrição de quatro espécies para a região, assim como o trabalho de Freitas (2022), que amostrou novas espécies em uma área relativamente pequena do Parque. Isso significa que muitas áreas em diferentes locais do Brasil, com potencial diversidade de Collembola, nunca foram

inventariadas e que estudos como esse podem ampliar significativamente o conhecimento sobre a diversidade do grupo na Região Neotropical.

6.3 DIVERSIDADE DE COLLEMBOLA

O valor de H' observado no período chuvoso foi de 1,794, enquanto a diversidade de Shannon máxima ($H'_{\max}$) estimada foi de 2,890. Isso indica que a diversidade de Collembola na área estudada é relativamente alta no período chuvoso, mas que a distribuição dos indivíduos em cada espécie é irregular, visto que em um total de 18 espécies, somente *Arlesminthurus* sp.1, *Sphaeridia piauienses*, *Isotomidae* sp.1 e *Denisiella* sp.1 constituem 51,26% da fauna. O índice de Pielou foi de 0,620, refletindo essa heterogeneidade na composição da comunidade. Se compararmos com trabalhos anteriores a respeito da diversidade de Collembola no Parque Nacional de Sete Cidades, este trabalho é o que houve maior diversidade de espécies. Nos trabalhos de Freitas (2022); Silva (2022); Lima (2022) e Rodrigues, Silva (2023), os autores estudaram a diversidade de Entomobryomorpha em três áreas distintas do Parque Nacional de Sete Cidades no período chuvoso, sendo área de cerrado, mata ciliar, cerradão e cerrado *stricto sensu*, respectivamente, e este trabalho apresenta a diversidade de duas ordens no período chuvoso, na qual pode ser comparado aos trabalhos citados acima, ainda assim.

No trabalho de Silva (2022) foram contabilizados 4 espécies diferentes com este trabalho, sendo a *Lepidosira neotropicalis*, *Salina bellini*, *Seira* sp.2 e *Seira* sp.3 com abundância total das três espécies foram de 20 espécimes. Rodrigues (2023) foram 8 espécies diferentes, sendo *Arborianna* aff. *cupiubae*, *Prorastriopes* sp.1, *Adisianus* aff. *maculatus*, *Seira* sp.2, *Seira* sp.3, *Seira* sp.4, *Seira* sp.5 e *Seira jiboiensis* com abundância total de 29 espécimes. Freitas (2022) foram 4 espécies diferentes, sendo a *Seira ritae*, *Seira* sp.1, *Seira* sp.2, *Seira jiboiensis*, *Lepidosira neotropicalis* e *Salina bellinii*. Lima (2022) foram 5 espécies diferentes, sendo a *Seira jiboiensis*, *Seira* sp.2, *Seira* sp.3, *Seira* sp.4 e *Salina bellinii* com abundância totalizando 22 espécimes. Todos sendo apenas no período chuvoso.

O valor de H' do período seco foi de 0,229, e o ($H_{\max}$) foi de 2,079. Isso indica que a diversidade na mesma área na seca é baixa, e a distribuição dos indivíduos de cada espécie é irregular, observando que *Seira* sp.1 e *Capbrya brasiliensis*

constituem 98 da fauna. O índice de Pielou (J') foi de 0,110 valor que reflete uma homogeneidade baixa.

Comparando com o trabalho de Rodrigues (2023) no período seco, foi coletado apenas 1 espécie diferente, sendo ela *Cyphoderus equidenticulati* com abundância de 1 espécime.

A diferença de abundância entre as áreas possivelmente se deve ao fato de que as espécies possuem diferentes ambientes e, por consequência, podem apresentar preferência por certo tipo de habitat. Martins *et al.* (2020) no seu estudo apontou que esses invertebrados apresentam sensibilidade às mudanças ambientais, como clima, temperatura e umidade. Este trabalho apresentou o valor de Shannon (H') diferente entre os períodos de coleta, onde o chuvoso apresentou maior diversidade de espécimes e corrobora com o Potapov *et al.* (2024) que os colêmbolos são especialmente numerosos em regiões frias, mas também são onipresentes em solos tropicais.

6.4 INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS SOBRE OS PADRÕES DE RIQUEZA E ABUNDÂNCIA DE ESPÉCIES

No período chuvoso o eixo 1 com menos espécies coletadas foram negativamente influenciadas pela Cobertura do dossel e umidade do solo. No entanto, no estudo realizado por Zeppelini *et al.* (2013), concluíram que a diversidade de Collembola estão mais ligadas aos parâmetros de umidade do solo, por apresentar que várias espécies podem ser encontrados em áreas sombreadas em determinados pontos de coleta. Na mancha de Caatinga no PNSC as espécies *Lepidocyrtinus* sp.1 e *Trogolaphysa piracurucaensis* foram positivamente influenciadas pelo parâmetro umidade do solo, corroborando com trabalho de Lima (2022) no PNSC em ambiente de Cerrado Stricto Senso. O gênero *Seira* presente também no trabalho de Silva *et al.*, (2022), em uma coleta de 24 horas coletou um total de 1.249 espécimes de colêmbolos entre 19 gêneros e 11 famílias em campos nativos e plantações de eucalipto, e resultou que a maior abundância foi de Entomobryoidea com 57,69% em um ambiente de pampa.

Já o período seco com maior parte das espécies na área de Caatinga no PNSC positivamente influenciadas nos parâmetros temperatura do ar e solo, como observado por Liu *et al.*, (2021) um estudo com o gênero *Seira* para dessecação e

com isso descobriu-se que eles têm resistência a altas temperaturas, foram espécimes coletados no ambiente de Floresta Afromontana do Sul em sete áreas diferentes. Godeiro (2013) afirmou em seu trabalho que este gênero tem uma boa adaptabilidade e resistência a ambientes semiáridos. Em Silva (2014) o estudo em uma área de Mata Atlântica em áreas estacionais semidecíduais apresentou que algumas espécies da ordem Symphypleona apresentaram estratégias de resistência a períodos secos, mas com um total de indivíduos reduzidos. A coleta foi realizada de forma ativa e passiva, com armadilhas de queda (*pitfall*), com 18 horas e 5 dias de esforço amostral. Trabalhos que corroboram com os resultados deste trabalho.

7 CONCLUSÃO

- O índice de equitabilidade se mostrou baixo, pois as espécies que foram amostradas nos locais de coleta em ambos os períodos apresentaram pouca uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes.
- O estudo confirmou a maior abundância do gênero *Seira* em ambientes secos; *Arlesminthurus* sp.1 no período chuvoso.
- Foi possível ampliar os registros de ocorrência de espécies no Parque Nacional de Sete Cidades, tendo em vista que é a primeira vez que gêneros e espécies da ordem Symphypleona são registradas em um trabalho de ecologia de Collembola do PNSC, sendo esse, um dado importante para a conservação da fauna no país.
- A curva de acumulação de espécies no período seco apresentou uma tendência de estabilização, ou seja, amostragem satisfatória.
 - No período chuvoso a eficiência de coleta não foi máxima, ou seja, amostragem não satisfatória.

8 REFERÊNCIAS

- ABRANTES, E.A.; BELLINI, B.C.; BERNARDO, A. N.; FERNANDES, L.H.; MENDONÇA, M.C.; OLIVEIRA, E.P.; QUEIROZ, C.G.; SAUTTER, K.D.; SILVEIRA, T.C.; ZEPPELINI, D. Errata Corrigenda and update for the “Synthesis of Brazilian Collembola: an update to the species list.” ABRANTES et al. (2010), Zootaxa, 2388: 1–22. **Zootaxa**, v. 3168, n. 1, p. 1–21, 2012.
- ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. J. N.; MARTINS, F. R. Repartição da flora lenhosa no domínio da Caatinga. In: **Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga**: suporte a estratégias regionais de conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p.15-29. 2005.
- ARAÚJO, K.C.; ANDRADE, E.B.; BRASILEIRO, A.C.; BENÍCIO, R.A.; SENA, F.P.; SILVA, R.A.; SANTOS, A.J.S.; COSTA, C.A.; ÁVILA, R.W. Anurans of Sete Cidades National Park, Piauí state, northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 24, n.4, 2020.
- ARLÉ, R.; MENDONÇA, C. Estudo preliminar das espécies de *Dicranocentrus* Schött, 1893, ocorrentes no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro (Collembola). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 42 n. 1, p. 41–49, 1982.
- BELLINGER, P.F.; CHRISTIANSEN, K.A.; JANSSENS, F. **Checklist of the Collembola of the World**, 2023. Disponível em: <http://www.collembola.org>. Acesso em: 10 de jan. de 2024.
- BELLINI, B.C.; WEINER, W.M.; WINCK, B.R. Systematics, Ecology and Taxonomy of Collembola: Introduction to the Special Issue. **Diversity**, v. 15, n. 2: 221. 2023.
- BELLINI, B.C.; ZEPPELINI, D. Registros da fauna de Collembola (Arthropoda, Hexapoda) no Estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 3, p. 386–390, 2009.
- BETSCH, JEAN-MARIE.; LASEBIKAN. B. Collemboles du Nigéria, I. Stenognathriopes, un nouveau genre de Symphypléones. **Bulletin de la Société entomologique de France**, v. 84, n. 7, p. 165-170, 1979.
- BORNER, C. Neue altweltliche Collembolen, nebst Bemerkungen zur systematik der Isotominen und Entomobryinen. **Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin**, p. 129-182, 1903.
- CASSAGNE, N.; GERS, C.; GAUQUELIN, T. Relationships between Collembola, soil chemistry and humus types in forest stands (France). **Biology and Fertility of Soils**, v. 37, p. 355–361, 2003.
- CASTAÑO-MENESES G, PALACIOS-VARGAS JG, CUTZ-POOL LQ. Feeding habits of Collembola and their ecological niche. **Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología**, v. 75, n. 1, p. 135-142, 2004.
- CHRISTIANSEN, K.; BELLINGER, P. A survey of the genus *Seira* (Hexapoda: Collembola: Entomobryidae) in the Americas. **Caribbean Journal of Science**, v. 36, p. 39–75, 2000.
- CHRISTIANSEN, K.; BELLINGER, P. The Collembola of North America, North of Rio Grande: a taxonomy analysis. **Grinnell College**, v. 1, p. 1520, 1998.
- CIPOLA, N. G.; MEDEIROS, G. D. S.; OLIVEIRA, V. A. M. D.; BARBOSA, L. G. D. M.; LYCARIÃO, T. A.; BELLINI, B. C. Contributions to the Taxonomy of *Arlesminthurus* Bretfeld and *Calvatomina* Yosii (Collembola, Symphypleona, Appendiciphora), with the Description of

New Species from Northeastern Brazil. **Insects**. V. 12, N. 5, 2021.

EMBRAPA. **Anais do I Simpósio do Bioma Caatinga**. Embrapa Semiárido, 2016.

ERNESTO, M. V.; LIBERAL, C. N.; FERREIRA, A. S.; ALVES, A. C. F.; ZEPPELINI, D.; MARTINS, C. F.; PEREIRA-COLAVITE, A.; CREÃO-DUARTE, A. J.; VASCONCELLOS, A. Hexapod decomposers of Serra de Santa Catarina, Paraíba, Brazil: an area with high potential for conservation of Caatinga biodiversity. **Biota Neotropica**, v, 18, n. 2, p. 1-13, 2018.

FERREIRA, A.S. **Diversidade e Distribuição de Collembola (Arthropoda, Hexapoda) no Estado da Paraíba, Brasil: A Influência dos Fatores Ambientais e Espaciais e a Descrição de Novos Táxons**. Tese (Doutorado) – Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2018.

FOLSOM, J. W.; MILLS, H. B. **Contribution to the knowledge of the genus Sminthurides Börner**. Museum, 1938.

FREITAS, J. L. G. **Diversidade de Entomobryoidea (Arthropoda: Collembola) epiedáficis de uma área de mata ciliar do Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil**. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Piauí, 2022.

GODEIRO, N.N. **Diversidade de Seirini (Collembola, Arthropleona, Entomobryidae) em áreas úmidas da Caatinga**. Dissertação (Mestrado em Sistemática e Evolução) – Centro de biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal - RN, p. 1-133, 2013.

HAMMER, H. D.; RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Paleontologia Eletrônica** 4(1): 9pp.
HOPKIN, S. P. Biology of the Springtails (Insecta: Collembola). **Oxford University Press**. p. 1-330, 1997.

JORDANA, R.; ARBEA, J.I.; SIMÓN, C.; LUCIÁÑEZ, M.J. Collembola Poduromorpha. **Fauna Iberica**, v. 8, p. 1–807, 1997.

LEAL, I.R.; Tabarelli, M.; Silva, J.M.C. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, p. 1-828, 2003.

LIMA, M. G. M. **Diversidade de entomobryoidea (Hexapoda: Collembola) epiedáficis em uma área de cerrado stricto sensu do Parque Nacional de Sete Cidades, estado do Piauí, Brasil**. 2022.

LIU, W. P. A.; PHILLIPS, L. M.; TERBLANCHE, J. S. *et al.* An unusually diverse genus of Collembola in the Cape Floristic Region characterised by substantial desiccation tolerance. **Oecologia**, V. 195, p. 873–885, 2021.

Lubbock, J. Notes on the Thysanura. Part IV. **Transactions of the Linnean Society of London**, p. 277–297, 1870.

MARTINS, A.; GUTJAHR, A. L.; BRAGA, C. E. Caracterização da fauna de Collembola em diferentes formações vegetais no município de Santa Bárbara, estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, v. 15, n. 2, p. 393-407, 2020.

MASSOUD, Z. Monographie des Collemboles Poduromorphes à pièces buccales modifiés. Thèse de Doucteur de L'Université. **Éditions du Centre National de la Recherche**

Scientifique, p. 399, 1967.

MEDEIROS, G. S.; BELLINI, B.C. Two new species of *Temeritas* Richards (Collembola, Symphypleona, Sminthuridae) from Neotropical Region, with comments on the genus. **Zootaxa**, v. 4586, n. 3, p. 536-552, 2019.

MEDEIROS, G. S.; SILVA, D. D. S.; BELLINI, B. C. Two new species of *Sminthurididae* (Hexapoda, Collembola, Symphypleona) from Brazil with notes on *Denisiella* Folsom & Mills and *Sphaeridia* Linnaniemi. **ZooKeys**, v. 1173, p.1-41, 2023.

MEDEIROS, G.S.; NUNES, R.C.; ZHANG, F.; GODEIRO, N.N.; BELLINI, B.C. A new Genus of Sminthurididae (Collembola, Symphypleona) from Brazil, with Notes on the Systematics of the Family. **Diversity**, v. 14, p. 1-960, 2022.

MEDEIROS, G.S.; NUNES, R.C.; ZHANG, F.; GODEIRO, N.N.; BELLINI, B.C. A New Genus of *Sminthurididae* (Collembola, Symphypleona) from Brazil, with Notes on the Systematics of the Family. **Diversity**, v. 14, n. 11, p. 960, 2022.

MILLS, H.B. in Pearse, A.S. Collembola from Yucatan Caves., Fauna of Yucatan Caves. **Carnegie Inst. Washigton**, p. 183-190, 1938

MIRANDA-RANGEL, A. & J. G. PALACIOS-VARGAS. Estudio Comparativo de las comunidades de colémbolos edáficos de bosque de *Abies religiosa* y cultivo de haba (*Vicia faba*). **Agrociencia, Serie Proteccion Vegetal**, v. 3, p. 1–14, 1992.

MORO, M.F.; LUGHADHA, E.N.; ARAÚJO, F.S.; MARTINS, F.R. A Phytogeographical Metaanalysis of the Semiarid Caatinga Domain in Brazil. **Bot Rev**, v. 82, p. 91–148, 2016.

NUNES, R. C.; SANTOS-COSTA, R C.; BELLINI, B. C. The first neotropical *Capbrya* barra, 1999 (Collembola: Orchesellidae: Nothobryinae) and the reinterpretation of nothobryinae systematics. **Zoologischer Anzeiger**, v. 288, p. 24-42, 2020.

NUNES, R. C.; SANTOS-COSTA, R. C.; BELLINI, B. C. The first Neotropical *Capbrya* (Collembola: Orchesellidae: Nothobryinae) and the reinterpretation of Nothobryinae systematics. **Zoologischer Anzeiger**, v. 288, p. 24-42, 2020.

NUNES, R.C. **Estudo taxonômico dos Entomobryoidea (Arthropoda: Collembola) em áreas prioritárias para conservação da Caatinga**. Tese (Doutorado em Sistemática e Evolução) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

NUNES, R.C.; BELLINI, B.C. Three new species of *Entomobryoidea* (Collembola: Entomobryomorpha) from Brazilian Caatinga-Cerrado transition, with identification keys to Brazilian *Cyphoderus*, *Pseudosinella* and *Trogolaphysa* species. **Zootaxa**, v. 4420, n. 1, p. 71–96, 2018.

NUNES, R.C.; SANTOS-COSTA, R.C.; BELLINI, B.C. The first Neotropical *Capbrya* Barra, 1999 (Collembola: Orchesellidae: Nothobryonae) and the reinterpretation of Nothobryinae systematics. **Zoologischer Anzeiger**, p. 24-42, 2020.

NUNES, RUDY C.; GODEIRO, NERIVÂNIA N.; PACHECO, GEORGE; LIU, SHANLIN; GILBERT, MARCUS THOMAS P.; ALVAREZ'VALIN, FERNANDO; ZHANG, FENG; BELLINI, BRUNO C. The discovery of Neotropical *Lepidosira* (Collembola, Entomobryidae) and its systematic position. **Zoologica scripta**, v. 48, p. 783-800, 2019.

OLIVEIRA, E.P.; MACAMBIRA, M.L.J.; ZANUTO, M.A. Colonização de Colémbolos na torre de observação. In: LISBOA, Pedro L. B. (Org.). **CAXIUANÃ Populações Tradicionais, Meio**

Físico e Diversidade Biológica. Belém-Pará, p. 511–515, 2002.

OLIVEIRA, M. E. **Mapeamento, florística e estrutura de transição campo-floresta na vegetação (cerrado) do Parque Nacional de Sete Cidades, Nordeste do Brasil.** Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2004.

PETERSEN, H.A Review of collebolan ecology in ecosystem context. **Acta Zoologica Fennica**, v. 195, p. 111–118, 1994.

PIELOU, E.C. Ecological Diversity. **New York: Wiley InterScience**, 1975.

POTAPOV, A. M, et al. Global fine-resolution data on springtail abundance and community structure. **Sci Data**, v. 11, 2024.

RIZZINI, C.T. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. **Âmbito Cultural Edições**, 1997.

ROCHA, I. M. S. **Colêmbolos (Arthropoda: Hexapoda: Collembola) numa área de Caatinga do Nordeste brasileiro.** Dissertação (Mestrado) – Universidade do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução. 2013.

RODRIGUES, I. V. B. **Diversidade de Collembola epiedáficos em um ecótono Caatinga-cerrado do Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil.** 2023.

SALMON, J.T. An index to the Collembola. **Royal Society of the New Zealand Bulletin**, v. 7, n. 1, p. 98–144, 1964.

SANTIAGO, L.S.; BONAL, D.; GUZMAN, M.E.; ÁVILA-LOVERA, E. Drought survival strategies of tropical trees, Tropical tree physiology, **Tree Physiology**, v. 6, p. 243 –258, 2016.

SANTOS-ROCHA, I.M.; ANDREAZZE, R.; BELLINI, B.C. Registros de Collembola (Arthropoda, Hexapoda) no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, p.167–170, 2011.

SCHÄFFER, C. Hamburger Magalhaensische Sammelreise Apterygoten. **Apterygoten**, V. 8, P. 1–48, 1897.

SILVA, B. M. **Diversidade de entomobryoidea (ARTHROPODA: COLLEMBOLA) epiedáficos em uma área de cerradão do Parque Nacional de Sete Cidades, estado do Piauí, Brasil.** 2022.

SILVA, B.M. **Diversidade de Entomobryoidea (Arthropoda: Collembola) epiedáficos de uma área de cerradão do Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil.** Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Piauí, 2022.

SILVA, C.D.D.; BELLINI, B.C.; RIGOTTI, V.M.; NUNES, R.C.; MENEZES, L.d.S.; WINCK, B.R. Diversity Loss of Epigeic Collembola after Grassland Conversion into Eucalyptus Forestry in Brazilian Pampa Domain. **Diversity**, v. 14, p. 490, 2022.

SILVA, D. D. **Entomobryidea e Symphypleona (Collembola, Hexapoda) em remanescentes de Mata Atlântica do Estado do Rio Grande do Norte.** Dissertação (Mestrado) – Universidade do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Sistemática e Evolução. 2014.

SILVA, D. D.; PALACIOS-VARGAS, G.; BELLINI, B. C. A new genus and a new species of Sminthuridae (Collembola: Symphypleona) from Atlantic Forest of Brazil. **Zootaxa**, v. 3990, n. 3, p. 410-418, 2015.

TROVÃO, D, M, B, M.; FERNANDES, P, D.; ANDRANDE, L, A.; NETO, J, D. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 307–311, 2007.

TSCHARNTKE, T.; STEVAN-DEWENTER, I.; KRUESS, A.; THIES, C. Contribution of small habitat fragments to conservation of insect communities of grasslandcropland landscapes. **Ecological Applications**, v. 12, p. 354–363, 2002.

TURNBULL, M. S.; STEBAEVA, S. Collembola of Canada. **Zookeys**, v. 819, p.187-195, 2019.

VINATIER, F.; TIXIER, P.; DUYCK, P.F.; LESCOURRET, F. Factors and mechanisms explaining spatial heterogeneity: a review of methods for insect populations. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 2, p. 11–22, 2011.

ZEPPELINI, D.; BELLINI, B.C. Introdução ao estudo dos Collembola. João Pessoa, Paraíba. **Editora Universitária**, Universidade Federal da Paraíba, p. 82, 2004.

ZEPPELINI, D.; QUEIROZ, G.C.; ABRANTES, E.A.; BELLINI, B.C.; MEDEIROS, E.S.F.; OLIVEIRA, E.P.; SILVEIRA, T.C.; NEVES, A.C.R.; SOARES, A.F.; GODEIRO, N.N.; OLIVEIRA, F.G. D.L.; SANTOS-ROCHA, I.M.; MENESES, L.F.; MENDONÇA, M.C. Diversity of Collembola (Arthropoda: Hexapoda) across different types of vegetation in Brazil. **International Journal of Biodiversity and Conservation**, v. 5, n. 3, p. 176–184, 2013.

ZEPPELINI, D.; QUEIROZ, G.C.; BELLINI, B.C.; Collembola in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. 2024.