



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

CLEYNIANE DE OLIVEIRA LIMA

**DIVERSIDADE DE ENTOMOBRYOIDEA (COLLEMBOLA:
ENTOMOBRYOMORPHA) EPIEDÁFICOS EM UMA NASCENTE PERENE DO
PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES, PIAUÍ, BRASIL**

PEDRO II

2024

CLEYNIANE DE OLIVEIRA LIMA

DIVERSIDADE DE ENTOMOBRYOIDEA (COLLEMBOLA: ENTOMOBRYOMORPHA)
EPIEDÁFICOS EM UMA NASCENTE PERENE DO PARQUE NACIONAL DE SETE
CIDADES, PIAUÍ, BRASIL

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

Orientadora: Prof. Dr. Rudy Camilo Nunes.

PEDRO II

2024

Diversidade de Entomobryoidea (COLLEMBOLA: ENTOMOBRYOMORPHA)
Epiedáficos em uma Nascente Perene do Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil

Cleyniane de Oliveira Lima¹
Dr. Rudy Camilo Nunes²

RESUMO

Collembola são artrópodes que possuem um comprimento que varia entre 0,12 e 17 mm. São amplamente encontrados em ecossistemas terrestres e mais de 9.400 espécies foram descritas até o momento. O objetivo dessa pesquisa é descrever a diversidade de Entomobryoidea epiedáficos em uma área de mata ciliar de um olho d'água perene no Parque Nacional de Sete Cidades, avaliando quais parâmetros ambientais influenciaram a diversidade de espécies na área amostral. Além disso, os resultados foram comparados com os de outras duas áreas previamente estudadas dentro do parque, a fim de fornecer uma perspectiva mais ampla sobre a diversidade e distribuição desses animais no ambiente. Para a coleta dos espécimes foi utilizada armadilhas de queda (*pitfall traps*) distribuídas em onze pontos amostrais ao longo de um transecto de 100 m. O material coletado em campo foi processado no laboratório de Biologia do Campus Pedro II, onde os espécimes foram montados em lâminas e identificados. A abundância total observada foi de 271 indivíduos, distribuídos em 11 espécies, uma família e oito gêneros. O gênero *Seira* destacou-se pela maior riqueza, com um total de três espécies e a espécie *Trogolaphysa* sp.1 com maior representatividade, com um total de 131 indivíduos. Além disso, obtivemos uma curva de acumulação de espécies com tendência de estabilização, ou seja, amostragem satisfatória. Como consequência, o índice de Shannon-Wiener foi calculado em 1,72, índice de Simpson em 0,72 e a Equitabilidade de Pielou 0,71. As variáveis ambientais que melhor explicaram a diversidade encontrada foram a altura do folhicho.

Palavras-Chaves: Ecologia. Variáveis ambientais. Riqueza de espécies. Abundância.

ABSTRACT

Collembola are arthropods that range in length from 0.12 to 17 mm. They are widely found in terrestrial ecosystems, and more than 9,400 species have been described to date. The aim of this research is to describe the diversity of epiedaphic Entomobryoidea in a riparian forest area of a perennial spring in the Sete Cidades National Park, evaluating which environmental parameters influenced species diversity in the sample area. Additionally, the results were compared with those from two other previously studied areas within the park to provide a broader perspective on the diversity and distribution of these animals in the environment. Pitfall traps were used to collect specimens, distributed at eleven sampling points along a 100 m transect. The material collected in the field was processed at the Biology Laboratory of the Pedro II Campus, where

¹ Graduanda do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - Campus Pedro II, cleynianelima@gmail.com.

² Professor do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - Campus Pedro II, rudy@ifpi.edu.br.

the specimens were mounted on slides and identified. The total observed abundance was 271 individuals, distributed among 11 species, one family, and eight genera. The genus *Seira* stood out for its higher richness, with a total of three species, and the species *Trogolaphysa* sp.1 was the most representative, with a total of 131 individuals. Furthermore, a species accumulation curve showed a stabilization trend, indicating satisfactory sampling. Consequently, the Shannon-Wiener index was calculated at 1.72, the Simpson index at 0.72, and Pielou's evenness at 0.71. The environmental variable that best explained the observed diversity was litter height.

Keywords: Ecology. Environmental variables. Species richness. Abundance.

Data de aprovação: 27/08/2024 (data de apresentação do TCC)

1 INTRODUÇÃO

O nome Collembola deriva de *colla* (latim) que significa “cola, adesivo” e de *embolon* (latim) que significa “alavanca, ferrolho”. Nesse sentido, o nome origina-se da existência do colóforo, uma estrutura presente no abdômen do animal que permite ao indivíduo aderir-se ao substrato, e da fúrcula que possibilita ao animal saltar. Esses animais são pequenos artrópodes de uma classe de hexápodes que é dividida em quatro ordens: Neelipleona, Symphypleona, Poduromorpha e Entomobryomorpha (Zeppelini; Bellini, 2024). Durante a sua trajetória evolutiva os Collembola se adaptaram a diversos ambientes. No entanto, a maior diversidade é encontrada no solo, bem como em cavernas, serapilheira, madeira em decomposição e no dossel de árvores (Turnbull; Stebaeva, 2019). A alimentação é constituída principalmente de fungos, microrganismos, matéria orgânica e folhiço. Essa classe está entre os representantes mais diversificados e dominantes no ambiente edáfico. Dessa forma, algumas espécies desempenham um papel importante como bioindicadores da qualidade do solo, como também na ciclagem de nutrientes (Hopkin, 1997; Zeppelini; Bellini, 2004; Zhao *et al.*, 2013). Além disso, podem atuar como descontaminantes ambientais, pois algumas espécies podem metabolizar defensivos agrícolas como o DDT (Zepelini; Bellini, 2024).

O corpo desses animais possui um comprimento total que pode variar de 0,12 a 17 mm, com a presença de três tagmas abdome, tórax e cabeça. A cabeça apresenta duas antenas, dois olhos compostos por até oito lentes similares a omatídios, órgãos pós-antenas (em algumas espécies) e aparelho bucal composto por lábios, um par de maxilas e um par de mandíbulas presentes, mas completamente encerradas na cavidade bucal, que é uma condição entognata. O tórax apresenta três segmentos, possuindo um par de pernas em cada, e o abdômen é composto

por seis segmentos, nos quais estão presentes colóforo, retináculo, fúrcula, órgão genital e o ânus (Zeppelini; Bellini, 2004; Bellinger *et al.*, 2024).

Esses animais podem ser classificados em epiedáficos, hemiedáficos ou euedáficos, de acordo com a fração do solo que habitam. Os epiedáficos são considerados mais ágeis, possuindo uma estrutura corporal com muitas cerdas ou escamas, com a presença de antenas, pernas e fúrcula longas. Habitam na superfície do solo. Os hemiedáficos são os que habitam a porção do solo orgânico que chega há alguns centímetros de profundidade, as espécies frequentemente apresentam redução de algumas características corporais como as antenas. Os euedáficos apresentam uma coloração corporal clara ou ausente, habitam no solo mineral (Hopkin, 1997; Petersen, 2002; Zeppelini; Bellini, 2004).

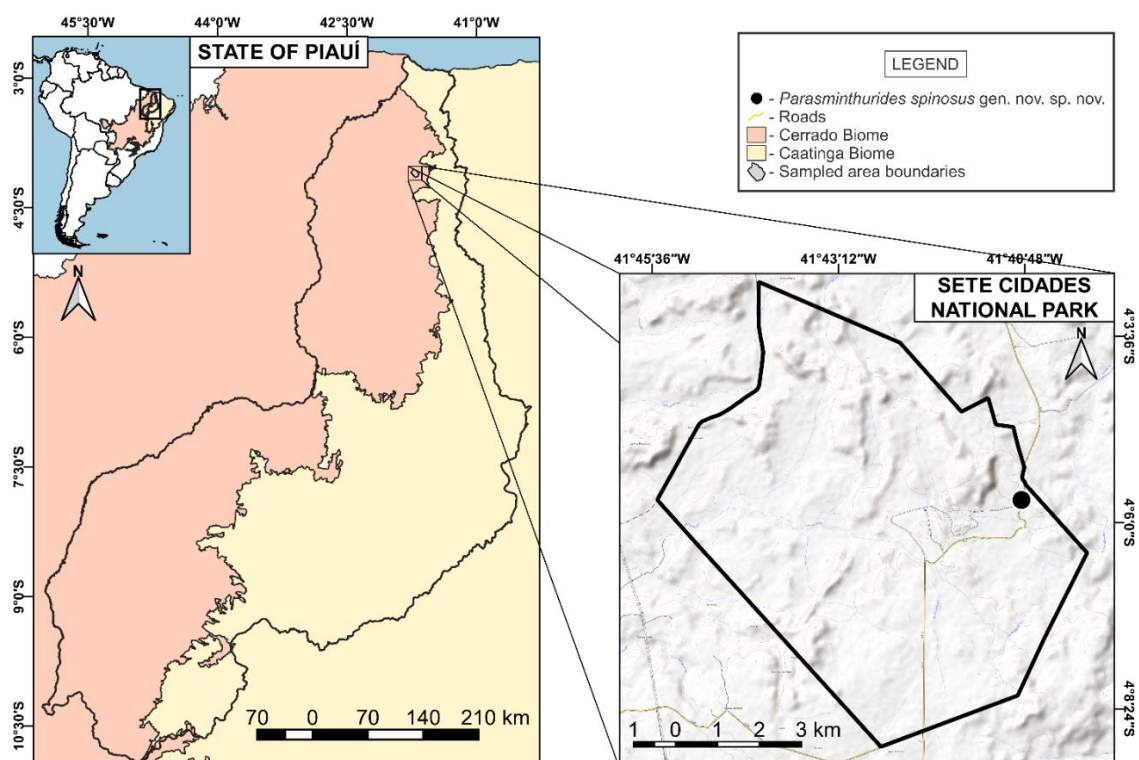
Os Collembola são considerados uma das linhagens de artrópodes mais bem-sucedidas. Até o momento, existem cerca de 9.400 espécies nominais descritas em todo o mundo. Atualmente, o Brasil conta com registros de 457 espécies nominais, distribuídas em 21 famílias e 118 gêneros, sendo aproximadamente 68% endêmicas do país. Dentre as áreas pouco exploradas no Brasil estão os biomas Cerrado e Caatinga possuindo registros de apenas 26 espécies nominais (Zeppelini *et al.*, 2024). Apesar de serem organismos reconhecidos por sua predominância, há uma lacuna significativa no entendimento dos padrões de diversidade desse grupo. Em um esforço para preencher essa lacuna, Nunes (2019) conduziu o primeiro estudo abrangente no Estado do Piauí, de natureza taxonômica fornecendo um levantamento inicial das espécies presentes nos Parques Nacionais de Sete Cidades (PNSC), Serra das Confusões, Serra da Capivara e na zona rural do município de Picos. No entanto, o Piauí possui regiões que permanecem inexploradas, sendo necessárias mais informações sobre a diversidade desse grupo, visando compreender melhor a estrutura das comunidades e as variáveis ecológicas que influenciam sua diversidade. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo descrever a diversidade de Entomobryoidea epiedáficos em uma área de mata ciliar de um olho d'água perene no PNSC, e comparar essa diversidade com duas outras áreas previamente estudadas no parque nacional. Neste contexto, este estudo contribui para o conhecimento da fauna de Collembola no Piauí, apresentando dados sobre os padrões de diversidade do grupo e colabora para o entendimento de como esses organismos são influenciados pelas variáveis ambientais mensuradas. O Parque Nacional de Sete Cidades se encontra inserido em uma área de transição entre os biomas Caatinga e Cerrado, sendo um ambiente classificado como ecotonal, caracterizado pela predominância de uma vegetação de transição (Oliveira, 2004).

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O Parque Nacional de Sete Cidades localiza-se ao norte do Estado do Piauí, nos municípios de Piracuruca e Brasileira, entre as coordenadas 4°05' e 4°15'S, e 41°30' e 41°45'O (Figura 1). A precipitação média anual do local, visto em uma série de 30 anos no Posto de Brasileira, a 30 quilômetros do PNSC, foi de 1.557,8 mm, sendo fevereiro, março e abril os meses mais chuvosos. O clima da área possui uma temperatura média anual de 28°C, sendo outubro o mês mais quente (máximas de 40°C) e julho o mês mais frio (mínima de 20°C). A área total do parque é de 6.303,64 hectares, constituído por uma vegetação de transição entre o Cerrado e Caatinga. Nesse sentido, sua vegetação é constituída por um mosaico de fitofisionomias com manchas bem definidas, com características de cada bioma, inseridas em uma vegetação transicional com aspectos de ambos, apresentando também cerradões e florestas estacionais semidecíduas, campos, matas de galeria (IBDF, 1979; Oliveira, 2004; Matos; Felfili, 2010; INMET). A área específica da coleta deste estudo foi a região de mata ciliar do “Olho d'água dos Milagres”, que apresenta uma densa cobertura arbórea, com árvores alcançando alturas que variam de 20 a 30 metros (IBDF, 1979).

Figura 1:Localização geográfica do Parque Nacional de Sete Cidades, Estado do Piauí, Brasil.



Fonte: Extraído de Medeiros *et al.* (2022)

Os resultados obtidos nesse trabalho, foram comparados com os resultados de outros dois estudos conduzidos também no PNSC. Um desses estudos foi realizado na região de cerrado *stricto sensu*, o qual é caracterizado pela presença de árvores de pequeno porte com ramificações irregulares e normalmente apresenta evidências de queimadas (RIBEIRO; WALTER, 2008). A segunda área de estudo é a mata ciliar de um riacho denominado “Riachão”, que consiste em uma vegetação arbórea com árvores perenes de folhas largas. Esse riacho é intermitente, visto que flui apenas durante o período chuvoso da região. No entanto, o local permanece úmido durante o período seco.

2.2 MÉTODOS DE COLETA E DESENHO AMOSTRAL

As coletas foram realizadas durante o período chuvoso, no mês de maio de 2019. Para a captura dos espécimes foram usadas armadilhas de queda (*pitfall traps*), que consistem em copos descartáveis de 400 mL preenchidos com etanol 70%, enterrados no solo, com pratos descartáveis de 20 cm de diâmetro suspensos acima dos copos para proteger o material da chuva e do sol. As armadilhas foram instaladas em um transecto de 100 m, com 11 pontos amostrais distantes 10 metros um do outro. Em cada ponto amostral foram montadas três armadilhas distantes 1 metro uma da outra, dispostas em formato de triângulo, totalizando 33 armadilhas, que permaneceram expostas durante 48 horas. Após a coleta, o material foi armazenado em outro recipiente contendo etanol 70%.

Em cada ponto do transecto, foram registrados os parâmetros ambientais possíveis, considerando os recursos e equipamentos à disposição. Estes incluíram a temperatura do solo e do ar, umidade gravimétrica do solo, altura do folhio e cobertura do dossel. A temperatura do solo foi aferida com auxílio de um termômetro de mercúrio inserido a cerca de 10 cm de profundidade. A temperatura do ar foi aferida com a ajuda de um termômetro de mercúrio, que foi deixado suspenso cerca de 50 cm acima do solo. A porcentagem de umidade no solo foi calculada a partir dos valores de peso úmido e seco de amostras coletadas a uma profundidade de 5 cm. Essas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos hermeticamente fechados, pesados, desidratados em uma estufa de secagem a 105 °C por 48 horas e pesados novamente. A determinação da altura do folhio foi realizada mediante o uso de uma régua inserida no folhio até alcançar o solo. Para avaliar a porcentagem de cobertura do dossel, empregou-se uma grade quadriculada composta por 100 quadrantes. Essa grade foi fotografada a uma altura de cerca de dois metros acima de cada ponto amostral, possibilitando a estimativa visual da porcentagem de cobertura com base na análise das imagens.

2.3 MICROSCOPIA E IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA

Após a coleta, o material foi armazenado em etanol 70% e posteriormente foi realizada a triagem, que envolveu a separação dos organismos em uma placa de Petri, utilizando um microscópio estereoscópico Lumen, onde os indivíduos foram separados em morfoespécies e armazenados em microtubos contendo etanol 70%. Posteriormente, os espécimes foram submetidos à clarificação com a solução de Nesbitt sobre a chapa aquecedora, seguida por lavagem 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), com algumas modificações. Posteriormente, as lâminas foram colocadas para secar em uma estufa a aproximadamente 50°C por quatro dias. Logo após, as lâminas foram seladas com esmalte incolor. A identificação taxonômica foi realizada através da análise da morfologia e quetotaxia dos espécimes, utilizando um microscópio óptico comum, com auxílio de chaves, descrições e revisões taxonômicas, como as fornecidas por Salmon (1964), Christiansen e Bellinger (1998, 2000), Bellinger *et al.* (2024), Nunes e Bellini (2018) e Nunes *et al.* (2019, 2020). Todos os procedimentos laboratoriais foram realizados no Laboratório de Biologia do IFPI – Campus Pedro II. O material biológico foi depositado na Coleção de Collembola da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (CC/UFRN).

2.4 ANÁLISES DOS DADOS

Os indivíduos coletados foram identificados até o nível de espécie e contados manualmente. Para avaliar a eficiência do esforço amostral, foram construídas curvas de acumulação de espécies, baseada em indivíduos, utilizando a função ‘iNEXT’ do pacote iNEXT (Hsieh *et al.*, 2016). Posteriormente, foram feitas as análises de diversidade, calculando a abundância total, abundância relativa e a riqueza de espécies amostradas. A diversidade foi mensurada através do índice de Shannon-Wiener (H'), utilizando a função ‘diversity’ do pacote Vegan (Oksanen *et al.*, 2020). Este índice quantifica o grau de incerteza com base no número de espécies e a distribuição de abundância de cada espécie, além disso, apresenta maior sensibilidade quanto às espécies raras da comunidade. Também foi utilizado o índice de Simpson inverso (1-D) para medir o grau de dominância entre as espécies, esse índice não é influenciado por espécies raras na comunidade. A equitabilidade foi calculada usando o índice de Pielou (J'), que indica se as diferentes espécies possuem abundâncias relativas semelhantes

ou não, permitindo representar a uniformidade da distribuição das espécies amostradas. Seus valores variam de 0 a 1, onde 0 é a uniformidade mínima e 1 a máxima, e é representado pela expressão: $J' = H'/H_{\max}$. Todas as análises acima foram realizadas no programa R, versão 4.3.2 (R Core Team, 2023). A diversidade da área estudada foi comparada com a diversidade de duas outras áreas previamente estudadas com a mesma metodologia de coleta, desenho amostral e esforço de coleta. A comparação foi feita com auxílio do programa PAST, versão 4.14 (Hammer; Ryan, 2001). Foram utilizados o índice de Jaccard, que considera apenas a presença e ausência de espécies, e o índice de Bray-Curtis, que considera também a abundância das espécies. Ambos os índices comparam a similaridade entre as áreas estudadas e geraram um dendrograma.

Com a finalidade de analisar as variáveis ambientais foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) que analisa de forma exploratória as variáveis ambientais entre cada ponto de coleta. Posteriormente, para avaliar a influência dos parâmetros ambientais sobre os padrões de riqueza e abundância de espécies, foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA). Essa análise tem por finalidade correlacionar dois conjuntos de variáveis, na qual o conjunto de variáveis independentes é constituído pelos parâmetros ambientais, e o conjunto de variáveis dependentes é constituído pelo conjunto de espécies e suas abundâncias relativas, que varia em função da variação dos parâmetros ambientais (Vinatier *et al.*, 2011). Além disso, realizamos uma análise de correlação construída a partir das variáveis ambientais de temperatura do solo, temperatura do ar, folhiço, umidade do solo e cobertura do dossel. O objetivo foi entender melhor como essas variáveis estão relacionadas entre si. Os três procedimentos foram feitos usando o programa PAST, versão 4.14 (Hammer; Ryan, 2001).

3 RESULTADOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE ESPÉCIES

A tabela 1 representa a abundância total observada de 271 indivíduos, distribuídos em 11 espécies, oito gêneros e uma família. Considerando em nível de espécie, foi calculada a abundância relativa de cada uma das 11 espécies coletadas, sendo *Trogolaphysa* sp.1 a espécie com maior representatividade, com um total de 131 indivíduos, sendo encontrada em todos os pontos amostrados, representando cerca de 48% do número total de indivíduos coletados. A espécie *Trogolaphysa piracurucaensis* apresentou um total de 40 indivíduos, o que representa 14% da abundância total, seguida de *Lepidosira neotropicalis* com 11% (31 indivíduos), *Salina*

bellinii com 5,9% (16 indivíduos), *Pseudosinella triocellata* com 5,1% (14 indivíduos), *Seira* sp.2 com 4,4% (12 indivíduos), *Cyphoderus equidenticulati* com 2,5% (7 indivíduos), *Lepidocyrtus* sp.1 com 2,5% (7 indivíduos). Em menor escala estão *Lepidocyrtinus* sp.1 com 2,2% (6 indivíduos), *Seira* sp.1 com 1,8% (5 indivíduos) e *Seira ritae* com 0,7% (2 indivíduos).

O gênero *Seira* apresentou a maior riqueza, com um total de três espécies e 19 indivíduos ao todo, representando cerca de 0,07% dos indivíduos coletados. Seguido do gênero *Trogolaphysa*, com duas espécies e 171 indivíduos.

Tabela 1: Abundância total e relativa das espécies/morfoespécies coletadas em uma região de mata ciliar do “Olho d’água dos Milagres”, do Parque Nacional de Sete Cidades, Estado do Piauí.

Espécies/Ponto amostral	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total	Abundância relativa
<i>Cyphoderus equidenticulati</i>	1	0	1	1	0	1	0	2	0	1	0	7	2,58%
<i>Lepidocyrtinus</i> sp.1	1	0	0	2	0	1	0	0	0	2	0	6	2,21%
<i>Lepidocyrtus</i> sp.1	3	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	7	2,58%
<i>Lepidosira neotropicalis</i>	5	1	2	3	5	1	2	2	3	1	6	31	11,44%
<i>Pseudosinella triocellata</i>	1	3	3	1	0	1	1	0	2	1	1	14	5,17%
<i>Salina bellinii</i>	1	0	3	0	2	4	1	1	1	2	1	16	5,90%
<i>Seira ritae</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0,74%
<i>Seira</i> sp.1	0	0	1	0	1	0	0	1	2	0	0	5	1,85%
<i>Seira</i> sp.2	1	2	1	0	0	2	1	2	2	0	1	12	4,43%
<i>Trogolaphysa piracurucaensis</i>	2	4	2	7	8	4	6	1	1	3	2	40	14,76%
<i>Trogolaphysa</i> sp.1	11	14	9	8	18	21	12	9	9	8	12	131	48,34%
Abundância total:												271	

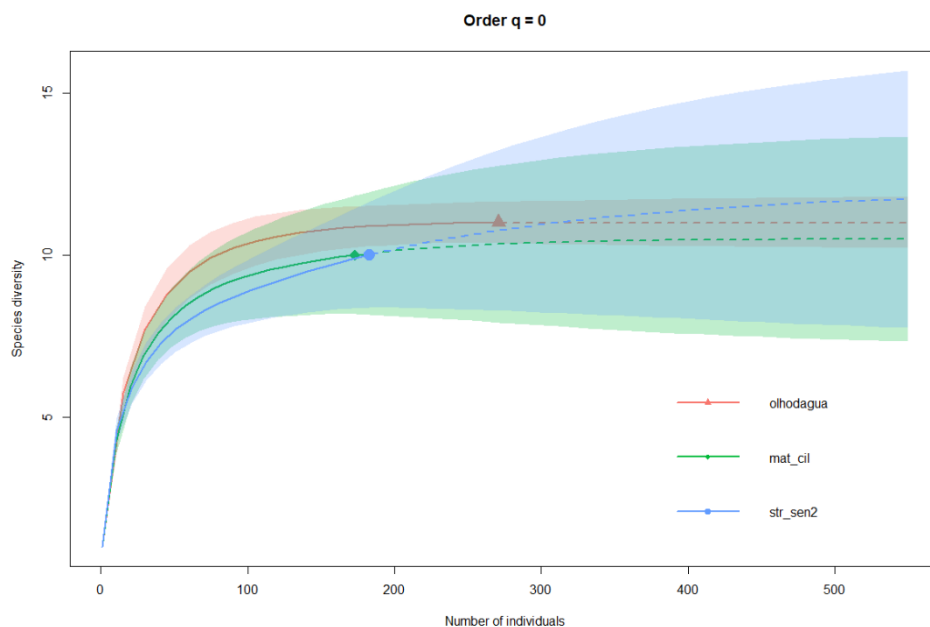
Fonte: elaborada pelos autores, 2024.

3.2 SUFICIÊNCIA AMOSTRAL

A curva de acumulação de espécies foi utilizada para avaliar a eficácia do esforço amostral na área estudada e também foi comparada com o esforço amostral de duas outras áreas previamente estudadas (Figura 2). Observou-se que a curva de acumulação de espécies na região de mata ciliar do “Olho d’água dos Milagres” atingiu plenamente uma estabilidade, sugerindo que o esforço amostral empregado foi representativo da fauna de Collembola na área.

No entanto, na região de mata ciliar do “Riachão” observa-se que houve uma tendência de estabilização, mas sem chegar a estabilizar completamente, o que sugere que embora a eficácia da coleta não tenha sido máxima, ela pode ser considerada satisfatória. A curva de acumulação de espécies na área de cerrado *stricto sensu* não demonstrou uma tendência clara de estabilização, indicando que precisa ser melhor amostrada em estudos futuros.

Figura 2: Curva de acumulação de espécies em três áreas no Parque Nacional de Sete Cidades, Estado do Piauí.



Fonte: elaborada pelos autores, 2024.

3.3 DIVERSIDADE, EQUITABILIDADE E DOMINÂNCIA

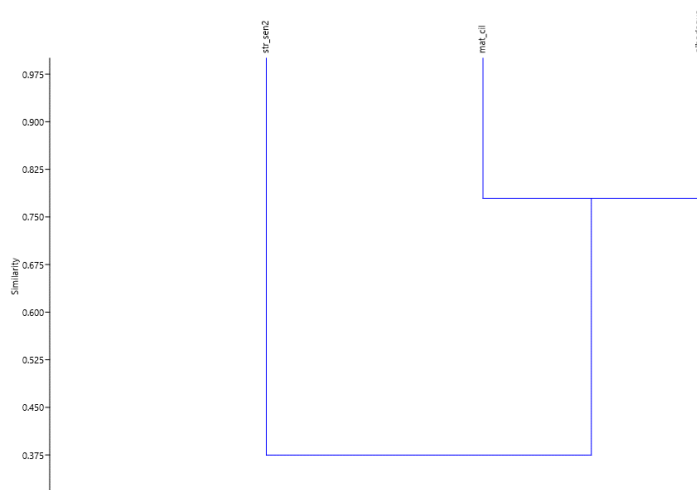
O índice de Shannon observado na área estudada foi de 1,72, o que indica uma estimativa relativamente alta de diversidade. Isso indica que o índice de Shannon encontrado está mais próximo da diversidade máxima ($H'_{\max}$) calculada, que é de 2,39, do que da diversidade mínima, que é igual a 0. O valor do índice de Simpson foi de 0,72, sugerindo que a comunidade apresenta uma diversidade relativamente alta, tendo em vista que esse índice varia de 0 a 1, onde 0 representa a diversidade mínima e 1 a diversidade máxima.

O valor do índice de Equitabilidade de Pielou foi de 0,71, o que indica que a homogeneidade na distribuição das espécies coletadas é moderadamente alta. Nesse sentido, apresenta uma certa uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as diferentes espécies.

3.4 DIVERSIDADE BETA

O Índice de Jaccard aponta a proporção de espécies/morfoespécies compartilhadas entre as três áreas. Nesse sentido, a partir dos resultados descritos na Figura 3, podemos concluir que a composição de espécies da mata ciliar do “Olho d'água dos Milagres” possui cerca de 78% de similaridade com a mata ciliar do “Riachão” na composição de espécies. No entanto, podemos observar que a similaridade observada em comparação com a área de cerrado *stricto sensu* é de apenas 37%.

Figura 3: Similaridade na composição de espécies entre as áreas de mata ciliar do “Olho d'água dos Milagres”, mata ciliar do “Riachão” e o cerrado *stricto sensu* utilizando o índice de Jaccard.

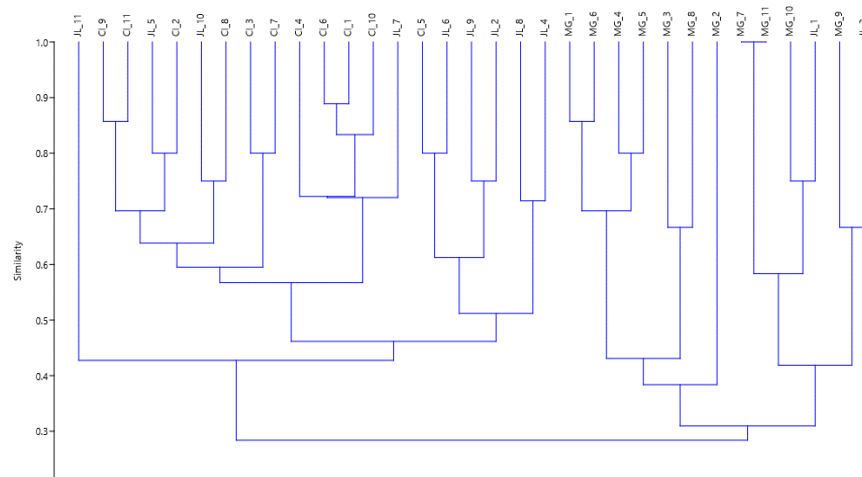


Fonte: elaborada pelos autores, 2024.

Na Figura 4 podemos observar de forma mais detalhada um dendrograma mostrando a variação da diversidade ponto a ponto entre as áreas. É possível observar a formação de dois subgrupos bem distintos, o primeiro reuni os pontos amostrados nas matas ciliares do “Olho d'água dos Milagres” representado pelas iniciais (CL) e do “Riachão” representado pelas iniciais (JL). Este subgrupo nos mostra que as áreas apresentadas possuem similaridade de aproximadamente 0,4, em termos de composição de espécies possuem mais similaridades entre si. O segundo subgrupo possui pontos amostrados da área de cerrado *stricto sensu* representado pelas iniciais (MG) e pontos da área de mata ciliar. O resultado aponta que a similaridade entre

as duas áreas é de aproximadamente 0,2. Devido a área possuir menos semelhanças com a região de mata ciliar, tendo uma vegetação de árvores de pequeno porte com ramificações irregulares e um ambiente seco. Observamos também que esta similaridade não é perfeita, alguns pontos da área de mata ciliar surgem entre os pontos do cerrado *stricto sensu*.

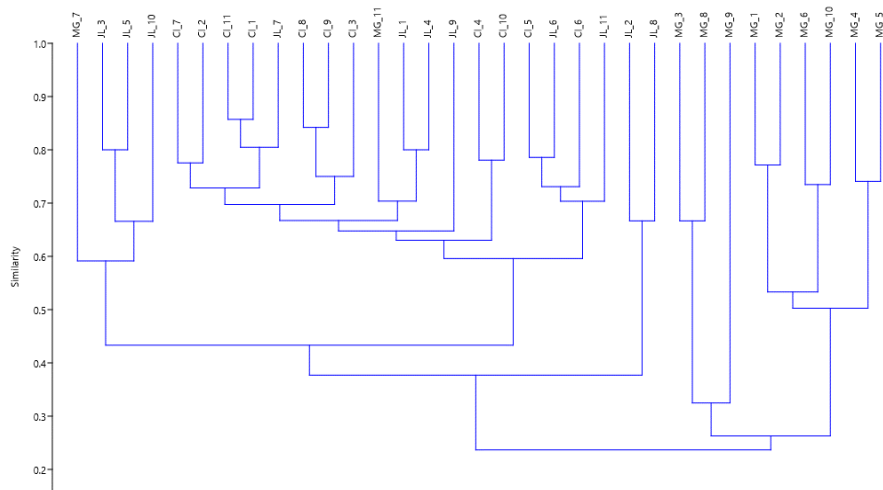
Figura 4: Similaridade na composição de espécies entre as áreas de mata ciliar do “Olho d’água dos Milagres”, mata ciliar do “Riachão” e o cerrado *stricto sensu* utilizando o Índice de Jaccard.



Fonte: elaborada pelos autores, 2024.

Na figura 5 temos outro dendrograma demonstrando o grau de similaridade entre as áreas estudadas, utilizando o índice de Bray-Curtis que, diferentemente do índice de Jaccard, considera também a abundância das espécies/morfoespécies, além da simples presença e ausência. Dessa forma, podemos observar a formação de dois grupos bem distintos, um deles reunindo os pontos amostrados nas matas ciliares do “Olho d’água dos Milagres” representado pelas iniciais (CL) e do “Riachão” representado pelas iniciais (JL). O segundo grupo reuniu apenas os pontos amostrados na área de cerrado *stricto sensu* representado pelas iniciais (MG). Somente os pontos MG7 e MG11 da área de cerrado *stricto sensu* apresentou uma similaridade maior com os pontos das áreas de mata ciliar.

Figura 5: Dendrograma gerado a partir da similaridade e abundância do índice de Bray-Curtis envolvendo três áreas de coleta.



Fonte: elaborada pelos autores, 2024.

3.5 INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Para investigarmos de forma exploratória as relações existentes entre as diferentes variáveis estudadas, utilizamos a Análise de Componentes Principais, visando identificar se havia sobreposição entre duas ou mais variáveis. A análise mostrou que o eixo PC1 explicou a maior parte da variação dos dados, um total de 43,34%, e o eixo PC2 explicou um total de 30.06%. Juntos, os eixos PC1 e PC2 explicaram cerca de 73,4% da variação dos dados observados na análise (Tabela 2).

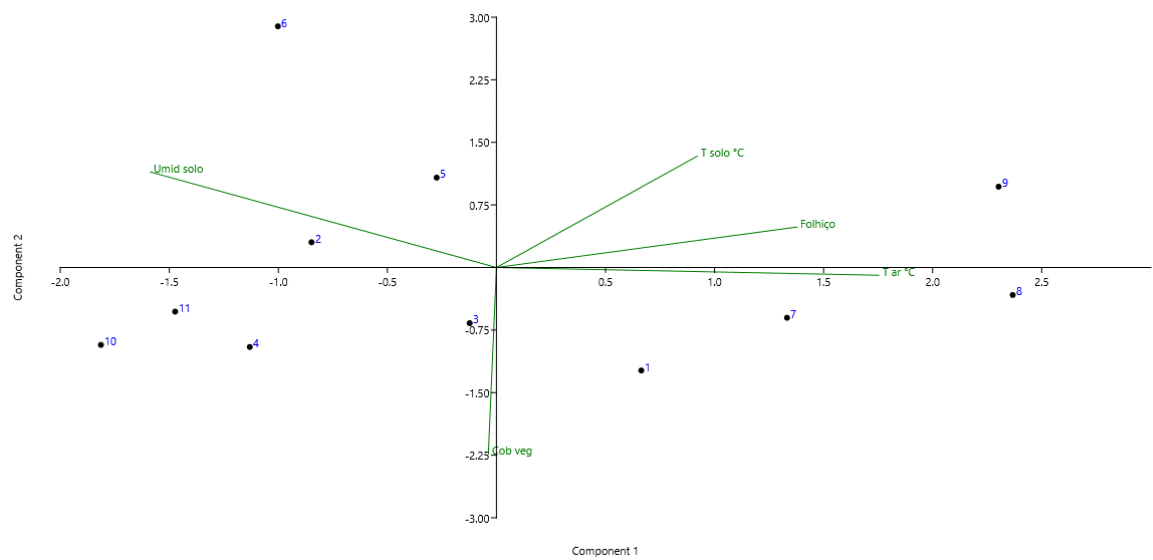
Tabela 2: Análise de Componentes Principais, com a contribuição de cada eixo para explicar a variação observada nos dados de temperatura do solo, altura do folhço, umidade do solo, temperatura do ar e cobertura vegetal dentro do ambiente analisado.

Eixos	Valores dos eixos	% da variação
1	216.727	43.34%
2	15.033	30.06%
3	0.935338	18.70%
4	0.275467	5.50%
5	0.118629	23.72%

Fonte: elaborada pelos autores, 2024.

A Figura 6 ilustra os resultados obtidos da Análise de Componentes Principais através de um gráfico *biplot*, onde é possível observar que não há sobreposição entre nenhuma das variáveis estudadas.

Figura 6: Representação gráfica dos resultados da Análise de Componentes Principais. Esquema de dispersão com a contribuição de cada variável, construído a partir das variáveis ambientais de temperatura do solo, altura do folhiço, cobertura vegetal, umidade do solo e temperatura do ar.



Fonte: elaborada pelos autores, 2024.

A Tabela 3 apresenta um resumo dos dados da análise de correlação. A correlação máxima permitida entre duas variáveis foi estabelecida em 90%. Dessa forma, as variáveis que mostraram correlação inferior a esse limite foram preservadas. Como nenhum das variáveis apresentou correlação igual ou superior a 90%, todas as variáveis foram mantidas.

Tabela 3: Dados da análise de correlação construído a partir das variáveis ambientais de temperatura do solo, temperatura do ar, folhiço, umidade do solo e cobertura do dossel.

ANÁLISE DE CORRELAÇÃO					
	T _{ar}	T _{solo}	Folhiço	Umidade do solo	Cobertura do dossel
T _{ar}					
T _{solo}	0.58716				
Folhiço	0.41553	0.091744			
Umidade do solo	-0.57763	-0.11927	-0.53881		
Cobertura do dossel	-0.22779	-0.34783	-0.37358	-0.27791	

Fonte: elaborada pelos autores, 2024.

Análise de Correspondência Canônica (CCA)

Os parâmetros ambientais utilizados foram: temperatura do solo e do ar, altura do folhicho, umidade do solo e cobertura do dossel. Nesse sentido, com base nos resultados da Análise de Correspondência Canônica (Tabela 4), observa-se que o eixo 1 explica aproximadamente 45,91% da variação dos dados, seguido do eixo 2, que explica 25,08%. Juntos, o eixo 1 e o eixo 2 representam 70,99% dos resultados.

Tabela 4: Análise de Correspondência Canônica com a contribuição de cada eixo com a influência das variáveis ambientais de umidade do solo, altura do folhicho, temperatura do solo e cobertura vegetal dentro do ambiente analisado.

Eixos	Valores dos eixos	% da variação
1	0.09194	45.91%
2	0.050221	25.08%
3	0.042788	21.37%
4	0.015298	7.64%
5	0,000081318	0,004061%

Fonte: elaborada pelos autores, 2024.

Tabela 5: Valores das variáveis ambientais medidas em cada um dos 11 pontos amostrais do transecto.

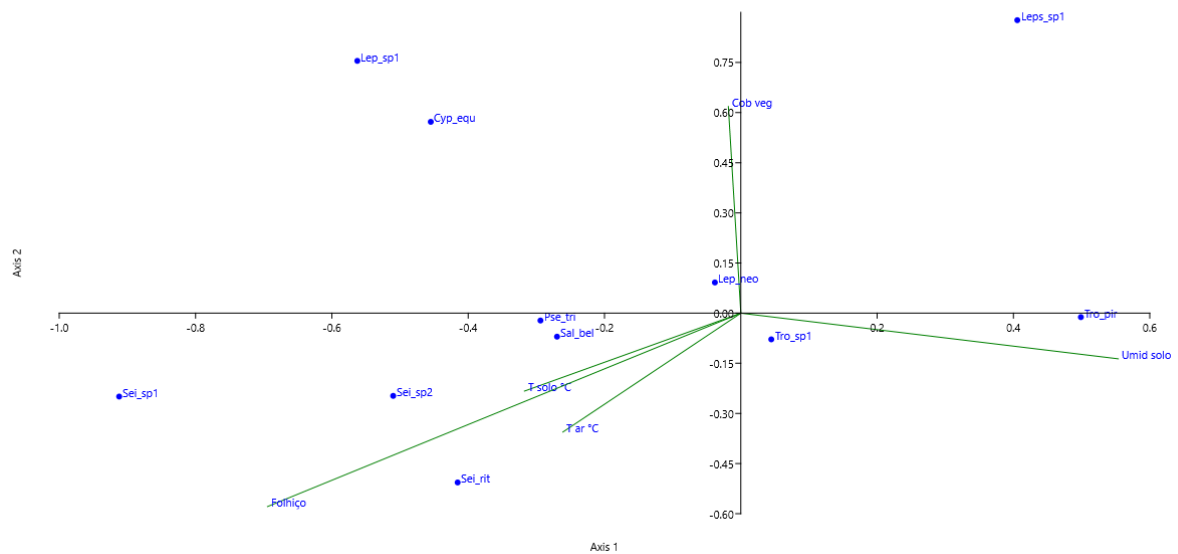
Pontos Amostrais	T _{ar} (°C)	T _{solo} (°C)	Folhicho	Umidade do Solo	Cobertura do dossel (%)
1	29,1	26,4	2,5	0,1273	0,995
2	28,9	26,4	2,2	0,2287	0,847
3	28,6	25,9	3,5	0,1683	0,899
4	28,8	25,8	2	0,1973	0,921
5	29,2	26,8	1,9	0,2173	0,74
6	28,3	26,7	2,9	0,2384	0,452
7	29,5	25,9	3,3	0,1192	0,792
8	29,6	26,9	3,2	0,0911	0,8789
9	29,5	26,8	4,1	0,1273	0,701
10	28,1	26,3	1,1	0,1729	0,946
11	28,2	25,5	2,9	0,1955	0,821

Fonte: elaborada pelos autores, 2024.

A Figura 7 mostra os resultados da CCA obtidos por meio do gráfico *triplot*, que está associando três ordens de variáveis, que incluem espécies, pontos de coleta e variações ambientais. Considerando as variáveis avaliadas o resultado apontou que as espécies *Seira* sp.1, *Seira* sp.2, *Seira ritae*, *Pseudosinella triocellata*, *Salina bellinii*, *Lepidocyrtus* sp.1 e *Cyphoderus equidenticulati* foram associadas a locais com elevada altura do folhicho e,

secundariamente, pela temperatura do solo e do ar. Enquanto a *Trogolaphysa piracurucaensis* e o *Lepidocyrtinus* sp.1 estão mais associadas com locais com alta umidade do solo e cobertura vegetal. No entanto, é possível observar que duas espécies que se encontram próximo ao centro não estão sendo influenciadas por nenhuma das variáveis ambientais estudadas. Dessa forma, podemos concluir que a *Trogolaphysa* sp.1 e *Lepidosira neotropicalis* são espécies mais generalistas.

Figura 7: Gráfico 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.



Fonte: elaborada pelos autores, 2024.

4 DISCUSSÃO

4.1 DIVERSIDADE DE ENTOMOBRYOIDEA EPIEDÁFICOS EM UMA ÁREA DE MATA CILIAR DO PARQUE NACIONAL DE SETE CIDADES

A diversidade de Entomobryoidea no Parque Nacional de Sete Cidades foi avaliada pelo índice de Shannon-Wiener (H'), que indicou uma estimativa relativamente alta de 1,72, próximo da diversidade máxima esperada (H_{max}) de 2,39 para a área de mata ciliar do “Olho d'água dos Milagres”. O valor do índice de Simpson foi de 0,72, sugerindo que a comunidade apresenta uma diversidade relativamente alta. Isso significa que existem várias espécies diferentes na comunidade e que as espécies estão relativamente bem distribuídas em termos de

abundância. A equitabilidade de Pielou (J') foi de 0,71, indicando que a homogeneidade das espécies coletadas é moderadamente alta. Em termos mais específicos, esse valor indica que a maioria das espécies possuem números de indivíduos similares. Nesse sentido, podemos observar resultados semelhantes na área de Mata ciliar do “Riachão” no PNSC, no estudo realizado por Freitas (2022).

De acordo com Zardo *et al.*, (2010), um ambiente diversificado favorece a criação de uma maior variedade de microhabitats. Nesse contexto, a elevada diversidade de Collembola encontrada na mata ciliar provavelmente está associada às condições ambientais favoráveis desse habitat com uma maior riqueza vegetal e altos níveis de umidade que beneficiam esses animais com mais recursos alimentares e condições favoráveis para sua sobrevivência e reprodução. Nesse sentido, comparando os dados desse trabalho com os obtidos por Freitas (2022), onde o valor de H' foi igual a 1,51 e o valor de J' encontrado foi de 0,657, verifica-se que todas as espécies coletadas são espécies em comum com este trabalho, embora a quantidade de indivíduos de cada espécie varie entre os ambientes. Essa semelhança faz sentido, considerando que essas regiões são mais próximas, compartilhando uma maior similaridade na fauna de Collembola e nas condições ambientais. Comparando os dados desse trabalho com os obtidos por Lima (2022), onde o valor de H' foi igual a 1,86 e o valor de J' encontrado foi de 0,75. Observamos que há dez espécies em comum, com exceção apenas da espécie *Lepidosira neotropicalis*. Essa exceção pode ser atribuída a diversos fatores, uma vez que essa espécie é associada a ambientes com maior temperatura e umidade do solo. Isso sugere que a elevada umidade das áreas de mata ciliar pode explicar as diferenças na diversidade e na abundância dessa espécie. Afinal, estudos publicados indicam que a umidade é um fator determinante para os Collembola, apesar de serem sensíveis à dessecação, existem espécies que vivem em regiões áridas e possuem mecanismos para evitar a perda excessiva de água (Bellinger *et al.*, 2024).

4.2 ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE ESPÉCIES

Neste estudo, registramos a abundância total de Collembola da superfamília Entomobryoidea. Nesse contexto, obtivemos 271 espécimes na mata ciliar do “Olho d’água dos Milagres”. O gênero *Seira* apresentou a maior abundância, com um total de 19 indivíduos ao todo. No trabalho realizado por Freitas (2022), na área de mata ciliar do “Riachão”, foram coletados um total de 173 indivíduos. No estudo realizado por Lima (2022), no cerrado *stricto sensu* foram coletados um total de 221 indivíduos. É importante notar que, em todas as três

áreas analisadas, o gênero *Seira* manteve-se como o mais abundante. Apesar de locais diferentes, esse padrão de dominância do gênero em diferentes locais pode indicar uma adaptação particular a diversas condições ecológicas. De acordo com a literatura, o gênero *Seira* predomina em termos de riqueza e é o mais diversificado taxonomicamente no Brasil, com cerca de 33 espécies descritas (Bellini; Zeppelini, 2009; Zeppelini *et al.*, 2018).

A maior superfamília de Collembola atualmente é a Entomobryoidea com mais de 1.700 espécies e 40 gêneros descritos. Essa superfamília é composta por duas famílias: Entomobryidae e Orchesellidae (Silva *et al.*, 2022; Godeiro *et al.*, 2023). Neste trabalho, foram encontradas 11 espécies, sendo cinco espécies que ainda não possuem descrição taxonômica. Dessa forma, a dominância dessa família é evidente em diversos estudos, incluindo o trabalho de Rocha (2013), em uma área de Caatinga no Rio Grande do Norte, apresentando uma riqueza alta na estação chuvosa e uma riqueza mais baixa na estação seca, sendo o gênero *Seira* o mais abundante. O mesmo se observa no trabalho de Ferreira (2018) em uma região de Caatinga e Mata Atlântica na Paraíba e no de Silva *et al.* (2022), realizado no Pampa no Rio Grande do Sul. Isso sugere que mesmo em estudos que incluíram todas as ordens de Collembola, envolvendo espécies de diversas famílias, a família Entomobryidae se destaca, apresentando o maior número de espécies e gêneros. Dessa forma, um fator que contribui para essa dominância são as características morfológicas dessa família, com o corpo coberto por escamas e cerdas, conferem a esses organismos uma maior afinidade por ambientes epiedáficos em ecossistemas tropicais (Hopkin, 1997; Christiansen; Bellinger, 2000).

Em relação a abundância relativa das espécies, no estudo conduzido por Silva (2022), em uma área de cerradão no Parque Nacional de Sete Cidades, foram coletados 408 indivíduos. A espécie mais numerosa foi *Trogolaphysa piracurucaensis*, com 207 indivíduos, seguida por *Trogolaphysa* sp.1, que contou com 167 indivíduos. Neste estudo a espécie mais numerosa foi a *Trogolaphysa* sp.1, que contou com 131 indivíduos, seguida pela *Trogolaphysa piracurucaensis* com 40 indivíduos. No estudo de Freitas (2022), a espécie *Trogolaphysa* sp.1 também foi a mais dominante, seguida da *Trogolaphysa piracurucaensis*. No trabalho realizado por Lima (2022) a espécie *Trogolaphysa* sp.1 foi a segunda espécie mais dominante com 46 indivíduos. Isso sugere que, apesar das diferenças ambientais entre as áreas de cerradão, mata ciliar e cerrado *stricto sensu*, especialmente em relação à umidade do solo, o gênero *Trogolaphysa* demonstra alta dominância em ambas as áreas do PNSC. Em relação a espécies *Salina bellinii*, nesse trabalho apresentou uma abundância total de 16 espécies e obteve 13 espécies no trabalho de Freitas (2022) na área de mata ciliar do “Riachão”, no estudo de Lima

(2022) no cerrado *Stricto Sensu* a abundância total foi de apenas 1 espécie. Essa variação na abundância entre as áreas pode estar associada ao fato de que essa espécie é nativa de florestas úmidas e, portanto, tende a preferir esse tipo de habitat. A presença de uma única espécie encontrada no cerrado *stricto sensu* pode ser explicada pela proximidade entre as diferentes fitofisionomias dentro do PNSC, o que facilita a migração das espécies de uma área para outra, especialmente em períodos chuvosos.

4.3 DIVERSIDADE BETA

Para comparar o grau de similaridade entre as áreas de mata ciliar do “Olho d’água dos Milagres”, mata ciliar do “Riachão” e o cerrado *stricto sensu* do PNSC, utilizamos o Índice de Jaccard, que mede a proporção de espécies/morfoespécies comuns entre as áreas e também utilizamos o índice de Bray-Curtis, que considera a presença e ausência e abundância de espécies, proporcionando uma visão mais detalhada sobre como as espécies estão distribuídas em termos de quantidade. Com base nos resultados obtidos por meio do índice de Jaccard nesse estudo, podemos concluir que a composição de espécies na mata ciliar do “Olho d’água dos Milagres” apresenta cerca de 78% de similaridade com a mata ciliar do “Riachão”. Essa alta similaridade na fauna de Collembola é atribuída à semelhança entre os locais, já que ambas as áreas são de mata ciliar, uma região caracterizada por vegetação florestal que acompanha rios e possui vegetação arbórea, mas não formam galerias. A área do “Olho d’água dos Milagres” é uma região que apresenta uma densa cobertura arbórea, com árvores alcançando alturas que variam de 20 a 30 metros e inclui uma nascente de água. Por outro lado, a mata ciliar do “Riachão”, é composta por uma vegetação arbórea com árvores perenes de folhas largas e inclui um riacho sazonal que só flui durante o período chuvoso da região. No entanto, o local permanece úmido durante o período seco. Em contraste, a similaridade com a área de cerrado *stricto sensu* é de apenas 37%. O cerrado é caracterizado por árvores de pequeno porte, com ramificações irregulares e frequentemente apresenta sinais de queimadas, diferenciando-o significativamente das áreas de mata ciliar. Foi possível analisar também por meio do índice de Bray-Curtis que os pontos MG7 e MG11 da área de cerrado *stricto sensu* apresentaram uma similaridade maior com os pontos das áreas de mata ciliar. Isso pode ser explicado pela presença de espécies que sofrem pouca influência pelas variáveis ambientais como a espécie *Trogolaphysa* sp.1.

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

A forma como as espécies se distribuem é influenciada por vários processos abióticos e bióticos no ambiente ecológico (Howeth, 2010). Nesse contexto, pesquisas anteriores buscaram entender a influência dos fatores ambientais sobre a comunidade de Collembola no solo. Consequentemente, vários estudos indicaram uma relação favorável com fatores ambientais, como temperaturas ideais e cobertura vegetal mais densa e variada. Segundo Saraeva *et al.* (2015), áreas mais úmidas apresentam uma maior variedade de espécies de Collembola. Esses resultados coincidem parcialmente com os encontrados neste estudo, onde a comunidade de Collembola foi positivamente afetada pela altura do folhígio e temperatura do solo do local de coleta. Dessa forma, cada espécie possui uma preferência por um tipo de ambiente, nesta pesquisa o maior número de espécies foi associado a locais com elevada altura do folhígio e, secundariamente, pela temperatura do solo e do ar, que foram as espécies *Seira* sp.1, *Seira* sp.2, *Seira rita*, *Pseudosinella triocellata*, *Salina bellinii*, *Lepidocyrtus* sp.1 e *Cyphoderus equidenticulati*. Esse resultado é semelhante ao encontrado na pesquisa de Zeppelini *et al.* (2008), onde a altura do folhígio foi significativamente relacionada ao número de indivíduos de Collembola, assim como em Ferreira *et al.* (2018), onde a alta diversidade de espécies foi associada com a altura do folhígio e taxa de cobertura vegetal.

Nesta pesquisa a espécie *Trogolaphysa* sp.1, foi a mais dominante, representando cerca de 48% do número total de indivíduos entre as onze espécies coletadas, os resultados mostraram que esse grupo foi pouco influenciado por aspectos ambientais. Tais resultados corroboram outro trabalho realizado na área de mata ciliar, que apresenta características ambientais similares à área amostral deste trabalho. Freitas (2022), em sua pesquisa na mata ciliar, obteve o maior número de espécimes também de *Trogolaphysa* sp.1. O autor destaca que essa espécie é pouco influenciada pelas variáveis ambientais, o que sugere que são espécies generalistas que podem viver em diferentes tipos de ambientes. Em contrapartida, outras espécies, como a *Trogolaphysa piracurucaensis* e o *Lepidocyrtinus* sp.1 estão mais associadas com locais com alta umidade do solo e cobertura vegetal. Nossa pesquisa indica que áreas como a mata ciliar, que possuem condições ambientais com grande riqueza vegetal e elevada umidade, oferecem condições propícias para a ocorrência de uma maior diversidade e riqueza de Collembola, devido à maior disponibilidade de recursos. Dessa forma, locais relacionados com uma grande riqueza vegetal exercem impacto direto na população de Collembola contribuindo para uma

maior disponibilidade de recursos alimentares disponíveis (Widenfalk *et al.*, 2015; Ferreira *et al.*, 2018).

4.5 NOVOS REGISTROS DE OCORRÊNCIA

Embora o Parque Nacional de Sete Cidades já tenha sido objeto de alguns estudos sobre a comunidade de Collembola, observa-se que ainda há muito a ser explorado nesse campo. Nossa pesquisa identificou onze táxons coletados e apenas seis já foram descritos o que reflete o conhecimento ainda limitado sobre a fauna de Collembola no local. Nesse sentido, as espécies *Lepidocyrtinus* sp.1, *Seira* sp.1, *Seira* sp.2, *Trogolaphysa* sp.1 e *Lepidocyrtus* sp.1 correspondem a espécies que ainda não possuem descrição taxonômica. Além disso, para os novos registros de ocorrência o nosso trabalho resultou na descoberta de duas novas espécies para o parque: *Seira ritae* e *salina bellinii*. Em termos de gêneros, identificamos *Salina*, *Lepidocyrtinus*, *Lepidocyrtus* e *Seira*.

No trabalho de Nunes (2019), foi realizado um inventário taxonômico no parque, resultando na descrição de quatro espécies da região. No entanto, apesar do potencial científico e ecológico, grande parte do PNSC permanece inexplorado. Visto que o parque oferece uma oportunidade valiosa para pesquisas que podem revelar novas espécies, contribuindo para o entendimento da biodiversidade da Caatinga e do Cerrado e conservação e manejo sustentável do território. Nesse sentido, fica evidente que estudos semelhantes a este têm o potencial de aumentar de maneira significativa o entendimento sobre a diversidade do grupo.

5 CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos nesta pesquisa foi possível concluir que:

- Ambientes com condições ambientais semelhantes apresentaram uma composição de espécies similar, conforme observado na mata ciliar do “Riachão” e mata ciliar do “Olho d’água dos Milagres.
- O estudo revelou que o gênero *Trogolaphysa* é dominante na região amostrada, uma vez que as espécies *Trogolaphysa piracurucaensis* e *Trogolaphysa* sp.1 formaram, juntas, 62% da abundância total de indivíduos.

- Os resultados desse trabalho contribuem para o conhecimento da fauna de Collembola no Piauí e colaboram com ações de conservação e manejo sustentável para proteger espécies raras presentes no Parque Nacional de Sete Cidades.

REFERÊNCIAS

- 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**, 2024. Disponível em: <http://www.collembola.org>. Acesso em: 04 de jan. de 2024.
- 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.
- CHRISTIANSEN, K.; BELLINGER, P. **The Collembola of North America North of Rio Grande, A taxonomy analysis**. Grinnell College, p. 1520, 1998.
- 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.
- FREITAS, J.L.G. **Diversidade de Entomobryoidea (Arthropoda: Collembola) epiedáficos de uma área de mata ciliar do Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. 2022.** Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Piauí, 2022.
- 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.
- FERREIRA, A. S.; ROCHA, I. M. S.; BELLINI, B. C.; VASCONCELLOS, A. 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.

GODEIRO, N. N.; DING, Y.; CIPOLA, N. G.; JANTARIT, S.; BELLINI, B. C.; ZHANG, F. Phylogenomics and systematics of Entomobryoidea (Collembola): marker design, phylogeny and classification. **Cladistics**, v. 39, n. 2, p. 101-115, 2023.

HAMMER; H.D.; RYAN, P.D. PAST: **Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**. **Paleontologia Eletrônica** 4(1): 9pp. 2001. Disponível em: Acesso em 23 de janeiro de 2024.

HSIEH T.C.; MA, K.H.; CHAO, A iNEXT: An R Package for Rarefaction and Extrapolation of Species Diversity (Hill Numbers). **Methods in Ecology and Evolution**, ed 12, v. 7, p.1425–1575, 2016.

HOPKIN, S.P. **Biology of the Springtails (Insecta: Collembola)**. Oxford University Press. p.1–330, 1997.

HOWETH J.G.; LEIBOLD M.A. Species dispersal rates alter diversity and ecosystem stability in pond metacommunities. **Ecology** **91**: 2727-2741, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (IBDF). **Plano de manejo: Parque Nacional de Sete Cidades**. IBDF, Brasília, 1979.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normais Climatológicas do Brasil (1991- 2020)** Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2024.

JORDANA, R.; ARBEA, J.I.; SIMÓN, C.; LUCIÁÑEZ, M.J. **Fauna Iberica. Collembola Poduromorpha**. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, v. 8, p. 807, 1997.

LIMA, M.G.M. **Diversidade de Entomobryoidea (Arthropoda: Collembola) epiedáficis de uma área de cerrado *stricto sensu* do Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. 2022**. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Piauí, 2022.

MATOS, M.Q.Z.; FELFILI, J.M. Florística, fitossociologia e diversidade da vegetação arbórea nas matas de galeria do Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC), Piauí, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 24, p. 483–496, 2010.

MEDEIROS, G.S.; NUNES, R.C.; ZHANG, F.; GODEIRO, N.N.; BELLINI, B.G. A New Genus of Sminthurididae (Collembola, Symphypleona) from Brazil, with Notes on the Systematics of the Family. **Diversity** 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. Tese (Doutorado em Sistemática e Evolução) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

NUNES, R.C.; GODEIRO, N.N.; PACHECO, G.; LIU, S.; GILBERT, M.T.P.; ALVAREZ-VALIN, F.; BELLINI, B.C. The discovery of Neotropical *Lepidosira* (Collembola, Entomobryidae) and its systematic position. **Zoologica Scripta**, v. 48, n. 6, p. 783–800, 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, p. 24–42, 2020.

OLIVEIRA, M.E.A. **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, p. 164, 2004.

OKSANEN, J. A. R. I.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; WAGNER, H. Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5–7. 2020. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

PETERSEN, H. General aspects of collembolan ecology at the turn of the millennium. **Pedobiologia**, v. 46, p. 246–260, 2002.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna, R Foundation for Statistical Computing, 2022. Disponível em: <https://www.R-project.org>> Acesso em: 02 de dez de 2022.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. **Cerrado: ecologia e flora**, v. 1, p. 151–212, 2008.

ROCHA, I.M.S. **Colêmbolos (Arthropoda: Hexapoda: Collembola) numa área de caatinga do nordeste brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Sistemática e Evolução) – Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

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

SARAEVA, A.K.; POTAPOV, M.B; KUZNETSOVA, N.A. 2015. Different-scale distribution of Collembola in homogenous ground vegetation: stability of parameters in space and time. **Entomological Review** 95: 699-714.

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, n. 6, p. 490, 2022.

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

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.

WIDENFALK, L.A.; BENGTTSSON, J., BERGGREN, A.; ZWIGGELAAR, K.; SPIJKMAN, E.; HUYERBRUGMAN, F.; BERG, M.P. 2015. Spatially structured environmental filtering of collembolan traits in late successional salt marsh vegetation. **Oecologia** 1-13.

ZARDO, D.C.; CARNEIRO, A.P.; DE LIMA, L.G.; SANTOS FILHO, M. Comunidade de artrópodes associada a serrapilheira de cerrado e mata de galeria, na Estação Ecológica Serra das Araras–Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 13, n. 2, p. 105-113, 2010

ZEPPELINI, D.; BELLINI, B.C. **Introdução ao estudo dos Collembola**. João Pessoa, Paraíba. Editora Universitária, Universidade Federal da Paraíba, p. 1–82, 2004.

ZEPPELINI, D.; BELLINI, B.C.; CREÃO-DUARTE, A.J.; HERNÁNDEZ, M.I.M. Collembola as bioindicators of restoration in mined sand dunes of Northeastern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, p. 1161-1170, 2008.

ZEPPELINI, D; BELLINI, B.C. 2024. Cap. 9, Collembola Lubbock, 1870, pp. 141-154. In: Rafael, J.A.; Melo, G.A.R.; Carvalho, C.J.B. de; Casari, S. & Constantino, R. (eds). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. 2ª ed. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 880 pp. <https://doi.org/10.61818/56330464c09>.

ZEPPELINI, D.; QUEIROZ C. G.; BELLINI, B.C 2018. **Collembola in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. Disponível
<em:http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/379>. Acesso em: 02 jun. 2024

ZHAO, J.; SHAO, Y.; WANG, X.; NEHE R, D.A.; XU, G.; LI, Z.A.; FU, S. Sentinel soil invertebrate taxa as bioindicators for forest management practices. **Ecological Indicators**, v. 24: p. 236-239, 2013.