



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

FRANCISCO DO NASCIMENTO SOUSA

**DIVERSIDADE DE ENTOMOBRYOIDEA (ARTHROPODA: COLLEMBOLA)
EPIEDÁFICOS DA FLORESTA NACIONAL DOS PALMARES, ESTADO DO PIAUÍ**

PEDRO II

2024

FRANCISCO DO NASCIMENTO SOUSA

DIVERSIDADE DE ENTOMOBRYOIDEA (ARTHROPODA: COLLEMBOLA)
EPIEDÁFICOS DA FLORESTA NACIONAL DOS PALMARES, ESTADO DO PIAUÍ

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
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

2024

DIVERSIDADE DE ENTOMOBRYOIDEA (ARTHROPODA: COLLEMBOLA) EPIEDÁFICOS DA FLORESTA NACIONAL DOS PALMARES, ESTADO DO PIAUÍ

Francisco do Nascimento Sousa¹
Rudy Camilo Nunes²

RESUMO

Collembola são pequenos artrópodes terrestres hexápodes, possuem relevante papel nos processos de ciclagem de nutrientes e condicionamento do solo. O objetivo deste trabalho é estimar a diversidade de Entomobryoidea (Arthropoda: Collembola) na Floresta Nacional de Palmares, Piauí, e as principais variáveis ambientais que influenciam essa diversidade, prover a primeira lista de espécies de Collembola para o local e ampliar os registros de ocorrência de espécies na região da transição Caatinga-Cerrado. Para a captura dos espécimes, utilizamos armadilhas de queda que consistiam em copos descartáveis de 400 mL, contendo etanol 70% e coberto com prato descartável. As armadilhas permaneceram expostas por 48 horas, arranjadas em um transecto de 100 m, contendo 11 pontos amostrais. Em cada ponto amostral foram instaladas 3 armadilhas. Foram medidos a temperatura do ar e do solo, cobertura do dossel, umidade do solo e altura do folhicho. Os espécimes foram triados e morfotipados. Após a triagem os exemplares foram colocados em lâminas para a microscopia. Ao final, foram identificados 1.325 indivíduos, distribuídos em doze espécies, sendo a espécie *Entomobrya* sp.1 a mais abundante. A Classe Collembola, bem como a Superfamília Entomobryoidea constituem novos registros para a área. Com novos registros de ocorrência das espécies *Pseudosinella triocellata*, *Seira ritae* e *Capbrya brasiliensis*. A diversidade de espécies mensurada para o transecto foi de 0.83 para o índice de Shannon-Wiener e 0,33 para o índice de equitabilidade de Pielou. Os parâmetros ambientais que melhor explicaram a diversidade encontrada foram a altura do folhicho e a temperatura do solo.

Palavras-chave: Cerradão; Fauna edáfica; Biodiversidade, FLONA.

ABSTRACT

Collembola are small hexapod terrestrial arthropods, and playing an important role in the nutrient cycling and soil conditioning processes. The goals of this work are to estimate the diversity of Entomobryoidea (Arthropoda: Collembola) at the site, and the main environmental variables that influence this diversity, provide the first list of Collembola species for the studied area and expand the occurrence records of species in the Caatinga-Cerrado transition region. To capture the specimens, we used pitfall traps that consisted of 400 ML disposable cups, containing 70% ethanol and covered with a disposable dish. The traps remained exposed for 48 hours, arranged in a 100 m transect, containing 11 sampling points. At each sampling point, 3 traps were installed. Air and soil temperature, canopy coverage, soil moisture and leaf litter height were measured. The specimens were sorted and morphotyped. After sorting, the specimens were mounted on glass slides for microscopy. At the end, 1,325 individuals were

¹ Graduando do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas - IFPI Campus Pedro II. E-mail: francisconso5672@gmail.com.

² Professor do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas - IFPI Campus Pedro II. E-mail: rudy@ifpi.edu.br.

identified, distributed across twelve species, with the species *Entomobrya* sp.1 being the most abundant one. Class Collembola, as well as the Superfamily Entomobryoidea constitute new records for the area. With new records of occurrence of the species *Pseudosinella triocellata*, *Seira ritae* and *Capbrya brasiliensis*. The species diversity measured for the transect was 0.83 for the Shannon-Wiener index and 0.33 for the Pielou equitability index. The environmental parameters that best explained the diversity found were leaf litter height and soil temperature.

Keywords: Cerradão; Edaphic fauna; Biodiversity, FLONA.

Data de aprovação: 27/08/2024

1 INTRODUÇÃO

Os colêmbolos são pequenos artrópodes terrestres com tamanho corporal variando entre 0,12 e 17 mm de comprimento. São entognatos, ou seja, as peças bucais, como mandíbulas e maxilas, ficam localizadas dentro de uma ‘bolsa gnatal’, e também são hexápodes, sem asas, e com antenas sempre presentes. Sua estrutura corporal está dividida em três tagmas: cabeça, tórax e abdômen. Atualmente são aceitas quatro ordens de colêmbolos: Entomobryomorpha, Symphypleona, Neelipleona e Poduromorpha. Os colêmbolos podem ser encontrados em todos os ecossistemas terrestres e possuem registros em todos os continentes, englobando a Antártica, o alto Ártico e áreas áridas desérticas (BELLINI; WEINER; WINCK, 2023; BELLINGER; CHRISTIANSEN; JANSSENS, 2024).

Os colêmbolos podem influenciar intensamente na prestação de serviços ecossistêmicos, atuando no aumento da fertilidade do solo e favorecendo o crescimento das plantas através dos *pellets* fecais e da urina, além de alterarem a distribuição de nutrientes no solo. Sua atividade alimentar impulsiona múltiplas funções ecossistêmicas referentes aos processos bioquímicos do solo, como ciclagem de nutrientes, decomposição, nutrição das plantas e estoque de carbono (BELLINI; WEINER; WINCK, 2023).

A ordem Entomobryomorpha é constituída por três superfamílias: Entomobryoidea, Tomoceroidea e Isotomoidea, sendo a superfamília monofilética Entomobryoidea a maior de Collembola. Seus membros possuem apêndices longos (antenas, pernas, fúrcula) e macrocerdas do corpo multilateralmente cilíndricas e ciliadas com a extremidade comumente alargada ou truncada, além de possuir o trocanter posterior com um agrupamento variável de cerdas lisas e pontiagudas (órgão metatrocanteral) (ZHANG; BELLINI; SOTO-ADAMES, 2019; BELLINGER; CHRISTIANSEN; JANSSENS, 2024).

No Brasil, a superfamília Entomobryoidea possui um total de 236 espécies, das quais 188 são endêmicas. A região Nordeste do país possui 73 espécies, com apenas 14 espécies no estado do Piauí. Logo, não temos muito conhecimento sobre essa fauna na região, o que gera uma necessidade de estudos buscando o preenchimento de lacunas e possibilitando um maior conhecimento científico sobre a diversidade do grupo (ZEPPELINI *et al.*, 2024).

A Floresta Nacional de Palmares (FNP) desempenha uma alta relevância para a conservação da biodiversidade. No que diz respeito à proteção da vida silvestre, está inserida em uma região de tensão ecológica entre os biomas Cerrado, Caatinga e Amazônico, com predominância do primeiro. Dessa forma, propiciando uma heterogeneidade de habitats e de micro habitats (BRASIL, 2022). Nesse sentido, pode-se esperar altos índices de diversidade de artrópodes nessa região, como os colêmbolos.

O desenvolvimento de trabalhos de qualquer natureza acerca dos colêmbolos é algo que não se tem registros na FNP. Portanto, não havia dados sobre essa fauna no local, mesmo sendo animais extremamente importantes para a saúde do solo, e que consequentemente desempenham um papel importante no equilíbrio ecossistêmico. Logo, não há qualquer estratégia de manejo e conservação específicos para protegê-la, para assegurar que esses animais existirão no futuro e cumprirão seu papel ecológico. Este estudo é pioneiro, trazendo informações inéditas sobre a ecologia e diversidade de Collembola na FNP.

Diante disso, esse estudo teve por objetivos descrever a diversidade de Entomobryoidea epiedáficos em um ponto da FNP, identificar as principais variáveis ambientais que influenciam os padrões de diversidade observados, prover a primeira lista de espécies de Collembola para a área estudada e ampliar os registros de ocorrência de espécies na região da transição Caatinga-Cerrado.

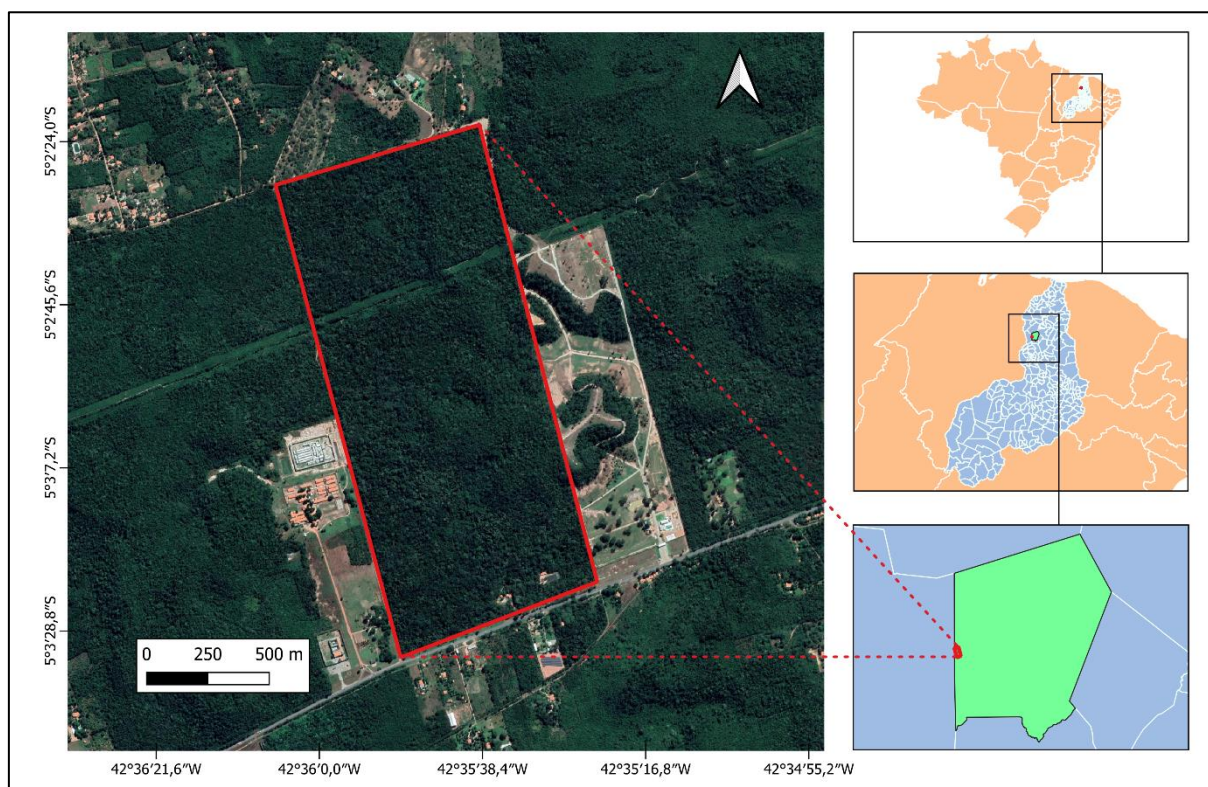
2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A FNP é uma unidade de conservação federal criada em 2005, localizada no município de Altos, na região Centro-Norte do Estado do Piauí, nas coordenadas geográficas 05°03'25.90"S e 42°35'34.04"O. O tamanho total da área é de 168 hectares, divididos em quatro zonas, sendo uma delas de uso restrito, que compreende 51,4% do total da área, uma de uso moderado que corresponde a 41,7%, uma de infraestrutura de 3,6% e outra de diferentes interesses públicos, compreendendo 3,3% da área (BRASIL, 2022) (Figura 1). Em relação ao

clima da região, a FNP apresenta uma temperatura média anual de 28°C, com temperaturas mínimas anuais de 22°C e máximas de 33°C. A precipitação média anual chega a 1.400 mm, com chuvas concentradas, principalmente, nos meses de fevereiro a abril, sendo os meses de julho a setembro os mais quentes e secos (INMET, 2024). O clima é influenciado pela cobertura vegetal do local, suavizando as médias térmicas. A umidade relativa do ar é maior nos meses de janeiro a maio, em torno de 80%, a umidade média nos meses mais secos varia entre 55% e 60%, no mês de setembro a umidade atinge seu menor pico. O relevo é formado por morros residuais elevados e planaltos que estão inseridos na Bacia Sedimentar do Parnaíba (BRASIL, 2022).

Figura 1 – Mapa de localização da Floresta Nacional de Palmares, município de Altos, Estado do Piauí.



Fonte: Próprio autor, 2024.

2.2 MÉTODOS DE COLETA, MICROSCOPIA E IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA

Para captura dos espécimes foram utilizadas armadilhas de queda (*pitfall traps*), que consistem na utilização de copos descartáveis com o volume de 400 mL contendo etanol 70% enterrados com a abertura rente ao solo. Para garantir a proteção das armadilhas são utilizados pratos descartáveis de 20 cm de diâmetro suspensos acima dos copos. Posteriormente o material coletado é acondicionado em recipientes contendo etanol 70%. Logo após, acontece a triagem

do material que consiste em separar os espécimes de interesse em uma placa de Petri com auxílio de um microscópio estereoscópico e colocá-los em microtúbulos contendo etanol 70%. Em seguida, 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 de Arlé e Mendonça (1982) e Jordana *et al.* (1997).

Tabela 1 – Preparação da solução de Nesbitt, do Líquido de Arlé e do meio de Hoyer.

Solução de Nesbitt ¹	Líquido de Arlé ²	Meio de Hoyer ¹
40 g de hidrato de cloral	10 ml de ácido láctico 85%	50 ml de água destilada
2.5 ml de ácido clorídrico 100%	10 ml de glicerina	30 g de goma arábica
25 ml de água destilada	10 g de hidrato de cloral	200 g de hidrato de cloral
	10 gotas de formalina	20 ml de glicerina

Fonte: ¹Jordana *et al.* (1997); ²Arlé e Mendonça (1982); *apud* Nunes (2019).

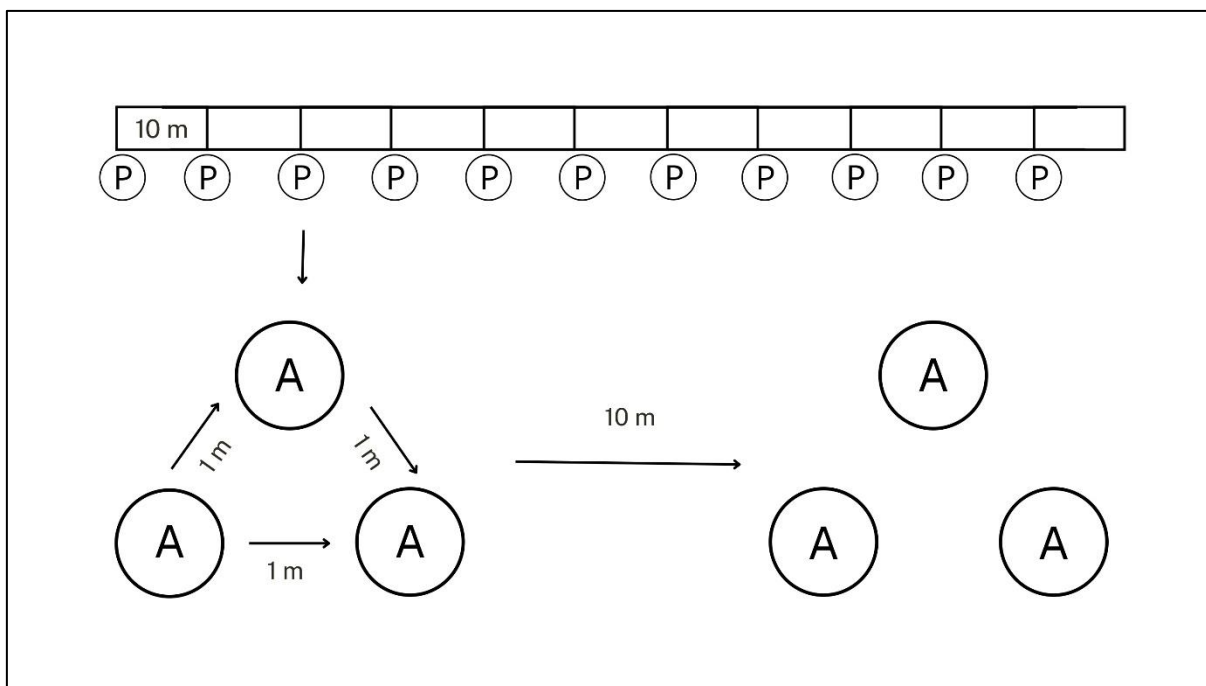
A identificação taxonômica dos espécimes foi realizada através do estudo da morfologia e da quetotaxia dos exemplares, sob microscópio óptico comum, com o auxílio de chaves, descrições e revisões taxonômicas. As principais chaves de identificação utilizadas foram as fornecidas por Salmon (1964), Christiansen e Bellinger (2000), Nunes e Bellini (2018), Nunes (2019), Nunes, Santos-Costa e Bellini (2020) e Bellinger, Christiansen e Janssens (2024). 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.

2.3 DESENHO AMOSTRAL

As coletas foram realizadas entre os dias 4 e 6 de março de 2022, durante o período chuvoso. Foi traçado um transecto de 100 m contendo 11 pontos amostrais, distantes 10 metros um do outro. Em cada ponto amostral foram montados três *pitfalls*, dispostos em formato de triângulo, distantes 1 m um do outro, que ficaram expostos durante 48 horas.

Figura 2 – Representação esquemática do transecto e da distribuição dos pontos amostrais.

Abreviações: P, ponto amostral; A, armadilha de queda.



Fonte: Próprio autor, 2024.

Em cada ponto amostral também foram coletados os seguintes parâmetros ambientais: temperatura do ar, temperatura do solo, umidade do solo, altura do folhio e porcentagem de cobertura do dossel. A medida de temperatura do ar foi obtida diretamente no local, com a utilização de um termômetro de Mercúrio. A medição da temperatura do solo foi feita com um termômetro tipo espeto JProLab. Para determinar a porcentagem de água no solo, foram usados os 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. 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 retirada uma fotografia a uma altura de aproximadamente dois metros do solo, acima de cada ponto amostral, de forma que a porcentagem de cobertura arbóreo-arbustiva foi estimada visualmente através da análise dessas fotografias.

2.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os espécimes foram identificados até o nível de espécie/morfoespécie e contabilizados manualmente. Para avaliar a eficiência do esforço amostral, foram construídas curvas de acumulação de espécies, baseada em indivíduos, geradas com auxílio da função 'iNEXT' do pacote iNEXT (HSIEH; MA; CHAO, 2016). A diversidade foi mensurada através da abundância, da riqueza de espécies (S), do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), que apresenta maior sensibilidade quanto às espécies raras da comunidade, sendo apropriado para

programas de manejo, e a equitabilidade foi calculada usando o índice de Pielou (J'). A riqueza foi obtida com auxílio da função 'specnumber', e os índices de Shannon-Wiener e de Pielou foram calculados com auxílio da função 'diversity', ambos utilizando o pacote Vegan (OKSANEN *et al.*, 2020). Em todos estes casos foi utilizado o programa R, versão 4.3.2 (R CORE TEAM, 2023). Foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) para explorar a relação das variáveis ambientais entre si, para investigar se há alta colinearidade entre elas, se há pares de variáveis altamente correlacionadas entre si, gerando ruído na análise. E uma Análise de Correspondência Canônica (CCA), que é utilizada para correlacionar dois conjuntos de variáveis. Em um desses conjuntos, incluem-se variáveis independentes, tais como parâmetros ambientais. No segundo conjunto estão as variáveis dependentes, que se referem às espécies e a sua abundância relativa, e que são afetadas pela variação dos parâmetros ambientais. 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 em cada transecto. Ambas as análises foram realizadas com auxílio do programa PAST, versão 4.03 (HAMMER; RYAN, 2020).

3 RESULTADOS

3.1 ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE ESPÉCIES

A abundância total foi de 1.325 indivíduos de Entomobryoidea, distribuídos em 12 espécies/morfoespécies, 8 gêneros e 3 famílias (Tabela 1). Os gêneros observados, com suas respectivas abundâncias totais e relativas, foram *Entomobrya* perfazendo 81,96% da amostra total (1.086 indivíduos), *Lepidocyrtus* com 10,19% (135 indivíduos), *Seira* com 2,34% (31 indivíduos), *Pseudosinella* com 2,11% (28 indivíduos), *Trogolaphysa* com 1,58% (21 indivíduos), *Cyphoderus* com 1,36% (18 indivíduos), *Lepidocyrtinus* com 0,38% (5 indivíduos) e *Capbrya* com 0,08% (1 indivíduo). Considerando em nível de espécie/morfoespécie, foi calculada a abundância total e relativa de cada uma das 12 espécies encontradas, sendo *Entomobrya* sp.1 a espécie com maior abundância relativa, representando 81,96% da abundância total observada (1.086 indivíduos), seguida de *Lepidocyrtus* sp.3 com 4,83% (64 indivíduos). Logo em seguida, *Lepidocyrtus* sp.1 com 3,55% (47 indivíduos), *Pseudosinella triocellata* com 2,11% (28 indivíduos), *Lepidocyrtus* sp.2 com 1,81% (24 indivíduos), *Seira* sp.3 com 1,66% (22 indivíduos), *Trogolaphysa* sp.1 com 1,58% (21 indivíduos), *Cyphoderus* sp.1 com 1,36% (18 indivíduos), *Seira ritae* com 0,45% (6 indivíduos), *Lepidocyrtinus* sp.1 com 0,38% (5 indivíduos), *Seira* sp.2 com 0,23% (3 indivíduos) e *Capbrya brasiliensis* com

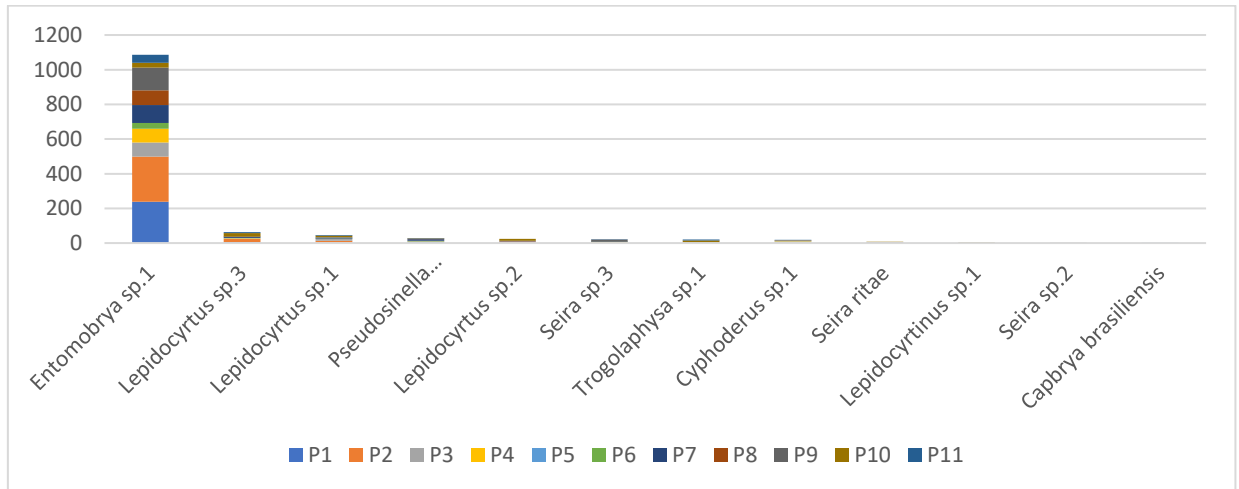
0,08% (1 indivíduo) (Tabela 2). Os gêneros mais ricos foram *Lepidocyrtus* e *Seira* com 3 espécies cada, seguido dos demais gêneros com uma espécie cada.

Tabela 2 – Abundância total, abundância relativa e riqueza de espécies de Entomobryoidea em 11 amostras de uma área de cerradão da Floresta Nacional de Palmares, Estado do Piauí, no período chuvoso.

Espécies / Ponto amostral	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	Total	Abundância relativa (pi)
<i>Entomobrya</i> sp.1	239	259	82	79	0	34	103	85	131	28	46	1.086	81,96%
<i>Lepidocyrtus</i> sp.3	6	18	3	1	0	1	6	1	2	19	7	64	4,83%
<i>Lepidocyrtus</i> sp.1	2	11	13	0	0	1	4	0	2	10	4	47	3,55%
<i>Pseudosinella triocellata</i>	5	3	2	0	0	3	9	2	1	2	1	28	2,11%
<i>Lepidocyrtus</i> sp.2	3	6	0	0	0	0	4	0	0	11	0	24	1,81%
<i>Seira</i> sp.3	1	0	1	3	0	2	1	0	12	0	2	22	1,66%
<i>Trogolaphysa</i> sp.1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	13	5	21	1,58%
<i>Cyphoderus</i> sp.1	1	1	8	2	0	2	0	2	1	0	1	18	1,36%
<i>Seira ritae</i>	0	0	1	0	0	0	2	0	2	1	0	6	0,45%
<i>Lepidocyrtinus</i> sp.1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	5	0,38%
<i>Seira</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0,23%
<i>Capbrya brasiliensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,08%
Abundância total:												1.325 (100%)	

Fonte: Próprio autor, 2024.

Figura 3 – Abundância relativa das espécies/morfoespécies coletadas em 11 amostras de uma área de cerradão na Floresta Nacional de Palmares, Estado do Piauí.

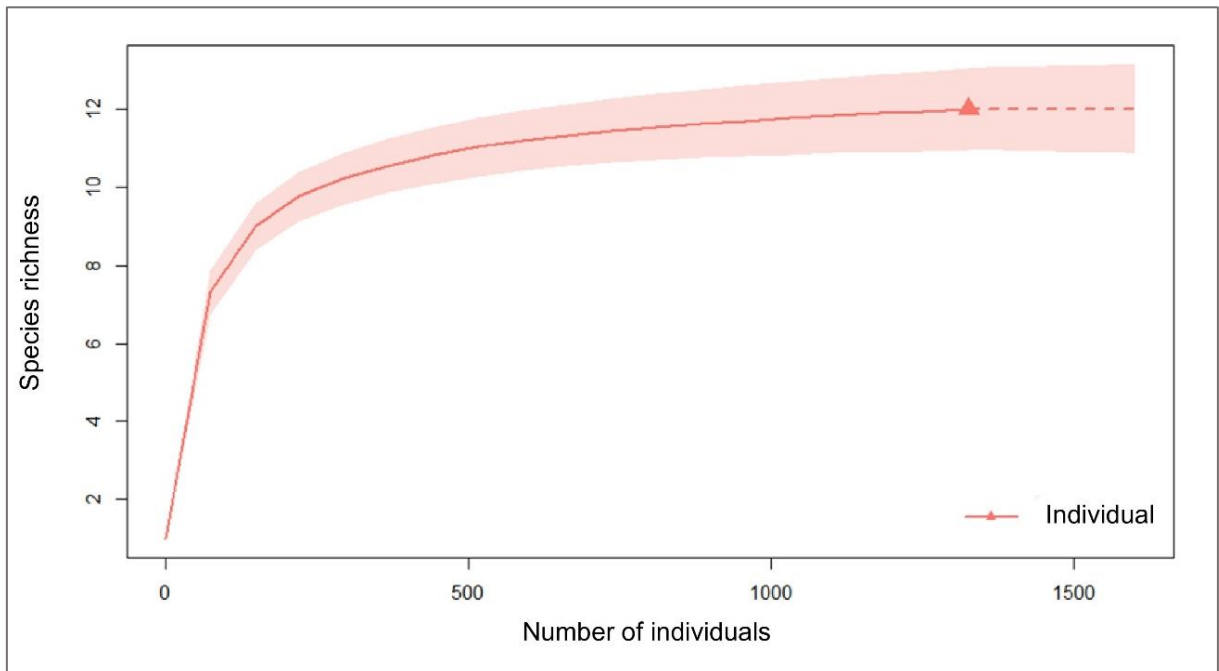


Fonte: Próprio autor, 2024.

3.2 ESFORÇO AMOSTRAL

A curva de acumulação de espécies foi construída com a finalidade de avaliar a eficiência do esforço amostral, com limites de intervalo de confiança superior e inferior (Figura 3). A curva apresenta uma clara tendência de estabilização, atingindo um platô, portanto, apresentando uma estimativa de suficiência amostral satisfatória. Através dela, é possível inferir que a maioria das espécies existentes no local foram amostradas e, caso haja mais espécies, elas são muito raras e exigem um esforço amostral muito maior.

Figura 4 – Curva de acumulação de espécies baseada em indivíduos amostrados em 11 parcelas de um transecto de 100 metros da Floresta Nacional de Palmares, Estado do Piauí.



Fonte: Próprio autor, 2024.

3.3 NOVOS REGISTROS DE OCORRÊNCIA

Até o momento, a FNP não possui registros de ocorrência de Collembola. Dessa forma, a própria Classe Collembola, bem como a Superfamília Entomobryoidea e as famílias Orchesellidae, Entomobryidae e Paronellidae constituem novos registros para a área, juntamente com os gêneros: *Entomobrya*, *Lepidocyrtus*, *Pseudosinella*, *Seira*, *Trogolaphysa*, *Cyphoderus*, *Lepidocyrtinus* e *Capbrya*. Em relação às espécies: *Pseudosinella triocellata*, *Seira ritae* e *Capbrya brasiliensis* são novos registros de ocorrência.

3.4 DIVERSIDADE DE ESPÉCIES

O valor observado do índice de Shannon (H') foi de 0,83, esse resultado indica que a diversidade de Entomobryoidea epiedáficos na área estudada é relativamente baixa, e a distribuição dos indivíduos em cada espécie é irregular, visto que foram encontradas 12 espécies/morfoespécies, na qual *Entomobrya* sp.1, constitui 81,96% da abundância da assembleia. Isso quer dizer que o índice de Shannon-Wiener encontrado é mais distante da diversidade máxima ($H'_{\max}$) calculado (2,48) que da diversidade mínima, igual a 0.

O valor do índice de equitabilidade de Pielou (J') foi de 0,33, o que reflete uma homogeneidade baixa na composição da comunidade estudada, com uma espécie muito

dominante. Isso significa que há uma probabilidade relativamente alta de que um espécime coletado ao acaso nessa comunidade seja *Entomobrya* sp.1 visto que, nesse estudo, apenas ela foi a mais dominante, enquanto as demais aconteceram em uma escala muito menor.

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

Foi conduzida uma Análise de Componentes Principais (PCA) e posteriormente uma Análise de Correspondência Canônica (CCA), utilizando os parâmetros ambientais de cobertura do dossel (%), temperatura do solo (°C), temperatura do ar (°C), altura do folhiço (cm) e umidade do solo (%) (Tabela 2).

Tabela 3 – Valores dos parâmetros ambientais medidos nos 11 pontos amostrais de um transecto de 100 metros demarcado em uma área de Cerrado na Floresta Nacional de Palmares no Estado do Piauí, Brasil.

	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11
Cobertura vegetal (%)	98	95,5	99	96,5	99,5	100	99,5	96,5	96	97,5	100
T _{solo} (°C)	24,9	24,8	25,2	25,1	24,7	24,8	24,8	24,8	24,9	24,8	25
T _{ar} (°C)	26,5	26,5	27	26	26	26	26,5	26	26,5	26,5	26,5
Altura do folhiço (cm)	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	0	1,2	0
Umidade do solo (%)	0,1	0,11	0,13	0,11	0,13	0,11	0,15	0,13	0,13	0,19	0,18

Fonte: Próprio autor, 2024.

3.5.1 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

A Análise de Componentes Principais (PCA) é uma análise exploratória e foi utilizada para explorar a relação de colinearidade entre as variáveis ambientais utilizadas, verificando o grau de correlação entre elas. Ao realizar a PCA, foi definido que variáveis com um índice de colinearidade abaixo de 90% seriam mantidas. No entanto, nenhuma das variáveis apresentou colinearidade igual ou acima desse valor com nenhuma outra variável, de forma que todas foram mantidas para as análises subsequentes. O componente principal 1 (CP1), explicou um total de 35,57% da variação dos dados, o CP2 explicou um total de 31,142%. Juntos, os eixos CP1 e CP2 explicaram a maior parte da variação dos dados, cerca de 66,712%. O CP3 explicou 20,687%, e o CP4 explicou 8,3319%. Ficando abaixo somente o CP5, que explicou 4,2695%

da variação dos dados observados na análise (Tabelas 4 e 5). Assim, optamos por manter todas as variáveis ambientais na Análise de Correspondência Canônica (CCA).

Tabela 4 - Análise de Componentes Principais com a contribuição de cada eixo para explicar a variação observada nos dados de temperatura do solo, altura do folhicho, umidade do solo e cobertura do dossel dentro da área de cerradão na Floresta Nacional de Palmares, Estado do Piauí.

Eixos	Valores dos eixos	% da variação
1	1.77848	35.57
2	1.55711	31.142
3	1.03434	20.687
4	0.416596	8.3319
5	0.213474	4.2695

Fonte: Próprio autor, 2024.

No eixo PC 1, a variável altura folhicho apresentou o maior peso, com um valor de 0,66479. No eixo PC 2, a variável com maior peso foi a Temperatura do ar com um valor de 0,6918.

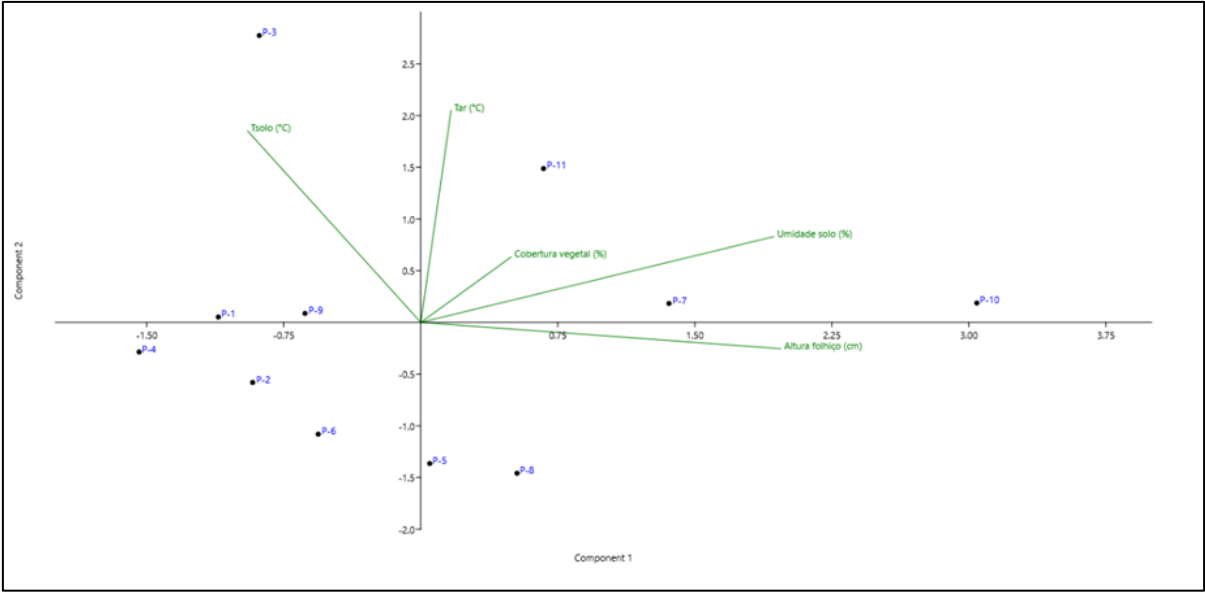
Tabela 5 - Valores da influência das variáveis ambientais de cobertura vegetal, Temperatura do Solo, Temperatura do ar, Altura do Folhicho e Umidade do solo dentro dos eixos PC 1 a PC 5 na Análise de Componentes Principais.

Variáveis/eixos	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5
Cobertura vegetal (%)	0.16704	0.21367	0.91073	-0.057253	0.30616
T _{solo} (°C)	-0.31976	0.62456	-0.11762	0.66948	0.21366
T _{ar} (°C)	0.055924	0.6918	-0.23452	-0.67822	0.05746
Altura folhicho (cm)	0.66479	-0.085832	-0.31497	0.132	0.65883
Umidade solo (%)	0.65175	0.27985	0.050278	0.26669	-0.65058

Fonte: Próprio autor, 2024.

Com base nesses dados, foi criado um gráfico *biplot* (Figura 4), que representa a influência de cada variável nos componentes 1 e 2, além de mostrar a distribuição dos pontos amostrais em relação a essas variáveis.

Figura 5 - 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 vegetal, umidade do solo e temperatura do ar.



Fonte: Próprio autor, 2024.

3.5.2 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA (CCA)

Após a realização da PCA, prosseguiu-se com a Análise de Correspondência Canônica (CCA) para a avaliação da 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 77,12% dos dados, seguido em menor escala pelo eixo 2, que explica 13,65% da variação dos dados (Tabela 5).

Tabela 6 - Análise de correspondência canônica com a contribuição de cada eixo para explicar a variação observada nos dados de umidade do solo, altura do folheto, temperatura do ar, temperatura do solo e cobertura vegetal do dossel dentro da área de cerradão na Floresta Nacional de Palmares, Estado do Piauí.

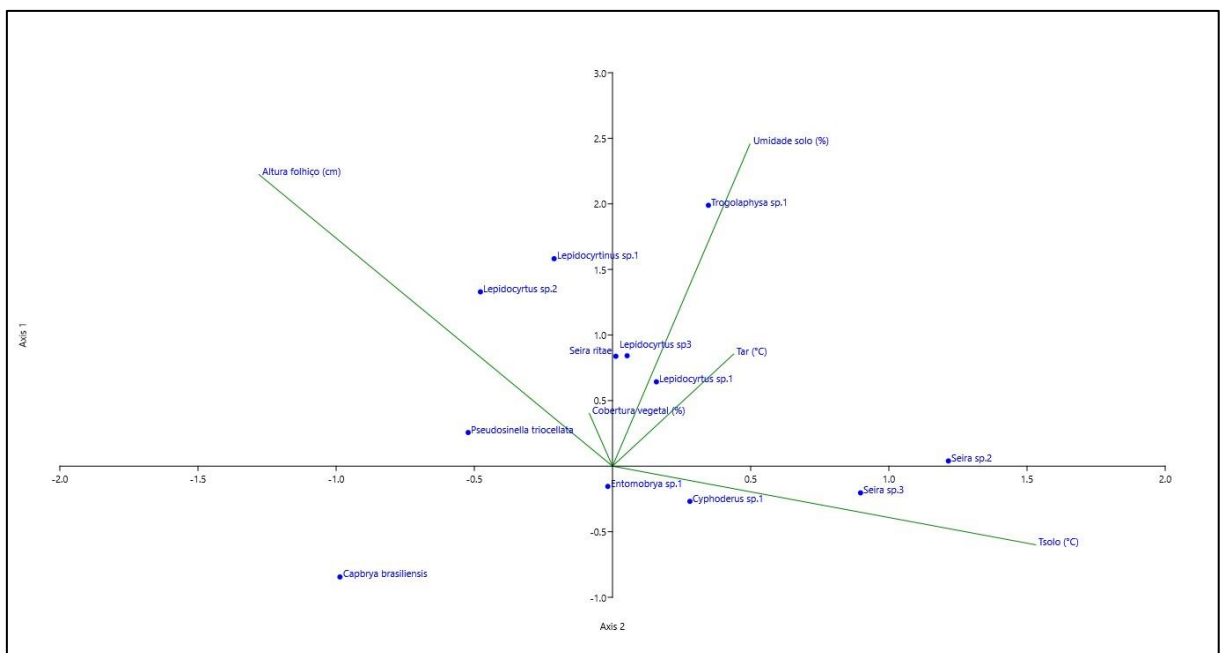
Eixos	Valores dos eixos	% da variação
1	0,17945	77,12
2	0,031771	13,65
3	0,014247	6,123
4	0,0072096	3,099
5	4,34E-09	1,86E-06

Fonte: Próprio autor, 2024.

A partir dos resultados da CCA, foi gerado um gráfico *triplot* evidenciando 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 5). No eixo 1, as espécies *Capbrya brasiliensis*, *Pseudosinella triocellata* e *Lepidocyrtus* sp.2 foram influenciadas pela altura do folheto. As espécies *Seira* sp.2, *Seira* sp.3, *Cyphoderus* sp.1 e *Trogolaphysa* sp.1 estão sendo influenciadas principalmente pela temperatura do solo, e em menor grau pela temperatura do ar e umidade do

solo. No eixo 2, as espécies *Trogolaphysa* sp.1, *Lepidocyrtinus* sp.1, *Lepidocyrtus* sp.2, *Lepidocyrtus* sp.3, *Seira ritae* e *Lepidocyrtus* sp.3 estão sendo influenciadas principalmente pela umidade do solo e altura do folhicho, sendo também influenciadas em menor grau pela temperatura do ar. A espécie *Entomobrya* sp.1 não é influenciada de forma significativa por nenhum dos fatores ambientais medidos, o que explica sua ocorrência em todos os pontos amostrados, independentemente da variação das condições ambientais estudadas. A variação do percentual de cobertura do dossel não está influenciando de forma significativa os padrões de diversidade observados.

Figura 6 – 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 vegetal.



Fonte: Próprio autor, 2024.

4 DISCUSSÃO

4.1 DIVERSIDADE DE ENTOMOBRYOIDEA DA FLORESTA NACIONAL DE PALMARES

A diversidade de Entomobryoidea epiedáficos expressa pelo índice de Shannon-Wiener (H') foi de 0,83, indicando que a diversidade na área estudada é relativamente baixa, visto que o índice de Shannon encontrado é mais distante da diversidade máxima (H') calculado (2,48) que da diversidade mínima, igual a 0. O valor do índice de Pielou (J') foi de 0,33, o que reflete uma homogeneidade baixa na composição da comunidade estudada.

Zeppelini *et al.* (2013) realizaram um estudo em três locais florestais no Brasil: Floresta da Caatinga, Floresta Amazônica Campinarana e Mata Atlântica, buscando identificar padrões de diversidade em escala local em cada amostra de tipo de floresta e compará-los em escala regional. O maior valor de H' foi 4,58, para o transecto 1 da Mata Atlântica e o menor valor foi 3,08, para o transecto 1 da Floresta da Caatinga. O maior valor de J' foi de 0,86 para os transectos 1 e 2 da Floresta Caatinga e o menor valor de H' foi de 0,69 para o transecto 2 da Mata Atlântica. No trabalho os autores comentam que esses resultados podem indicar que a estrutura da vegetação em cada tipo de floresta pode afetar a riqueza e composição de espécies. Para algumas espécies esse é um fator limitante para sua diversidade.

No estudo de Santos *et al.* (2018), realizado com o intuito de estimar a diversidade morfológica de Collembolas em sistemas de uso da terra. Da mesma forma que no estudo anterior, observou-se que os Collembolas podem estar sendo influenciados pelas características ambientais do local. Em seu estudo os valores para a Floresta Nativa foram de H' foi de 1,32 e de J' 0,69 no inverno, e de H' foi de 1,24 e de J' 0,59 no verão. Analisando os resultados os autores observaram que embora a diversidade de morfotipos seja naturalmente baixa, mas maior que os outros sistemas estudados, menores variações de temperatura e umidade do solo, aliadas ao maior depósito de serapilheira, podem estar associadas a esse cenário, assim como nesta pesquisa no tópico 4.3 deste trabalho, vemos que a altura do folhicho, umidade e temperatura do solo influenciaram na vida dos indivíduos.

Em um estudo semelhante, Ortiz *et al.* (2019), analisando a diversidade de Collembola em sistemas agrícolas no sul de Santa Catarina, comparando as áreas para saber o grau de modificação nas comunidades de Collembola em cada ambiente devido aos fatores ambientais. Com base em seus resultados na área de Floresta Nativa com valores de H' 1.06 e de J' de 0,63 no verão. Propõe que a diversidade de espécies no verão pode ter sido influenciada devido a diversidade de espécies vegetais.

O mesmo caso se repete com esta pesquisa, através dos resultados obtidos com a CCA, no qual será discutido no tópico 4.4 deste trabalho, podemos ver que espécies: *Capbrya*

brasiliensis, *Pseudosinella triocellata*, *Lepidocyrtus* sp.2, *Seira* sp.2, *Seira* sp.3, *Cyphoderus* sp.1, *Trogolaphysa* sp.1, *Lepidocyrtinus* sp.1, *Lepidocyrtus* sp.2, *Lepidocyrtus* sp.3, *Seira rita*, estão intimamente ligadas com fatores ambientais intrínsecos de um dado ponto ou pontos amostrais estudados. Essa relação reflete uma baixa adaptabilidade a partes do ambiente que apresentam uma variação muito grande nas características ambientais importantes para essas espécies, limitando a diversidade e abundância.

Mas ao analisarmos o quadro geral da distribuição de espécies nesta pesquisa percebemos que ela é irregular, tendo em vista que a espécie *Entomobrya* sp.1 constitui 81,96% da abundância total da assembleia entre as 12 espécies/morfoespécies que foram encontradas. De acordo com a literatura da espécie, *Entomobrya* apresenta ampla distribuição geográfica, possuindo 337 espécies nominais, com menos de 50 espécies registradas na região neotropical. É o segundo maior gênero de Collembola e *Entomobryidae*, e o maior de *Entomobryinae*, que é também a mais abundante desta pesquisa (BELLINGER; CHRISTIANSEN; JANSSENS, 2024; VIANA; MORAIS; CIPOLA, 2024). Em nosso estudo, *Entomobrya* ocorreu em maior número em todos os pontos amostrais coletados no presente trabalho (Tabela 2). A tolerância a esses ambientes pode ocorrer por conta de ser uma espécie com características morfofisiológicas mais resistentes a esses ambientes: como um padrão corporal mais elevado em relação às outras espécies, apresentar forte pigmentação e apresentar muitas cerdas, favorecendo em sua competição por recursos. Com tudo que foi observado, as informações sugerem que *Entomobrya* sp.1 é uma espécie generalista, com a morfofisiologia mais resistente a esses ambientes do que as demais espécies coletadas neste estudo. O que pode torná-la muito mais abundante.

4.2 ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE ESPÉCIES

A abundância total de Entomobryoidea nesse estudo foi de 1.325 indivíduos, distribuídos em 12 espécies/morfoespécies, 8 gêneros e 3 famílias (Tabela 1). De acordo com a classificação atual de Zhang *et al.* (2019), a superfamília Entomobryoidea é composta por três famílias, sendo elas: Entomobryidae, Paronellidae e Orchesellidae. No presente trabalho foram encontradas exemplares de todas essas famílias.

Em estudos semelhantes que incluíram todas as ordens de Collembola, a família Entomobryidae também apresentou um maior número de espécies e gêneros. Silva *et al.* (2022), em um estudo realizado em uma plantação de eucaliptos no Pampa brasileiro, a família apresentou maior riqueza, com sete espécies, e maior abundância, com 565 indivíduos, com

destaque para *Entomobrya*, com cinco espécies e 448 indivíduos. A dominância de Entomobryidae também ocorreu em estudos realizados na região semiárida do nordeste do Brasil. Por exemplo, em Rocha (2013) numa área de Caatinga, a família apresentou maior riqueza, com cinco espécies, em ambas as estações, seca e chuvosa, e também maior abundância no período seco com 349 indivíduos.

A família Entomobryidae foi representativa também no trabalho de Ferreira (2018), em um estudo realizado no semiárido do Nordeste do Brasil, onde apresentou maior diversidade e um total de cinco espécies. Porém, sua abundância foi menor em relação a outros grupos. Em outro trabalho realizado em oito áreas distintas no Estado da Paraíba, Ferreira *et al.* (2018) obteve uma abundância total de 15.050 indivíduos, com a riqueza de 20 espécies. Ferreira *et al.* (2013) em um estudo na Caatinga semiárida do nordeste do Brasil, os dados sobre essa família apresentaram maior diversidade e maior abundância, com um total de 1.004 indivíduos distribuídos em cinco espécies.

Apesar de os trabalhos aqui citados utilizarem metodologias distintas das utilizadas nesta pesquisa, nosso estudo corrobora que Entomobryidae é o grupo mais abundante e diversificado de Collembola, sugerindo que a família possui as formas epiedáficas melhor adaptadas a diferentes subclimas de ecossistemas de regiões tropicais e subtropicais no Brasil. Divergindo em parte com os estudos citados, com exceção do estudo de Silva *et al.* (2022) que apresentou *Entomobrya* como gênero mais abundante e rico. A maior parte da abundância e diversidade nestes estudos é atribuída ao gênero *Seira*, em nosso estudo, a maior parte da abundância e riqueza é proveniente do gênero *Entomobrya*, grupo basal de Entomobryidae que compartilha características semelhantes com os primeiros ancestrais comuns do grupo. Logo, apresenta características bem representativas da família, expressa nesta pesquisa no que diz respeito a um hábito mais generalista.

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

O eixo 1 explicou 77,12% da variação dos dados analisados, sendo a temperatura do solo e a altura do folhíço os dois parâmetros mais influentes na pesquisa. Embora o eixo 2 explique apenas 13,65% da variação dos dados, a umidade do solo neste eixo tem impacto na pesquisa, mesmo que de forma minoritária, em relação ao eixo 1.

O mesmo resultado apresentado aqui em parte foi observado em outros estudos semelhantes. Em Ferreira *et al.* (2018), a altura do folhíço interferiu de forma significativa nas

comunidades de Collembola, apresentando uma alta diversidade de espécies, assim como no trabalho de Zeppelini *et al.* (2009), no qual a quantidade de indivíduos está relacionada a profundidade da serrapilheira. Neste estudo o autor mostrou que a altura da serrapilheira contribui para o sombreamento do solo e a disponibilidade de matéria orgânica.

No eixo X, as espécies *Seira* sp.3 e *Seira* sp.2 foram encontradas onde a temperatura do solo é mais elevada. A temperatura do solo é uma característica que dificulta a vida para todos esses animais. Essas espécies toleram essa característica melhor em relação as demais espécies. O gráfico pode nos dizer que temos uma competição entre as espécies, de forma que temos um local onde a temperatura do solo é elevada e a maioria das espécies não se dão bem ali, e acabam indo para outros locais, assim deixando o ambiente aberto. Como *Seira* sp.3 e *Seira* sp.2 toleram melhor o ambiente, essas espécies encontram o ambiente com menos competição por recursos então há uma maior ocorrência dessas espécies neste ambiente. Enquanto isso, *Cyphoderus* sp.1, *Trogolaphysa* sp.1 e *Lepidocyrtus* sp.1 também estão sendo influenciados pela temperatura do solo. Mas estão sendo mais influenciados *Seira* sp.2 e *Seira* sp.3 pela temperatura do ar e umidade do solo. Isso indica que essas espécies têm uma tolerância à temperatura do solo, mas vão ocorrer onde a umidade do solo também é alta de forma que um parâmetro compensa o outro.

As espécies *Capbrya brasiliensis*, *Pseudosinella triocellata* e *Lepidocyrtus* sp.2 estão sendo influenciadas pela altura do folhicho. É importante ressaltar que *Capbrya brasiliensis* apresenta baixa abundância nesta pesquisa apresentando um único exemplar (Tabela 2). De acordo com Nunes, Santos-Costa e Bellini (2020), a espécie *Capbrya brasiliensis* foi encontrada no Parque Nacional Serra das Confusões (Caatinga e Cerrado), Parque Nacional de Sete Cidades (Caatinga e Cerrado), Parque Nacional Serra da Capivara (Caatinga) e em Natal (Mata Atlântica). De acordo com Nunes (2019), a espécie *Pseudosinella triocellata* foi encontrada Parque Nacional de Sete Cidades (Caatinga e Cerrado), Parque Nacional Serra da Capivara (Caatinga), Parque Nacional Serra das Confusões (Caatinga e Cerrado). Demonstrando que são espécies extremamente generalistas. Dentro do contexto ecológico estudado nessa pesquisa estão ocorrendo onde a altura do folhicho é maior, tendo preferência por onde a temperatura do solo é menor. Dessa maneira, existe uma certa correlação entre altura do folhicho e temperatura do solo. Onde tem um local onde a altura do folhicho é maior a temperatura do solo vai ser mais baixa estando assim correlacionadas. Embora *Capbrya brasiliensis* e *Pseudosinella triocellata* tenham sido influenciadas pela altura do folhicho, isso é informativo

dentro do meu contexto local FNP, No entanto, de acordo com os dados apresentados, ambas são espécies generalistas.

O eixo Y nesta pesquisa apesar de ter um teor de explicação de dados marginal, mas ainda sim significativo para explicação, a altura do folhiço e a umidade do solo são dois parâmetros que avançaram muito nesse eixo. As espécies *Trogolaphysa* sp.1, *Lepidocyrtinus* sp.1 e *Lepidocyrtus* sp.2 são espécies muito associadas com a altura do folhiço maior e com a umidade do solo maior. Neste caso havendo uma altura do folhiço maior isso ajuda a reter a umidade do solo, motivo destes animais estarem ali naquela região.

A cobertura vegetal não teve influência significativa na pesquisa, isso possivelmente ocorreu por conta de ser uma floresta densamente coberta pelo dossel das árvores. Mostrado na tabela 3, que apresenta em porcentagem a cobertura vegetal das árvores nos onze pontos amostrais, no qual o menor valor é de 95,5% e o maior de 100%, com média de 98 % para todos os pontos coletados. Logo, não havendo variações significativas nesse aspecto, ao ponto de interferir nas comunidades de Collembola ali presentes.

Os resultados mostram que as variações das características ambientais avaliadas neste estudo não influenciaram significativamente os indivíduos da espécie *Entomobrya* sp.1. Isso indica que possivelmente trata-se de uma espécie de hábitos mais generalistas, ocorrendo em todos os locais independente da variação dos fatores ambientais que foram mensurados nesta pesquisa, corroborando outros estudos apresentados aqui e tornando mais evidente as adaptações que essa espécie possui.

Contudo, fica evidente que as espécies sofrem influência dos parâmetros ambientais, vemos a associação de espécies a ambientes específicos, apresentando um potencial de espécies endêmicas a grupos bem adaptados a este local. Mas é importante ressaltar que ainda há muito que entender sobre as influências que estas comunidades de organismos sofrem com outros fatores ambientais não medidos por esta pesquisa. Por se tratar do primeiro estudo na área, ainda não temos conhecimento suficiente para entender todos os padrões do grupo nesta área. Fica a necessidade de analisar a influência de parâmetros ambientais como pH, carbono, fósforo, magnésio, nitrogênio, pluviosidade, entre outros.

4.4 NOVOS REGISTROS DE OCORRÊNCIA

Das doze espécies amostradas, apenas três já foram descritas. A espécie *Pseudosinella triocellata* foi descrita por Nunes e Bellini (2018), encontrada em um ambiente de transição

entre Caatinga e Cerrado no Parque Nacional das Sete Cidade, Piracuruca/PI. A espécie *Seira ritae* foi descrita por Bellini e Zeppelini (2011) no Estado da Paraíba, tendo como localidade tipo a Praia do Bessa, João Pessoa/PB, além disso é a primeira vez que essa espécie é encontrada no bioma Cerrado. A espécie *Capbrya brasiliensis* foi descrita por Nunes, Santos-Costa e Bellini (2020), ocasião em que também foi feito o primeiro registro do gênero fora da África do Sul. Ademais, o presente trabalho estende a área de ocorrência dos gêneros *Entomobrya* e *Lepidocyrtinus* para o Cerrado, sendo registradas pela primeira vez no bioma.

A maior parte do material biológico desta pesquisa é composta por espécies não descritas, refletindo o baixo conhecimento que temos sobre a diversidade taxonômica de Entomobryoidea na área estudada, e sugerindo que há muitas lacunas a serem preenchidas no que diz respeito a fauna de Collembola no Cerrado. Atualmente no Brasil, há 486 espécies de Collembola descritas, mas apenas 32 espécies no bioma Cerrado (SILVA, 2021; ZEPPELINI *et al.*, 2024). Logo, não temos a real compreensão da diversidade do grupo no país, em especial no que se refere ao Cerrado, o qual possui muitas áreas como essa, com grande potencial de ampliação do conhecimento. A partir de informações como esta, pode-se traçar estratégias de manejo e conservação, que assegurem que essas espécies sejam protegidas. Neste sentido, faz-se necessário a ampliação e realização de novos inventários taxonômicos em outras áreas de Cerrado e em outros biomas do Brasil.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir que:

1. Este estudo foi realizado em uma área restrita e pontual, e ainda assim se obteve uma riqueza total de 12 espécies.
2. Mesmo com a eficiência de coleta tendo sido próxima da máxima, a diversidade foi relativamente baixa na área estudada, com alta dominância de uma única espécie. Com isso, o índice de equitabilidade se mostrou baixo, pois as espécies que foram amostradas nos locais de coleta, apresentaram pouca uniformidade na distribuição dos indivíduos.
3. As principais variáveis ambientais observadas que influenciaram as espécies foram a altura do folheto e a temperatura do solo.
4. Este estudo possibilitou um levantamento inicial da fauna de Collembola na Floresta Nacional de Palmares, tendo feito os primeiros registros da própria Classe Collembola, bem como da Superfamília Entomobryoidea e as famílias

Orchesellidae, Entomobryidae e Paronellidae, dos gêneros *Entomobrya*, *Lepidocyrtus*, *Pseudosinella*, *Seira*, *Trogolaphysa*, *Cyphoderus*, *Lepidocyrtinus* e *Capbrya* e das espécies *Pseudosinella triocellata*, *Seira ritae* e *Capbrya brasiliensis*, sendo esse um dado importante para a conservação da fauna no país.

6 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI). Por ter me concedido a bolsa de Iniciação Científica durante um ano.

REFERÊNCIAS

- ARLÉ, R.; MENDONÇA, C. Preliminary study of species of *Dicranocentrus* Schott, 1893 occurring in the Tijuca National Park. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 42, n. 1, p. 41–49, 1982.
- INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia - INMET**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em 09 fev. 2024.
- BRASIL. **Plano de manejo: Floresta Nacional dos Palmares**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Brasília, BR, 2022. 29 p.
- 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, p. 2–221, 2023.
- BELLINGER, P.F.; CHRISTIANSEN, K.A.; JANSSENS, F. **Checklist of the Collembola of the World, 2022**. Disponível em: <http://www.collembola.org>. Acesso em 09 fev. 2024.
- BELLINI, B. C.; ZEPPELINI, D. A new species of *Seira* (Collembola: Entomobryidae: Seirini) from the Northeastern Brazilian coastal region. **Zoologia**, v. 28, n. 3, p. 403-406, 2011.
- CHRISTIANSEN, K.; BELLINGER, P. A survey of the genus *Seira* (Hexapoda: Collembola: Entomobryidae) in the Americas. **Caribbean Journal of Science**, v. 36, n. 2, p. 39–75, 2000.
- FERREIRA, A.S.; BELLINI, B.C.; VASCONCELLOS, A. Temporal variations of Collembola (Arthropoda: Hexapoda) in the semiarid Caatinga in northeastern Brazil. **Zoologia**, v. 30, n. 6, p. 639–644, 2013.
- 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**. 2018. 128 p. Tese (Doutorado em Ciências biológicas) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2018.

FERREIRA, A. *et al.* Effects of habitat heterogeneity on epiedaphic Collembola (Arthropoda: Hexapoda) in a semiarid ecosystem in Northeast Brazil. **Zoologia**, v. 35, n.15, p.1-5, 2018.

JORDANA, R. *et al.* **Collembola, Poduromorpha: Fauna Ibérica**. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, ESP, 1997. 807 p.

HAMMER, H.D.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Paleontologia Eletrônica 4(1): 9pp. 2020**. Disponível em: <https://past.en.lo4d.com/windows>. Acesso em 12 fev. 2024.

HSIEH, T.C.; MA, K.; CHAO, A. iNEXT: An R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). **Methods in ecology and evolution**, v. 7, n. 12, p. 1451-1456, 2016.

LIMA, E.C.A. *et al.* Synthesis of Brazilian Entomobryomorpha (Collembola: Hexapoda) with Special Emphasis on the Equatorial Oceanic Islands and Redescription of the First Species of Collembola Recorded in Brazil. **Diversity**, v. 14 n. 7 p. 1-39, 2022.

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. **Estudo taxonômico dos Entomobryoidea (Arthropoda: Collembola) em áreas prioritárias para conservação da Caatinga**. 2019. 348 p. Tese (Doutorado em Sistemática e Evolução) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2019.

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, n. 1, p. 24–42, 2020.

ORTIZ, D. C. Diversity of springtails (Collembola) in agricultural and forest systems in Southern Santa Catarina. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 3, p. 2–19, 2019.

OKSANEN. *et al.* **Vegan: community ecology package. R package version 2.5–2. (2020)**. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>. Acesso em 12 fev. 2024.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing. Vienna, R Foundation for Statistical Computing, 2023**. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em 20 nov. 2023.

ROCHA, I.M.S. **Colêmbolos (arthropoda: hexapoda: collembola) numa área de caatinga do nordeste brasileiro**. 2013. 56 p. Dissertação (Mestrado em Sistemática e Evolução) – Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2013.

SALMON, J.T. **An index to the Collembola**. Royal Society of the New Zealand **Bulletin**, Royal Society of New Zealand, Wellington, NZ, 1964. 144 p.

SILVA, C.D.D. *et al.* Diversity loss of epigeic Collembola after grassland conversion into *Eucalyptus* forestry in Brazilian Pampa domain. **Diversity**, v. 15, n. 6, p. 2–10, 2022.

SILVA, C.T.P. **Taxonomia de Entomobryoidea (Collembola, Hexapoda) em uma área de cerrado no Brasil**. 2021. 87p. Dissertação (Mestrado em sistemática e Evolução) – Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2021.

SANTOS, M. A. B. *et al.* Morphological diversity of springtails in land use systems. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 42, p. 1–19, 2018.

TSCHARNTKE. *et al.* Contribution of small habitat fragments to conservation of insect communities of grasslandcropland landscapes. **Ecological Applications**, v. 12, n. 1, p. 354–363, 2002.

VIANA, S. S.; MORAIS, J. W.; CIPOLA, N.G. Taxonomic revision of Entomobrya Rondani, 1861 (Collembola: Entomobryidae: Entomobryinae) from the Brazilian Amazon. **Zootaxa**, v. 5452, n. 1, p. 1-110, 2024.

VINATIER, F. *et al.* Factors and mechanisms explaining spatial heterogeneity: a review of methods for insect populations. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 2, n. 1, p. 11–22, 2011.

ZEPPELINI, D. *et al.* Collembola as bioindicators of restoration in mined sand dunes of Northeastern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, n. 5, p. 1161–1170, 2009.

ZEPPELINI, D. *et al.* 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. *et al.* Collembola in **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**, 2024. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/379>. Acesso em 11 jun. 2024.

ZHANG, F.; BELLINI, B.C.; SOTO-ADAMES, F.N. New insights into the systematics of Entomobryoidea (Collembola: Entomobryomorpha): first instar chaetotaxy, homology and classification. **Zoological Systematics**, v. 44, n. 4, p. 249-278, 2019.

ZHANG, F. *et al.* Molecular phylogeny supports S-chaetae as a key character better than jumping organs and body scales in classification of Entomobryoidea (Collembola). **Scientific reports**, v. 5, n. 12471, p. 1-12, 2015.