



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

ANA KAROLLINE CASTRO PINHEIRO

**INFLUÊNCIA DA HETEROGENEIDADE DO HABITAT E DA UMIDADE SOBRE A
DIVERSIDADE DE COLLEMBOLA EPIEDÁFICOS NA TRANSIÇÃO CAATINGA-
CERRADO DURANTE A ESTAÇÃO SECA**

PEDRO II-PI

2025

ANA KAROLLINE CASTRO PINHEIRO

**INFLUÊNCIA DA HETEROGENEIDADE DO HABITAT E DA UMIDADE SOBRE A
DIVERSIDADE DE COLLEMBOLA EPIEDÁFICOS NA TRANSIÇÃO CAATINGA-
CERRADO DURANTE A ESTAÇÃO SECA**

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-PI

2025

INFLUÊNCIA DA HETEROGENEIDADE DO HABITAT E DA UMIDADE SOBRE A DIVERSIDADE DE COLLEMBOLA EPIEDÁFICOS NA TRANSIÇÃO CAATINGA-CERRADO DURANTE A ESTAÇÃO SECA

Ana Karolline Castro Pinheiro¹

Rudy Camilo Nunes²

RESUMO

Collembola são microartrópodes amplamente distribuídos nos ecossistemas terrestres, desempenhando papéis fundamentais na manutenção da qualidade e dinâmica do solo. Este estudo teve como objetivo investigar a influência da heterogeneidade do habitat e da umidade sobre a diversidade de Collembola epiedáficos durante a estação seca em uma área de transição Caatinga-Cerrado no município de Pedro II, Piauí. As coletas foram realizadas em duas áreas com diferentes condições microambientais (úmida e seca), utilizando armadilhas de queda (*pitfall traps*), acompanhadas da mensuração de variáveis ambientais como temperatura e umidade do solo, pH, cobertura vegetal e altura do folhicho. Foram coletados 794 indivíduos, distribuídos em 12 espécies e pertencentes a oito gêneros, com predominância do gênero *Seira*, especialmente da espécie *Seira* sp.1, na área seca. A área úmida apresentou maior riqueza, diversidade e equitabilidade, indicando que a umidade e a vegetação mais densas favorecem a diversidade da fauna edáfica. A análise baseada no índice de Bray-Curtis e a Análise de Correspondência Canônica (CCA) evidenciaram que temperatura do solo, pH e cobertura vegetal foram os principais fatores estruturadores da comunidade. Esses resultados reforçam a importância das áreas úmidas como refúgios ecológicos para a fauna do solo em períodos de estiagem prolongada, além de contribuir para o conhecimento da biodiversidade edáfica do semiárido piauiense.

Palavras-chave: fauna edáfica; microartrópodes; semiárido; Piauí.

ABSTRACT

Collembola are microarthropods widely distributed in terrestrial ecosystems, playing key roles in maintaining soil quality and dynamics. This study aimed to investigate the influence of habitat heterogeneity and constant moisture on the diversity of epiedaphic Collembola during the dry season in a transitional zone between the Caatinga and Cerrado biomes, located in the municipality of Pedro II, Piauí, Brazil. Sampling was carried out in two areas with different microenvironmental conditions (humid and dry), using pitfall traps, along with the measurement of environmental variables such as soil temperature and moisture, pH, vegetation cover, and litter height. A total of 794 individuals were collected, distributed across 12 species belonging to eight genera, with a predominance of the genus *Seira*, especially *Seira* sp.1, in the dry area. The humid area showed higher species richness, diversity, and evenness, indicating that greater moisture and vegetation density favour the complexity of soil fauna. Bray-Curtis and Canonical Correspondence Analysis (CCA) indicated that soil temperature, pH, and vegetation cover were the main structuring factors of the community. These findings highlight the importance of humid areas as ecological refuges for soil fauna during prolonged droughts and contribute to the understanding of edaphic biodiversity in the semi-arid region of Piauí.

Keywords: soil fauna; microarthropods; semiarid; Piauí.

¹ Graduanda do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas– IFPI Campus Pedro II. karolcastrop5@gmail.com

² Professor do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas– IFPI Campus Pedro II. rudy@ifpi.edu.br

Data de aprovação: 30/09/2025 (data de apresentação do TCC)

1. INTRODUÇÃO

Collembola são microartrópodes predominantemente encontrados no ambiente edáfico, com tamanho corporal variando entre 0,12 e 17 mm. A morfologia externa dos Collembola assemelha-se à dos insetos, sendo composta por cabeça, tórax e abdômen. A cabeça possui um par de antenas, geralmente com quatro artículos, embora esse número possa variar entre os táxons (Bellinger, Christiansen, Janssens, 2024). São animais hexápodes entognatos, caracterizados pela presença de peças bucais internas, como a mandíbula e maxila inseridas em uma cavidade cefálica, e dependendo da espécie apresentam de 0 a 8 ocelos (olhos simples) dispostos lateralmente na cabeça (Hopkin, 1997; Bellinger, Christiansen; Janssens, 2025). Diferenciam-se dos demais hexápodes pela presença exclusiva de apêndices abdominais especializados, como o colóforo, estrutura ventral responsável pela regulação osmótica, equilíbrio hídrico e fixação ao substrato (Zeppelini, Bellini, 2004, 2024). Outro apêndice marcante é a fúrcula, situada no quarto segmento abdominal, que funciona como um órgão saltador, permitindo deslocamentos rápidos e atua como importante mecanismo de fuga frente a predadores, além do tenáculo, uma estrutura localizada na parte ventral do abdômen, cuja função é manter a fúrcula presa quando está em repouso (Hopkin, 1997; Vázquez, Palácios-Vargas, 2004; Bellini, Weiner, Winck, 2023).

O grupo Collembola está atualmente dividido em quatro ordens: Poduromorpha, Entomobryomorpha, Symphypleona e Neelipleona, sendo a ordem Entomobryomorpha a mais rica (Bellinger, Christiansen, Janssens, 2025). Esses pequenos artrópodes terrestres desempenham papéis fundamentais na manutenção dos ecossistemas globais, contribuindo para a decomposição da matéria orgânica, a distribuição de nutrientes por meio da ciclagem, a fertilização do solo e a transferência de energia nas cadeias tróficas (Hopkin, 1997; Bellini, Weiner, Winck, 2023). Além disso, participam de processos ligados à microflora do solo, auxiliando na dispersão de esporos fúngicos, fornecendo nutrientes através de suas fezes e urina e estimulando a atividade microbiana no ambiente terrestre (Coleman, Hendrix, 2000).

Atualmente, existem mais de 9.600 espécies descritas de Collembola, distribuídas em nível global (Bellinger, Christiansen, Janssens, 2025). Atualmente no Brasil, são registradas

508 espécies, pertencentes a 121 gêneros e 21 famílias, das quais 358 são endêmicas do território nacional (Zeppelini *et al.*, 2025). Entretanto, a fauna de Collembola no Brasil é provavelmente muito mais diversa, mas ainda pouco estudada. Apesar desses números expressivos, a diversidade real de Collembola no país tende a ser significativamente maior, especialmente em regiões onde a carência de inventários sistemáticos tem contribuído para a subestimação da riqueza desse grupo (Bellini, 2014; Abrantes *et al.*, 2010; 2012), dado o conhecimento limitado sobre a fauna de Collembola nessas regiões. No estado do Piauí, o primeiro estudo abrangente em nível taxonômico foi conduzido por Nunes (2019), proporcionando uma visão inicial sobre a composição e a riqueza taxonômica das áreas analisadas.

A classe Collembola é caracterizada por animais extremamente sensíveis à desidratação e a temperaturas elevadas. Dessa forma, em regiões caracterizadas por longos períodos de estiagem, onde a umidade do solo é quase inexistente, a diversidade desses organismos é afetada, sobrevivendo apenas as espécies mais adaptadas a essas condições (Rusek, 1998). Dessa forma, alterações no solo modificam as propriedades físico-químicas do ambiente, o que pode levar a mudanças na diversidade e densidade populacional, impactando significativamente a fauna edáfica, especialmente em espécies endêmicas (Silva *et al.*, 2022). No entanto, ainda há uma carência significativa de estudos sobre a ecologia de Collembola durante a estação seca, especialmente em áreas de transição entre os biomas Caatinga e Cerrado no estado do Piauí (Nunes, 2019). Em contraste, avanços importantes têm sido realizados. Destaca-se, por exemplo, um estudo recente desenvolvido por Lima *et al.* (2024), que investigou a diversidade de Collembola em diferentes tipos de vegetação no delta do Rio Parnaíba, região que abrange tanto o Maranhão quanto o Piauí e apresenta características ecológicas semelhantes em ambos os estados. O estudo comparou a variação da diversidade entre os períodos seco e chuvoso, e analisando a influência da complexidade e heterogeneidade de diferentes tipos de hábitat sobre a variação dessa diversidade. Esse estudo amplia a compreensão sobre a influência das variações sazonais e das condições ambientais na composição da fauna edáfica da região. Dessa forma ampliar o conhecimento acerca da ecologia dos Collembola durante o período seco é essencial para entender como as populações se mantêm durante os períodos mais adversos de seca, e como as áreas úmidas isoladas podem abrigar uma fauna peculiar durante os prolongados períodos de estiagem, possivelmente formando ilhas de diversidade em meio às regiões secas.

Portanto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de investigar como a heterogeneidade do habitat e, principalmente, a umidade constante, influenciam os padrões de diversidade de Collembola epiedáficos durante a estação seca, em uma área de transição entre os biomas Caatinga e Cerrado no estado do Piauí. Além disso, buscou-se identificar as principais variáveis ambientais, além do ciclo de chuvas, que influenciam os padrões de diversidade observados nas comunidades estudadas, analisar a riqueza e abundância dos organismos e comparar a composição de espécies entre os pontos amostrados.

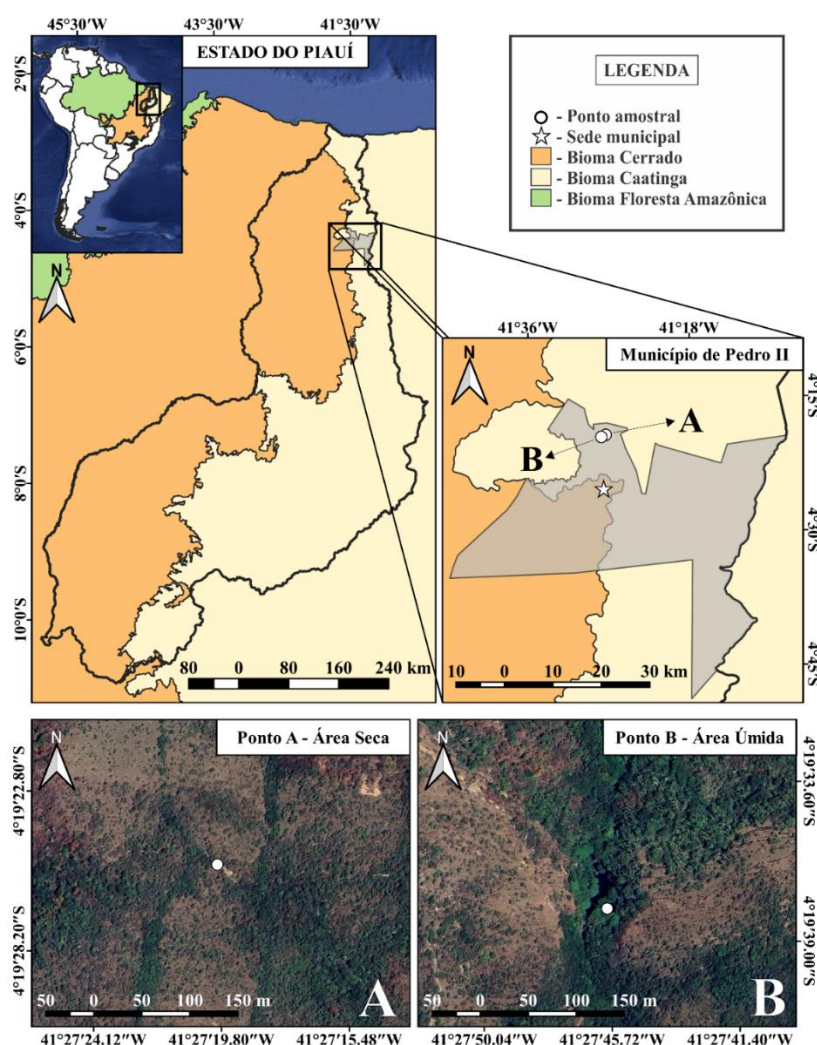
2. METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado em dois locais próximos um do outro, tendo como referência a Cachoeira do Urubu-Rei, localizada em uma área de transição Caatinga-Cerrado, nas coordenadas 4°19'37,43"S e 41°27'46,45"O, no município de Pedro II, no nordeste do Estado do Piauí (Figura 1). A cachoeira está esculpida na Formação Cabeças e possui uma queda d'água perene de cerca de 76 metros, sendo a maior do Estado do Piauí. Embora o local seja aberto ao público, sua localização é considerada de difícil acesso. (Sousa *et al.*, 2023) Seu nome foi inspirado no Urubu-Rei (*Sarcoramphus papa*), uma ave comumente avistada no local (Sousa *et al.*, 2023). O município de Pedro II está situado na microrregião de Campo Maior, no Estado do Piauí, limita-se, ao norte, com os municípios de Domingos Mourão, Lagoa de São Francisco e São João da Fronteira; ao sul, com Milton Brandão, Buriti dos Montes e Jatobá do Piauí; a oeste, com o município de Piripiri; e, a leste, com o Estado do Ceará, abrangendo uma área de aproximadamente 1.544,413 km². A sede municipal está localizada nas coordenadas 04°25'29"S e 41°27'31"O, a aproximadamente 218 km de Teresina (CPRM, 2004; IBGE, 2025). Com uma altitude de 603 metros acima do nível do mar, a temperatura média anual do município é de 26°C, com temperaturas mínimas em torno de 22°C e máximas variando por volta de 36°C, com clima quente tropical, do tipo Aw de acordo com sistema Köppen-Geiger (Kottek *et al.*, 2006). A precipitação média anual em Pedro II é de cerca de 1.300 mm, com os meses de fevereiro, março e abril sendo os mais chuvosos, e agosto, setembro e outubro os mais secos (INMET, 2025). A vegetação local caracteriza-se como uma zona de transição entre os biomas Caatinga e Cerrado, apresentando elementos distintos de ambos. O Cerrado possui fitofisionomia predominantemente de savana, englobando formações como campos limpos, campos sujos, cerrados *sensu stricto* e cerradões, com espécies adaptadas ao clima tropical

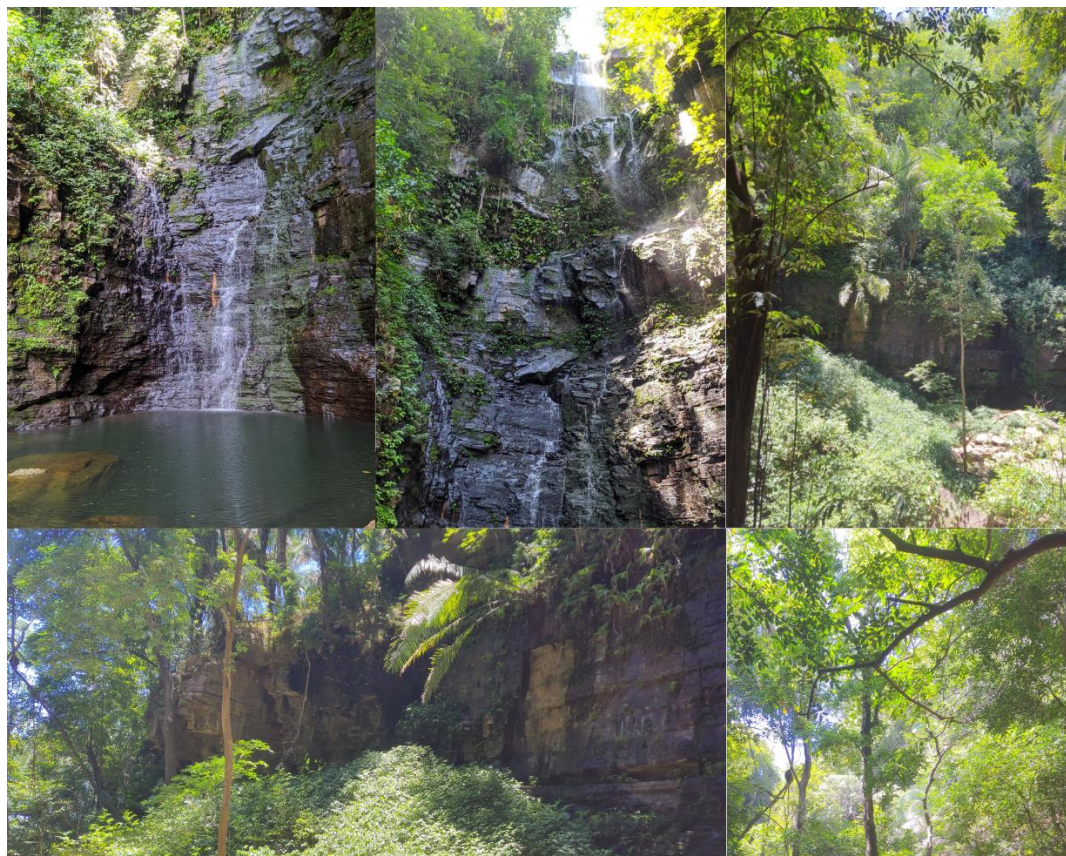
sazonal, marcado por uma estação seca bem definida e solos ácidos de baixa fertilidade (Castro; Martins; Fernandes, 1998). Já a Caatinga é composta, majoritariamente, por espécies xerófitas, adaptadas às condições semiáridas, incluindo arbustos espinhosos e árvores de porte médio, que apresentam estratégias para suportar longos períodos de estiagem (Leal *et al.*, 2003). Entretanto, a área ao redor da cachoeira, delimitada por paredões rochosos, é caracterizada por uma vegetação peculiar, influenciada pela umidade proveniente da cachoeira e do curso de água perene (Figura 2). A flora local apresenta características típicas de vegetação de mata ciliar, composta principalmente por plantas latifoliadas de folhagem perene, além de briófitas, pteridófitas e outras espécies adaptadas às condições ambientais específicas desse ecossistema (Santos, 2020).

Figura 1- Localização geográfica dos dois pontos amostrais, área seca e área úmida, próximos da Cachoeira do Urubu-rei, no município de Pedro II, Piauí.



Fonte: Autores (2025).

Figura 2- Cachoeira do Urubu Rei localizada no município de Pedro II, Piauí. Aspecto da queda d'água e da vegetação do entorno.



Fonte: Autores (2025).

2.2 DESENHO AMOSTRAL, MÉTODOS DE COLETA

A coleta dos espécimes foi feita entre os dias 03 e 05 de outubro de 2023, no final do período seco. Para a captura dos espécimes foram utilizadas armadilhas de queda (*pitfall traps*). As armadilhas consistem em copos descartáveis de 400 mL contendo etanol 70%, enterrados com a abertura no nível do solo. Além disso, foram colocados pratos descartáveis de 20 cm de diâmetro suspensos acima dos copos com intuito de proteger o material e reduzir a evaporação do etanol pela exposição direta ao sol. Para a realização da coleta, em cada ponto amostral, foram instalados cinco conjuntos com três armadilhas de queda cada, organizadas em formato triangular e espaçadas a 1 metro entre si, totalizando 15 armadilhas por área amostrada (Lima, 2024), (Figura 3). A coleta foi realizada em duas áreas distintas: na área úmida sob influência direta da cachoeira, próxima à queda d'água ($4^{\circ}19'37,43''S$ e $41^{\circ}27'46,45''O$), e na área seca,

localizada na trilha que dá acesso à cachoeira e afastada do curso d'água, ($4^{\circ}19'25,29''\text{S}$ e $41^{\circ}27'19,94''\text{O}$). A distribuição das armadilhas ocorreu da forma mais aleatória possível, considerando as características do solo e as restrições geográficas da cachoeira, que possui uma área reduzida, amplamente coberta por rochas de grande porte que inviabilizam a instalação das armadilhas, e é delimitada por paredões rochosos. Em razão dessas restrições, não foi possível traçar um transecto com medidas exatas de distância entre os pontos amostrais. Na área seca, embora fosse possível traçar um transecto linear, seguiu-se a mesma abordagem implementada na área úmida, delimitando-se uma área aproximadamente equivalente à da cachoeira e distribuindo as armadilhas aleatoriamente, de acordo com o padrão adotado. Todas as armadilhas permaneceram expostas por um período de 48 horas.

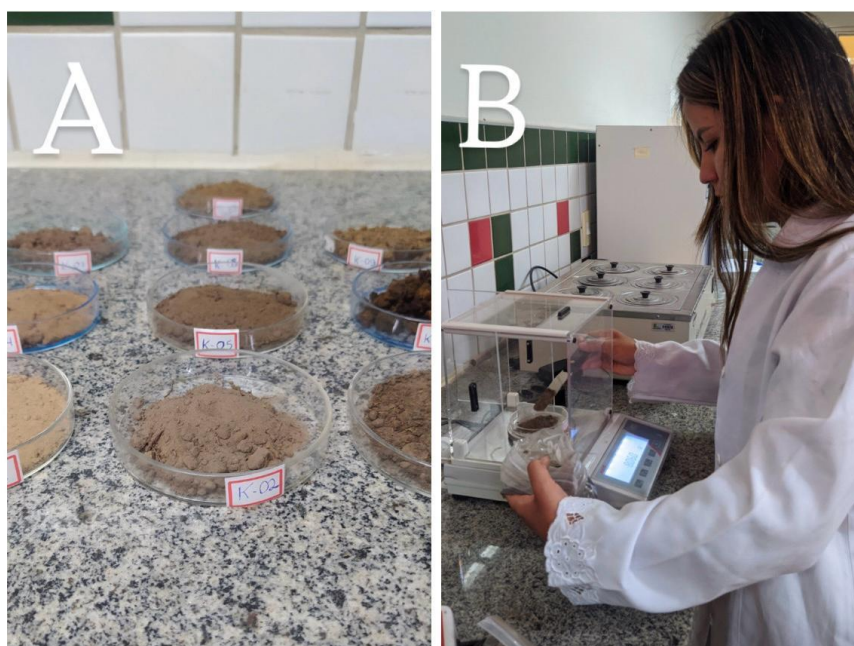
Figura 3- Instalação dos conjuntos de armadilhas de queda (*pitfall traps*) dispostas em formato triangular e espaçadas a 1 metro entre si, totalizando 15 armadilhas por área amostrada.



Fonte: Autores (2025).

Além disso, no centro de cada conjunto de armadilhas foram coletados os parâmetros ambientais possíveis, tendo em vista os equipamentos disponíveis no momento, tais como: temperatura do solo, pH, umidade do solo, altura do folhicho e cobertura do dossel. A temperatura do solo foi aferida diretamente no local, com o uso de um termômetro de mercúrio inserido a aproximadamente 10 cm de profundidade no solo. A mensuração do pH do solo foi realizada com o auxílio de um medidor portátil Akso AK95 equipado com eletrodo plano. Para medir a umidade gravimétrica do solo, foram coletadas amostras de solo a 5 cm de profundidade, que foram armazenadas em sacos plásticos hermeticamente fechados, em seguida foram pesadas e desidratadas a 105°C por 48 horas em estufa de secagem e pesadas novamente (Figura 4). A porcentagem de água no solo foi determinada a partir dos valores do peso úmido e seco das amostras. A altura do folhicho foi medida com auxílio de uma régua inserida no folhicho até atingir o solo. A estimativa da cobertura do dossel foi realizada por meio de análise visual, utilizando fotografias do dossel capturadas no centro de cada conjunto de armadilhas, a aproximadamente 2 metros de altura em relação ao solo, e a porcentagem de cobertura do dossel foi estimada visualmente a partir da análise das imagens.

Figura 4- Procedimentos para determinação da umidade do solo. A- Amostras coletadas em cada ponto amostral que foram armazenadas em sacos plásticos hermeticamente e selados para serem pesadas; B- Pesagem das amostras coletadas em campo antes do processo de desidratação, seguida da secagem em estufa a 105°C para posterior pesagem.

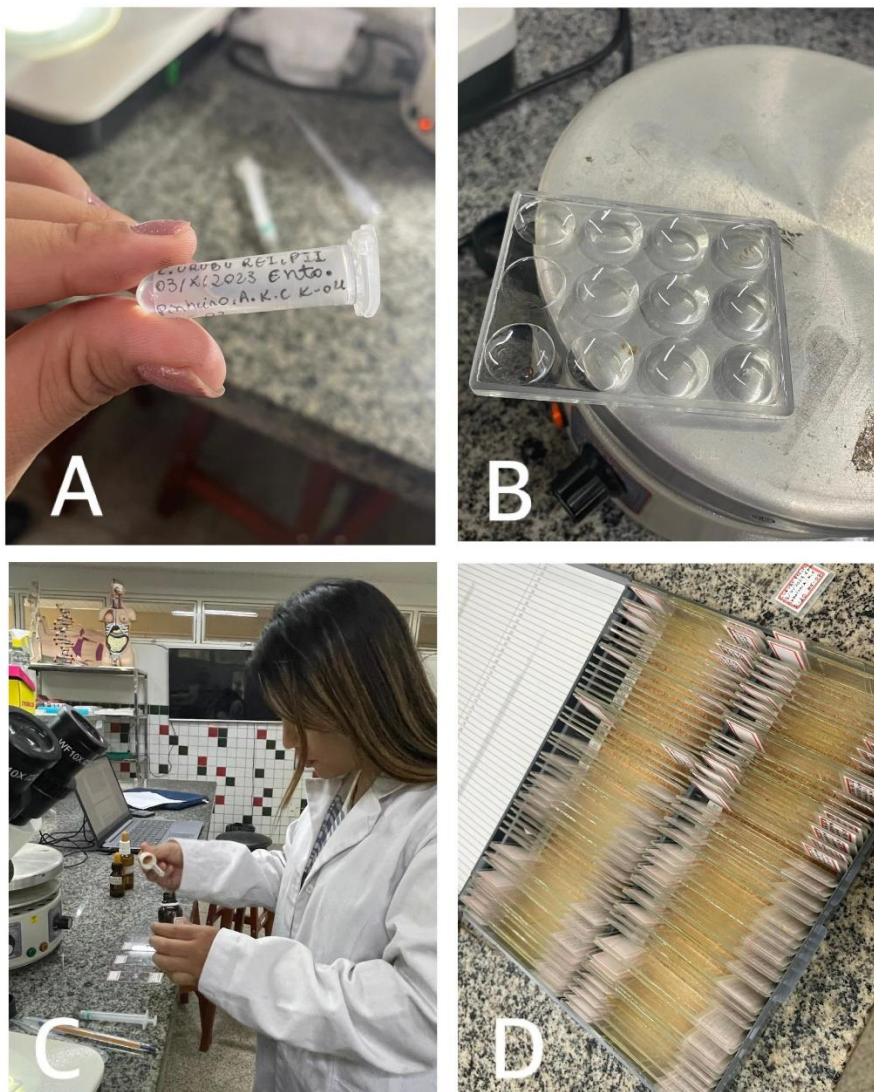


2.3 MICROSCOPIA E IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA

Após a coleta, todos os indivíduos foram armazenados em etanol 70% e encaminhados ao Laboratório de Biologia do Instituto Federal do Piauí – Campus Pedro II. Posteriormente, foi realizada a triagem, a fim de separar o material de outros organismos e sedimentos. Em seguida, os colêmbolos foram agrupados em morfoespécies e fixados em microtubos contendo etanol 70%. A montagem das lâminas seguiu os protocolos descritos por Arlé e Mendonça (1982) e Jordana *et al.* (1997). Inicialmente, os espécimes foram clarificados em solução de Nesbitt, utilizando uma placa de Kline aquecida em chapa térmica. Em seguida, foram lavados com líquido de Arlé e montados em lâminas para microscopia, utilizando meio de Hoyer. As lâminas recém-preparadas foram mantidas em estufa a aproximadamente 50°C por um período de três a cinco dias para secagem. Após esse processo, foram seladas com esmalte incolor para conservação (Figura 5). A triagem, morfotipagem e montagem das lâminas foram realizadas com o auxílio de um microscópio estereoscópico Lumen, no Laboratório de Biologia do IFPI – Campus Pedro II.

A identificação taxonômica dos espécimes foi realizada por meio da análise morfológica e quetotáxica dos exemplares, utilizando microscópio óptico comum e embasando-se em chaves dicotômicas, descrições e revisões taxonômicas. As principais chaves de identificação utilizadas foram as de Salmon (1964), Christiansen e Bellinger (1998, 2000), Bellinger, Christiansen e Janssens (2025), Nunes e Bellini (2018), Nunes *et al.* (2019) e Nunes, Santos-Costa e Bellini (2020). Parte do material coletado encontra-se depositada na Coleção de Collembola da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (CC/UFRN).

Figura 5- Procedimentos laboratoriais: A- Armazenamento dos espécimes em microtubos contendo etanol 70%; B- Clarificação dos espécimes na solução de Nesbitt; C- Montagem dos espécimes na lâmina para microscopia contendo meio de Hoyer; D- Lâminas devidamente montadas e identificadas.



Fonte: Autores (2025).

2.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os indivíduos coletados foram identificados até o nível de espécie ou morfoespécie e quantificados manualmente. A eficiência do esforço amostral foi avaliada por meio da construção de curvas de acumulação de espécies, baseadas no número de indivíduos, utilizando a função 'iNEXT' do pacote 'iNEXT' (Hsieh *et al.*, 2016). Para as análises de diversidade, foram calculadas a abundância total, a abundância relativa e a riqueza de espécies amostradas.

A diversidade de espécies foi mensurada pelo índice de Shannon-Wiener (H'), que quantifica o grau de incerteza na distribuição das espécies com base na abundância de cada uma, sendo particularmente sensível à presença de espécies raras na comunidade. Complementarmente, foi utilizado o índice de Simpson ($1-D$), que é pouco influenciado pelas espécies raras da comunidade (Baselga, 2010). A equitabilidade foi estimada por meio do índice de Pielou (J'), que avalia a uniformidade na distribuição das abundâncias entre as espécies amostradas. Os índices de diversidade foram calculados utilizando a função 'diversity', do pacote 'vegan' (Oksanen *et al.*, 2024). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R, versão 4.3.2 (R core team, 2023).

A diversidade beta foi analisada por meio de um agrupamento hierárquico utilizando o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis, com o intuito de avaliar a similaridade entre os pontos amostrais com base na composição e abundância relativa das espécies de Collembola. A composição de espécies de cada área foi estudada através de uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA), também com base no índice de Bray-Curtis. Para explorar a relação entre os diferentes parâmetros ambientais mensurados e identificar possíveis colinearidades, foi aplicada uma Análise de Componentes Principais (PCA). Em seguida, foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA), que permitiu correlacionar as variáveis ambientais de cada ponto com a variação na composição e abundância das espécies, uma vez que tais parâmetros podem variar espacialmente e gerar heterogeneidade em escala local, influenciando a distribuição das comunidades biológicas (Vinatier *et al.*, 2011). As análises descritas acima foram realizadas com auxílio do programa Past, versão 4.14 (Hammer *et al.*, 2001).

3 RESULTADOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE ESPÉCIES

A abundância total foi de 794 indivíduos coletados nas áreas seca e úmida (Tabela 1), pertencentes a duas ordens. A ordem Entomobryomorpha foi amplamente dominante, representando 98,87% dos indivíduos (785 indivíduos), enquanto a ordem Symphypleona correspondeu a 1,13% da abundância total (9 indivíduos). Foram registradas três famílias, sendo Entomobryidae a mais representativa, com 98,11% da abundância total (779 indivíduos), seguida por Orchesellidae, com 1,76% (14 indivíduos), e Isotomidae, com apenas 0,13% (1 indivíduo). No nível de gênero, *Seira* destacou-se como o mais abundante, totalizando 87,5% da abundância geral (695 indivíduos), seguida por *Trogolaphysa*, com 4,28% (34 indivíduos),

e *Lepidocyrtinus*, com 2,39% (19 indivíduos). Os demais gêneros apresentaram percentuais mais baixos: *Mastigoceras*, com 1,76% (14 indivíduos); *Lepidosira*, com 1,26% (10 indivíduos); *Salina*, com 1,01% (8 indivíduos); *Pseudosinella*, com 0,38% (3 indivíduos); e *Lepidocyrtus*, com 0,13% (1 indivíduo). Entre as espécies/morfoespécies registradas, *Seira* sp.1 foi amplamente dominante, representando 85,26% dos indivíduos coletados (677 exemplares), sendo encontrada em praticamente todos os pontos amostrais da área seca e com presença também na área úmida. Em seguida, destacaram-se *Trogolaphysa* sp.1, com 4,28% (34 indivíduos), *Lepidocyrtinus* sp.1, com 2,39% (19 indivíduos), e *Seira* sp.2, com 1,89% (15 indivíduos). As demais espécies apresentaram ocorrência menos expressiva: *Mastigoceras handschini* Rodrigues, Souza & Bellini, 2024 (em Rodrigues *et al.*, 2024), com 1,76% (14 indivíduos); *Lepidosira* sp.1, com 1,26% (10 indivíduos); *Symphyleona* sp.1, com 1,13% (9 indivíduos); *Salina bellinii* Oliveira & Cipola, 2018 (em Oliveira *et al.*, 2018) com 1,01% (8 indivíduos); *Seira* sp.3, com 0,38% (3 indivíduos); *Pseudosinella triocellata* Nunes & Bellini, 2018 com 0,25% (2 indivíduos); *Lepidocyrtus* sp.1, com 0,13% (1 indivíduo); e um exemplar pertencente à família Isotomidae, identificado até o nível de família com 0,13% (1 indivíduo).

Na área seca a abundância total foi de 691 indivíduos (Tabela 2). Todos os indivíduos coletados pertencem à ordem Entomobryomorpha, representando 100% da abundância dessa área. Dentro da ordem Entomobryomorpha, foi identificada uma família: Entomobryidae, representando 100% dos indivíduos. Foram registrados quatro gêneros na área seca. O gênero *Seira* foi amplamente dominante, correspondendo a 97,39% dos espécimes coletados (673 indivíduos). Em seguida, *Lepidocyrtinus* representou 2,32% da abundância total (16 indivíduos), enquanto *Trogolaphysa* e *Pseudosinella* apresentaram proporções bastante reduzidas, ambas com 0,14% dos espécimes amostrados (1 indivíduo cada). A morfoespécie *Seira* sp.1 foi amplamente dominante na área seca, representando 96,96% da abundância total (670 indivíduos) e sendo registrada em todos os pontos amostrais. Em menor proporção, *Lepidocyrtinus* sp.1 correspondeu a 2,32% dos exemplares (16 indivíduos), seguida por *Seira* sp.2 (0,43%) (3 indivíduos), *Trogolaphysa* sp.1 (0,14%) (1 indivíduo) e *P. triocellata* (0,14%) (1 indivíduo).

Na região úmida da cachoeira a abundância total foi de 103 indivíduos (Tabela 3). Foram identificadas duas ordens de Collembola: Entomobryomorpha, amplamente dominante, com 91,26% dos espécimes coletados (94 indivíduos), e *Symphyleona*, representando 8,74% da abundância total (9 indivíduos). Foram registradas três famílias, sendo Entomobryidae a mais abundante, representando 54,37% da abundância total (88 indivíduos). A família

Orchesellidae respondeu por 13,59% (14 indivíduos). Já a família Isotomidae apresentou 0,97% da abundância total (1 indivíduo), com um único exemplar identificado até o nível de família. Na área úmida, identificaram-se oito gêneros de Collembola, sendo *Trogolaphysa* o mais abundante, com 32,04% da abundância total (33 indivíduos). O gênero *Seira* totalizou 21,36% (22 indivíduos), seguido por *Mastigoceras*, com 13,59% (14 indivíduos), e *Lepidosira*, com 9,71% (10 indivíduos). Também foi registrado um único gênero de Symphypleona representando 8,74% da abundância total (9 indivíduos), *Salina* 7,77% (8 indivíduos), *Lepidocyrtinus* 2,91% (3 indivíduos) e *Pseudosinella* 1,94% (2 indivíduos). Entre as espécies registradas na área úmida, *Trogolaphysa* sp.1 foi a mais abundante, representando 32,04% da abundância total (33 indivíduos), *M. handschini* correspondeu a 13,59% (14 indivíduos), seguida por *Seira* sp.2, com 11,65% (12 indivíduos), *Lepidosira* sp.1, com 9,71% (10 indivíduos), Symphypleona sp.1, com 8,74% (9 indivíduos) e *S. bellinii*, com 7,77% (8 indivíduos). Já *Seira* sp.1 representou 6,80% da abundância total (7 indivíduos), enquanto *Seira* sp.3 e *Lepidocyrtinus* sp.1 corresponderam a 2,91% cada (3 indivíduos cada). As espécies *P. triocellata*, *Lepidocyrtus* sp.1 e o exemplar pertencente à família Isotomidae, sem identificação específica, apresentaram os menores valores, representando 0,97% da abundância total cada (1 indivíduo cada).

Tabela 1- Abundância total, abundância relativa e riqueza de espécies de Collembola em 10 pontos amostrais, de uma área úmida e uma área seca, em um ecótono Caatinga-Cerrado da Cachoeira do Urubu-Rei no município de Pedro II, Piauí. Os pontos amostrais de A1 a A5 correspondem à área seca, enquanto os pontos de B1 a B5 referem-se à área úmida.

Espécie / Ponto amostral	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	Total	Abundância Relativa
<i>Seira</i> sp.1	24	17	286	299	44	1	3	1	0	2	677	85,26%
<i>Trogolaphysa</i> sp.1	0	0	0	1	0	0	3	3	10	17	34	4,28%
<i>Lepidocyrtinus</i> sp.1	1	2	1	8	4	1	0	1	1	0	19	2,39%
<i>Seira</i> sp.2	1	2	0	0	0	10	0	1	0	1	15	1,89%
<i>Mastigoceras handschini</i>	0	0	0	0	0	10	2	2	0	0	14	1,76%
<i>Lepidosira</i> sp.1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	1,26%
Symphypleona sp.1	0	0	0	0	0	0	3	3	1	2	9	1,13%
<i>Salina bellinii</i>	0	0	0	0	0	7	0	1	0	0	8	1,01%
<i>Seira</i> sp.3	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3	0,38%
<i>Pseudosinella triocellata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	3	0,38%
<i>Lepidocyrtus</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,13%
Isotomidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,13%

Abundância total:	794
--------------------------	------------

Fonte: Autores (2025).

Tabela 2- Abundância total, abundância relativa e riqueza de espécies de Collembola em cinco pontos amostrais, de uma área seca, em um ecótono Caatinga-Cerrado da Cachoeira do Urubu-Rei no município de Pedro II, Piauí.

Espécie/Ponto amostral	A1	A2	A3	A4	A5	Total	Abundância Relativa
<i>Seira</i> sp.1	24	17	286	299	44	670	96.96%
<i>Lepidocyrtinus</i> sp.1	1	2	1	8	4	16	2.32%
<i>Seira</i> sp.2	1	2	0	0	0	3	0.43%
<i>Trogolaphysa</i> sp.1	0	0	0	1	0	1	0.14%
<i>Pseudosinella triocellata</i>	0	0	1	0	0	1	0.14%
Abundância total:						691	

Fonte: Autores (2025).

Tabela 3- Abundância total, abundância relativa e riqueza de espécies de Collembola em cinco pontos amostrais, de uma área úmida, em um ecótono Caatinga-Cerrado da Cachoeira do Urubu-Rei no município de Pedro II, Piauí.

Espécie/Ponto amostral	B1	B2	B3	B4	B5	Total	Abundância Relativa
<i>Trogolaphysa</i> sp.1	0	3	3	10	17	33	32,04%
<i>Mastigoceras handschini</i>	10	2	2	0	0	14	13,59%
<i>Seira</i> sp.2	10	0	1	0	1	12	11,65%
<i>Lepidosira</i> sp.1	10	0	0	0	0	10	9,71%
<i>Symphyleona</i> sp.1	0	3	3	1	2	9	8,74%
<i>Salina bellinii</i>	7	0	1	0	0	8	7,77%
<i>Seira</i> sp.1	1	3	1	0	2	7	6,80%
<i>Seira</i> sp.3	0	0	2	1	0	3	2,91%
<i>Lepidocyrtinus</i> sp.1	1	0	1	1	0	3	2,91%
<i>Pseudosinella triocellata</i>	0	0	0	0	2	2	1,94%
<i>Lepidocyrtus</i> sp.1	0	0	1	0	0	1	0,97%
<i>Isotomidae</i> sp.1	0	0	1	0	0	1	0,97%
Abundância total:						103	

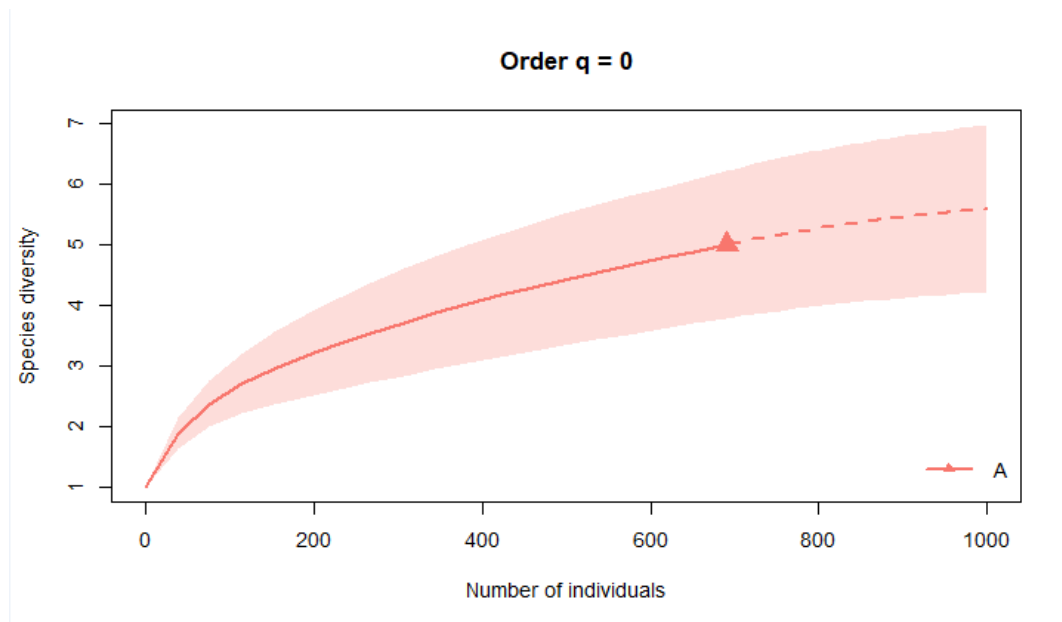
Fonte: Autores (2025).

3.2 SUFICIÊNCIA AMOSTRAL

Para avaliar a eficiência do esforço amostral foram construídas curvas de acumulação de espécies baseadas em indivíduos. A partir da análise, foi possível observar que as curvas apresentaram padrões distintos de estabilização. Na área seca (A), a curva atinge uma tendência de estabilização similar à da área úmida, descrita a seguir, mas menos evidente, sugerindo um esforço amostral satisfatório, mas menos eficiente (Figura 6).

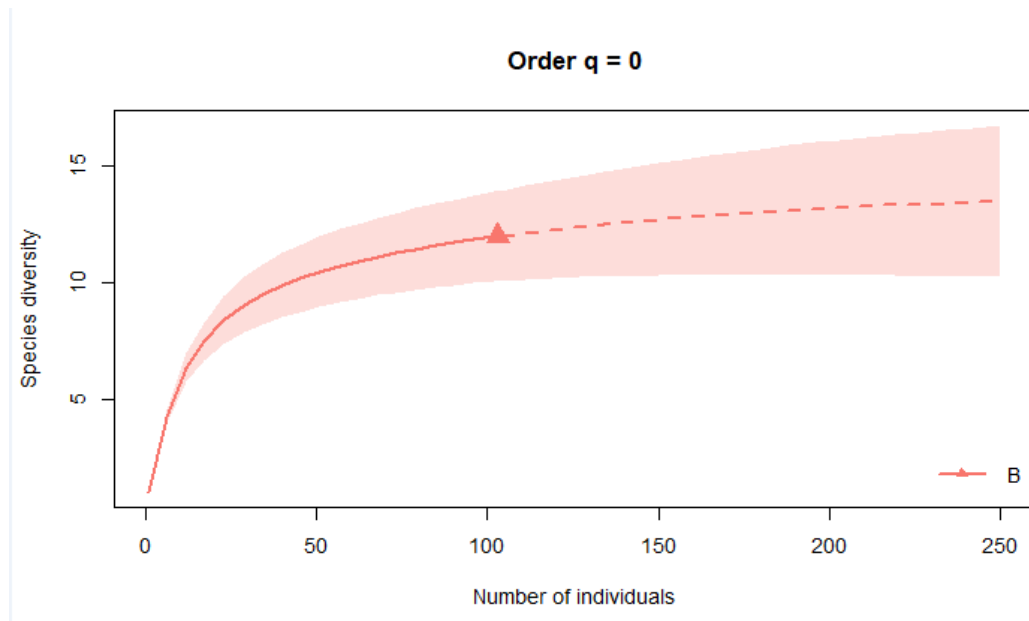
Na área úmida (B), a curva apresenta uma tendência clara de estabilização, porém sem atingir um platô, sugerindo que o esforço amostral foi satisfatório, mas que possivelmente ainda há espécies raras ou sazonais que não foram amostradas (Figura 7).

Figura 6- Curva de acumulação de espécies baseada em indivíduos, da área seca, região da trilha da Cachoeira do Urubu-Rei.



Fonte: Autores (2025).

Figura 7- Curva de acumulação de espécies baseada em indivíduos, da área úmida da Cachoeira do Urubu-Rei.



Fonte: Autores (2025).

3.3 DIVERSIDADE, EQUITABILIDADE E DOMINÂNCIA

O valor obtido para o índice de Shannon-Wiener (H') na área seca foi de 0,16, indicando que a diversidade de espécies é muito baixa no local, mais próxima de zero, que seria a diversidade mínima possível para um determinado local, que da diversidade de Shannon-Wiener máxima ($H_{\max}$) calculado para a área, que foi igual a 1,61. Esses resultados indicam uma comunidade com baixa diversidade e dominância acentuada de uma única espécie. Já na área úmida, o valor de H' foi de 2,08, próximo da diversidade máxima estimada para o local ($H_{\max} = 2,49$). Assim, refletindo uma comunidade mais diversa e com distribuição mais homogênea entre as espécies.

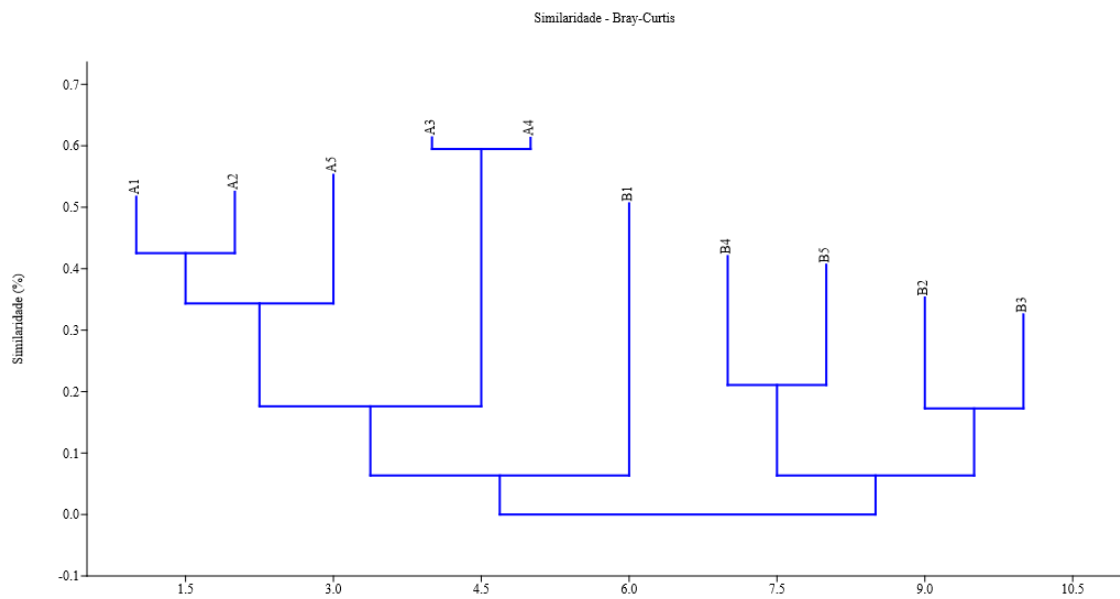
O valor do índice de Pielou (J') encontrado para a área seca foi de 0,10 e para a área úmida da cachoeira foi de 0,84. Considerando que os valores de J' variam de 0 a 1, onde 0 representa a uniformidade mínima e 1 a máxima, pode-se afirmar que o índice de Pielou foi muito baixo na área seca, indicando uma comunidade com baixa uniformidade, ou seja, com predominância de uma única espécie dominante. Em contraste, o valor de J' na área úmida da cachoeira foi relativamente alto, sugerindo uma comunidade mais uniforme, com uma distribuição mais equilibrada entre as espécies presentes.

O valor do índice de Simpson (1-D) obtido para a área seca foi de 0,06 e para a área úmida da cachoeira foi de 0,84. Considerando que esse índice varia de 0 a 1, sendo 0 uma diversidade mínima e 1 uma diversidade máxima, pode-se afirmar que o índice de Simpson revelou uma diversidade significativamente mais alta na área úmida em comparação com a área seca, gerando resultados similares aos obtidos com o índice de Shannon-Wiener.

3.4 DIVERSIDADE BETA

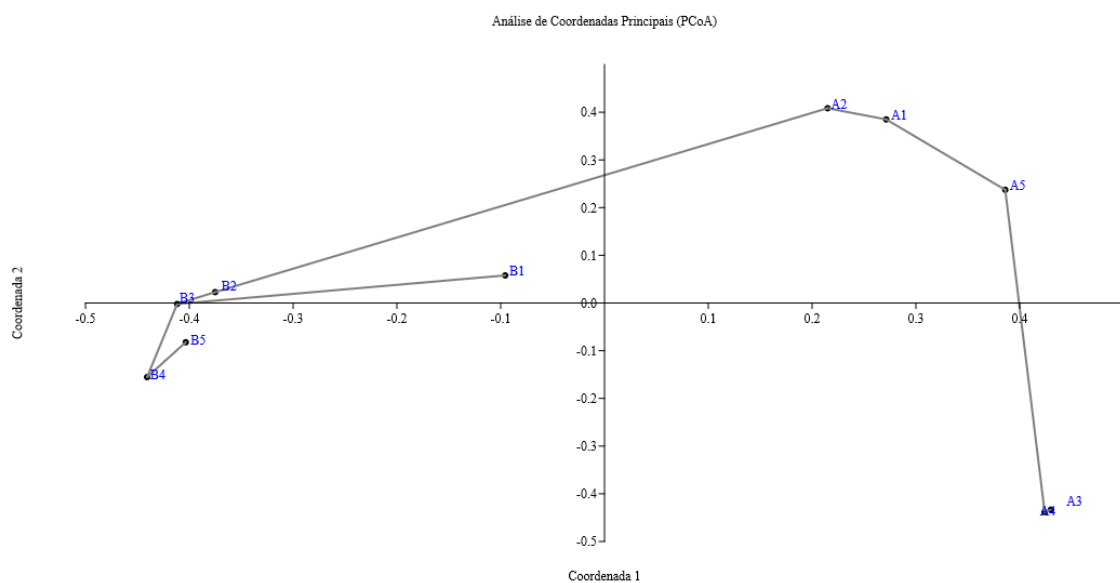
A análise de diversidade beta foi realizada por meio de agrupamento hierárquico utilizando o índice de Bray-Curtis e a Análise de Coordenadas Principais (PCoA), com o objetivo de avaliar o grau de similaridade entre os pontos amostrais, considerando tanto a composição quanto a abundância das espécies registradas. O dendrograma gerado (Figura 8) revela agrupamentos formados com base nas semelhanças entre pares de parcelas. Observa-se que as parcelas pertencentes à área seca (A1 a A5) tendem a se agrupar entre si, assim como as parcelas da área úmida (B1 a B5), indicando que as comunidades de cada ambiente são mais semelhantes internamente do que entre si. No entanto, o ponto B1 apresentou comportamento distinto, agrupando-se mais proximamente com as parcelas da área seca. Esse resultado sugere que B1 atua como uma zona de transição entre os dois ambientes, abrigando espécies típicas tanto da área úmida quanto da seca, o que reflete a influência da sazonalidade e da variação microclimática local. Por exemplo, as parcelas A4 e A3 apresentaram aproximadamente 60% de similaridade, enquanto a similaridade entre o agrupamento de A1, A2 e A5 foi de cerca de 35%. Considerando a convergência geral entre todas as parcelas da área seca, a similaridade foi estimada em torno de 18%.

Figura 8- Dendrograma de similaridade entre os pontos amostrais com base no índice de Bray-Curtis. As amostras A1 a A5 correspondem à área seca, e as amostras B1 a B5 à área úmida.



Fonte: Autores (2025).

Figura 9- Análise de Coordenadas Principais (PCoA) baseada na composição de espécies de Collembola nos pontos amostrais das áreas seca e úmida.



Fonte: Autores (2025).

A Análise de Coordenadas Principais (PCoA), utilizada para investigar os padrões de composição de espécies entre os pontos amostrados, evidenciou uma clara separação entre as áreas seca e úmida. No *biplot* resultante (Figura 9), os pontos referentes à área úmida (B2, B3 B4 e B5) formaram um grupo coeso e bem delimitado no lado esquerdo do gráfico, refletindo alta similaridade na composição de espécies entre esses locais. O ponto B1, embora pertencente à mesma área, apareceu ligeiramente afastado, o que pode estar relacionado às condições ambientais peculiares do local no momento da coleta. Em contrapartida, os pontos da área seca (A1 a A5) ficaram concentrados no lado direito do gráfico, igualmente formando um agrupamento próprio. No entanto, observou-se uma maior dispersão entre os pontos dessa área, especialmente entre A3, A4 e A5.

3.5 INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

A influência das variáveis ambientais foi estudada com auxílio da Análise de Componentes Principais (PCA) e posteriormente da Análise de Correspondência Canônica (CCA), utilizando os parâmetros ambientais: altura do folhíço, temperatura do solo, pH, umidade do solo e cobertura do dossel (Tabela 4).

Tabela 4- Valores dos parâmetros ambientais medidos nas 10 parcelas dos dois pontos amostrais. em uma área de transição Caatinga-Cerrado na Cachoeira do Urubu-rei em Pedro II-PI. Foram medidos os valores de altura do folhíço, temperatura do solo, pH, umidade do solo e cobertura vegetal. As amostras A1 a A5 correspondem à área seca, e as amostras B1 a B5 à área úmida.

	A1	A2	A3	A4	A5	B6	B7	B8	B9	B10
Altura do folhíço (cm)	3,2	2,4	4,4	3,4	3	18	6,4	8	4,5	8,4
Temperatura do solo (°C)	33,1	31,7	29,9	30,5	29,6	23,2	25,8	25,5	27,42	25,6
pH	3,9	4,42	5,17	4,61	4,78	5,63	5,07	5,79	6,45	6,06
Umidade do solo (%)	0,1	0,16	0,3	0,17	0,33	5,4	0,5	0,47	0,41	1,84
Cobertura do dossel (%)	35,5	28	57,5	40,5	97	94,5	95,5	94	95,5	96,5

Fonte: Autores (2025).

3.5.1 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)

A Análise de Componentes Principais explorou a relação das diferentes variáveis ambientais entre si e o grau de correlação entre elas. O eixo 1 explicou 77,86% da variação,

representando a maior parte das informações contidas no conjunto de dados. Já o eixo 2 explicou 15,15%, totalizando 93,01% da variação acumulada entre os dois primeiros eixos.

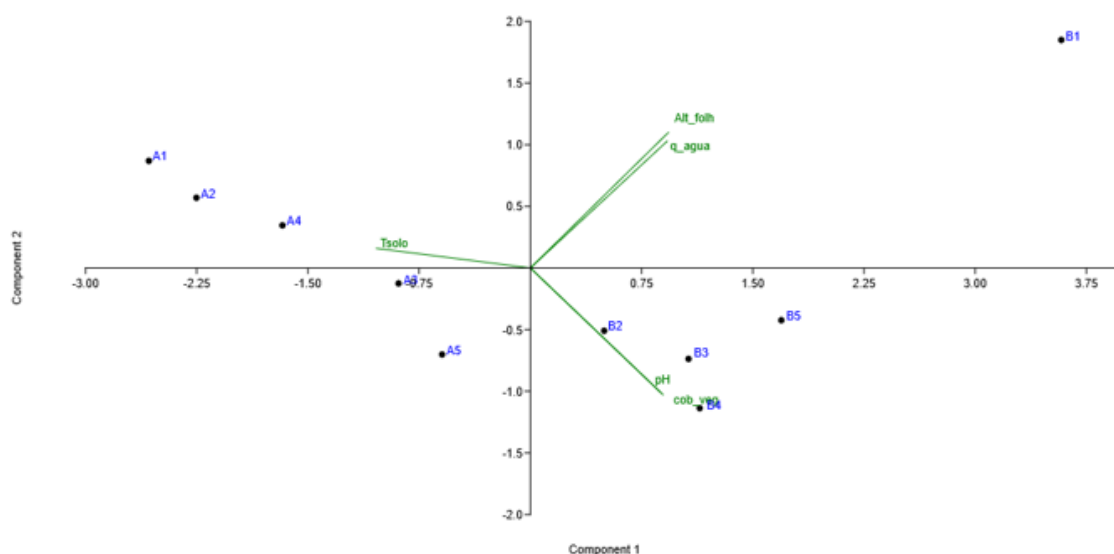
Tabela 5- Análise de Componentes Principais com a contribuição de cada eixo para explicar a variação observada nos dados de altura do folhíço, temperatura do solo, pH e cobertura vegetal em uma área de transição Caatinga-Cerrado na Cachoeira do Urubu-rei em Pedro II-PI.

Eixos	Valores dos eixos	% da Variação
1	31.145	77.863
2	0.606158	15.154
3	0.235178	5.8794
4	0.0441621	1.1041

Fonte: Autores (2025).

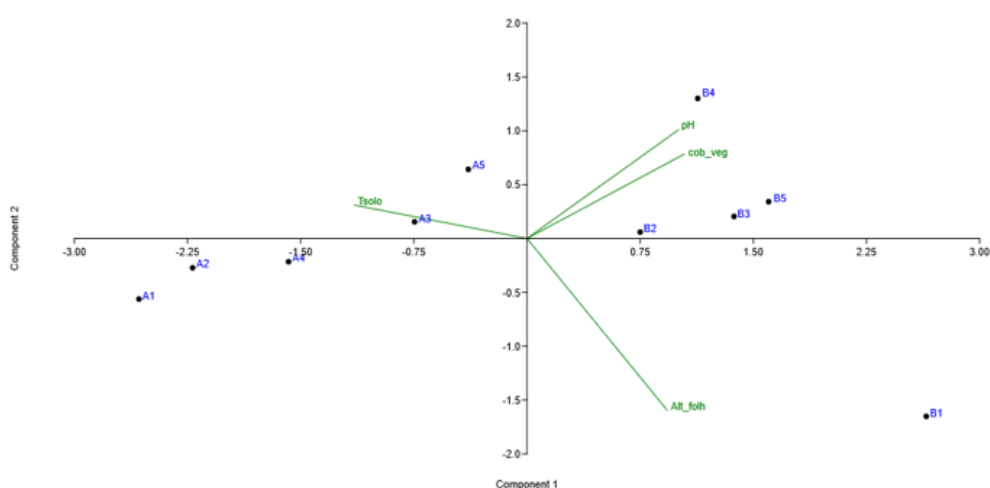
Inicialmente, a PCA foi realizada incluindo todas as variáveis ambientais, entre elas a “umidade do solo”. Contudo, após a verificação de uma alta correlação entre a variável “umidade do solo” e a “temperatura do solo”, decidiu-se excluir a primeira para evitar redundância estatística. Essa redundância poderia gerar distorções na interpretação dos eixos ordinais, atribuindo peso duplo a um mesmo fator ambiental (Figura 10). Com base no gráfico *biplot* gerado após a exclusão da variável redundante (Figura 11), observou-se que as variáveis temperatura do solo, pH e cobertura vegetal foram as que mais influenciaram a ordenação das amostras ao longo do eixo X. Já a variável altura do folhíço apresentou maior contribuição ao longo do eixo Y, evidenciando um padrão complementar de variação. Esses resultados indicam que a cobertura vegetal e características relacionadas ao microclima, como a temperatura do solo, exercem papel central na estruturação ambiental das áreas amostradas. Por outro lado, variáveis como altura do folhíço e temperatura do solo mostraram menor influência na separação entre as amostras.

Figura 10- Representação do gráfico *biplot* (dados iniciais) dos resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) dos parâmetros de altura do folhíço, temperatura do solo, pH, umidade do solo e cobertura vegetal em uma área de transição Caatinga-Cerrado na Cachoeira do Urubu-rei em Pedro II-PI.



Fonte- Autores (2025).

Figura 11- Representação do gráfico *biplot* dos resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) otimizada, apenas com as variáveis de altura do folheto, temperatura do solo, pH e cobertura vegetal em uma área de transição Caatinga-Cerrado na Cachoeira do Urubu-rei em Pedro II-PI.



Fonte: Autores (2025).

Após verificar-se os resultados da PCA, foi realizada uma Análise de Correlação entre todas as variáveis estudadas. A correlação máxima aceitável entre duas variáveis foi definida em 90%. Dessa forma, variáveis que apresentaram correlação inferior a esse valor foram

mantidas na análise. No entanto observou-se que alguns pares de variáveis ultrapassaram esse limiar. Em especial, a umidade do solo (q_{agua}) apresentou correlações elevadas com altura do folhíço ($r = 0,86667$) e temperatura do solo ($r = -0,93939$), configurando um caso de multicolinearidade significativa. Da mesma forma, a correlação entre temperatura do solo e altura do folhíço também foi expressiva ($r = -0,89091$). Diante disso, optou-se pela exclusão da variável “umidade do solo” das análises multivariadas, a fim de evitar distorções na ordenação. A Tabela 6 resume os dados da análise de correlação.

Tabela 6- Análise de correlação das variáveis ambientais mensuradas: altura do folhíço, temperatura do solo, pH, umidade do solo e cobertura do dossel em uma área de transição Caatinga-Cerrado na Cachoeira do Urubu-rei em Pedro II-PI.

	pH	Altura do folhíço	Temperatura do solo	Umidade do solo	Cobertura do dossel
pH		0,011143	0,007547	0,000814	0,062255
Altura do folhíço	0,75758		0,000542	0,001174	0,22018
Temperatura do solo	-0,78182	-0,89091		5,48E-01	0,055823
Umidade do solo	0,87879	0,86667	-0,93939		0,024471
Cobertura do dossel	0,60791	0,42553	-0,62006	0,69909	

Fonte- Autores (2025).

3.5.2 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA (CCA)

A Análise de Correspondência Canônica avaliou a influência dos parâmetros ambientais sobre os padrões de riqueza e abundância de espécies. Com base na CCA, a maior parte da variação dos dados está relacionada ao eixo 1 e 2, explicando 64,87% e 33,95% da variação total, respectivamente. Juntos, esses eixos correspondem a aproximadamente 98,82% da variabilidade observada, indicando uma forte associação entre os gradientes ambientais analisados e a composição das comunidades, conforme a Tabela 7.

Tabela 7- Análise de Correspondência Canônica com dados da influência das variáveis ambientais de altura do folhíço, temperatura do solo, pH e cobertura vegetal em uma área de transição Caatinga-Cerrado na Cachoeira do Urubu-rei em Pedro II-PI.

Eixos	Valores dos eixos	% da variação
--------------	--------------------------	----------------------

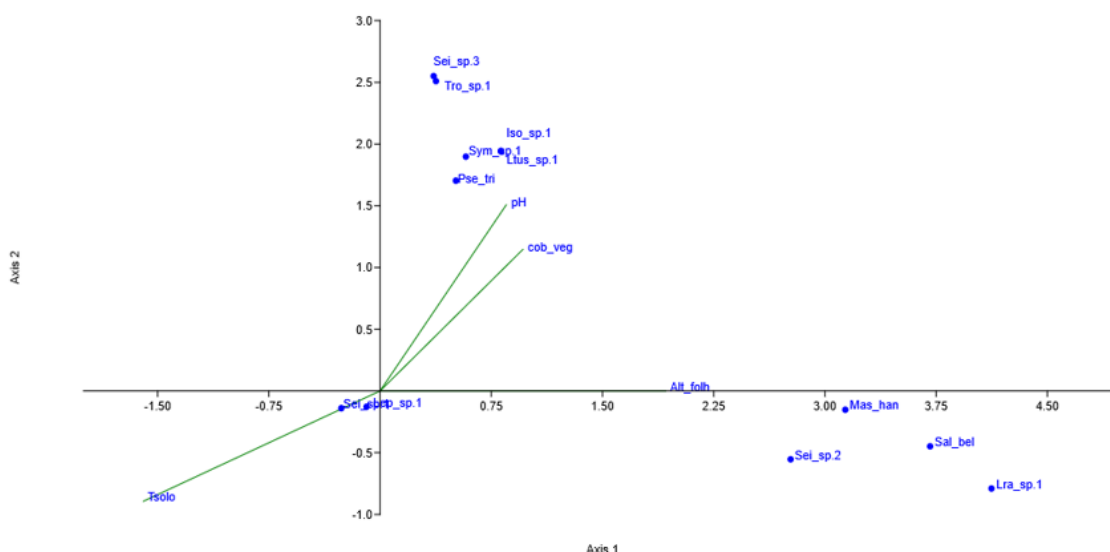
1	0.74259	64.87
2	0.38867	33.95
3	0.013528	1.182
4	5,90E-03	5.15E-05

Fonte: Autores (2025).

A partir da Análise de Correspondência Canônica (CCA), foi gerado um gráfico *tripplot* representando a influência das variáveis ambientais sobre os padrões de abundância das espécies (Figura 11). O plano cartesiano evidencia que as espécies *M. handschini*, *S. bellinii*, *Seira* sp.2 e *Lepidosira* sp.1 localizadas no extremo direito do eixo 1, foram fortemente influenciadas pela variável altura do folheto (Alt_folh), que apresentou maior contribuição para a ordenação ao longo deste eixo, mas também foram secundariamente influenciadas pelo pH e cobertura do dossel.

Por outro lado, espécies como *Seira* sp.3, *Trogolaphysa* sp.1, *Isotomidae* sp.1, *Symphyleona* sp.1, *Lepidocyrtus* sp.1 e *P. triocellata* foram posicionadas no quadrante superior direito do gráfico, indicando maior influência das variáveis pH e cobertura vegetal, especialmente ao longo do eixo 2. Essas espécies também mantêm uma relação secundária com a altura do folheto, cuja seta se projeta fortemente no eixo 1 e influencia amplamente as espécies distribuídas nesse gradiente. A concentração dessas espécies nesse quadrante sugere uma resposta conjunta a condições ambientais associadas a solos menos ácidos (pH mais elevado) e maior densidade de cobertura do dossel pela vegetação. Já as espécies *Seira* sp.1 e *Lepidocyrtinus* sp.1 foram posicionadas próximas ao centro do gráfico, mais especificamente na base do eixo 1, em associação com a variável temperatura do solo (T_solo), que apresentou orientação oposta às demais variáveis ambientais. No entanto, sua localização próxima ao ponto de intersecção dos eixos sugere que essas espécies não são fortemente influenciadas por nenhuma das variáveis analisadas, o que pode indicar um comportamento mais generalista, adaptável a diferentes condições ambientais.

Figura 12- Representação do gráfico *tripplot* dos resultados da Análise de Correspondência Canônica. Esquema de dispersão, construído a partir das variáveis ambientais de altura do folheto, temperatura do solo, pH e cobertura do dossel em uma área de transição Caatinga-Cerrado na Cachoeira do Urubu-rei em Pedro II-PI.



Fonte- Autores (2025).

4 DISCUSSÃO

4.1 DIVERSIDADE DE COLLEMBOLA EPIEDÁFICOS EM DUAS ÁREAS DA TRANSIÇÃO CAATINGA-CERRADO

A diversidade de Collembola epiedáficós na área úmida da cachoeira foi considerada alta, uma vez que o valor do índice de Shannon-Wiener ($H' = 2,08$) esteve próximo da diversidade máxima estimada para o local ($H_{\max} = 2,49$). O índice de equitabilidade de Pielou ($J' = 0,84$) indicou uma uniformidade elevada na comunidade, com uma distribuição relativamente equilibrada dos indivíduos. Já o índice de Simpson ($1-D = 0,84$) também apontou para uma alta diversidade, reforçando os resultados obtidos através dos outros índices. Em contraste, a diversidade registrada na área seca foi extremamente baixa. O índice de Shannon-Wiener ($H' = 0,16$) ficou muito próximo de zero, e consideravelmente distante da diversidade máxima possível estimada para a área ($H_{\max} = 1,61$), indicando uma riqueza de espécies reduzida e dominada por uma única espécie. Esse padrão foi confirmado pelo índice de Pielou ($J' = 0,10$), que refletiu uma baixa uniformidade, e pelo índice de Simpson ($1-D = 0,06$), que revelou uma diversidade próxima da mínima.

Resultados semelhantes foram observados por Lima *et al.* (2024), que analisou a diversidade de Collembola em diferentes fitofisionomias na Ilha das Canárias, no Maranhão, e relatou que os maiores valores do índice de Shannon-Wiener foram registrados na Mata Ciliar,

especialmente durante o período chuvoso. Essa variação na diversidade foi associada à maior complexidade estrutural e disponibilidade de umidade na mata ciliar em comparação com os demais ambientes. O índice de Simpson também foi mais elevado na Mata Ciliar durante o período chuvoso, embora não tenha apresentado diferenças significativas entre as fitofisionomias como um todo. O índice de equitabilidade de Pielou, por sua vez, foi inferior no manguezal, sobretudo no período chuvoso, indicando baixa uniformidade na distribuição das espécies. De forma semelhante, o presente estudo identificou maior diversidade e equitabilidade na área úmida da cachoeira, enquanto a área seca apresentou baixa diversidade e forte dominância de uma única espécie, refletindo o padrão esperado para ambientes com menor estabilidade ambiental.

Um outro estudo realizado por Silva *et al.* (2022), comparou a comunidade de Collembola entre pastagens nativas e florestas de eucalipto cultivadas, evidenciando que diferentes tipos de cobertura vegetal podem influenciar significativamente a diversidade desses organismos. No trabalho de Silva *et al.* (2022), o índice de Shannon-Wiener foi mais elevado nas pastagens nativas ($H' = 2,31$), indicando maior diversidade, enquanto nas plantações de eucalipto o valor foi relativamente inferior ($H' = 1,54$). Além da redução na diversidade, o estudo também revelou uma significativa alteração na composição da comunidade, com a substituição de espécies típicas de áreas nativas por outras mais adaptadas a ambientes antropizados. Essa mudança foi atribuída à drástica simplificação estrutural do habitat promovida pelo monocultivo de eucalipto, que reduz a variedade de micro-habitats e a disponibilidade de recursos alimentares, em decorrência da densa cobertura de folhas e resina no solo, além das alterações na comunidade microbiana edáfica. De forma semelhante, no presente estudo, a área seca apresentou diversidade extremamente baixa ($H' = 0,16$), em contraste com a área úmida, cuja maior heterogeneidade ambiental favoreceu índices mais elevados de diversidade. Esses dados reforçam que a redução de complexidade estrutural do ambiente, seja por causas naturais ou antrópicas, pode impactar não apenas a diversidade, mas também a composição das comunidades de Collembola, que diferentemente do que ocorre em ambientes sob forte influência antrópica, essa redução reflete a própria dinâmica natural do ecossistema. Durante o período seco, a diminuição da cobertura vegetal e as condições desidratantes do solo resultam em uma retração temporária das populações mais sensíveis, reduzindo a diversidade local. Esse padrão é característico de sistemas sazonais e tende a ser revertido com o retorno das chuvas, quando a disponibilidade de recursos e a complexidade ambiental aumentam.

Além dos estudos regionais, os resultados apresentados também se alinham a padrões observados em outras regiões do mundo, conforme descrito por Potapov *et al.* (2024), que compilaram um banco de dados abrangente, com mais de 249 mil registros de Collembola ao redor do mundo. No estudo, observou-se que a diversidade de Collembola está diretamente relacionada à heterogeneidade ambiental e às condições de umidade do solo, fatores que promovem maior riqueza e equitabilidade nas comunidades, principalmente em habitats florestais e úmidos. Apesar de a maioria dos dados serem oriundos da Europa, o banco evidencia a carência de informações para regiões tropicais, como o semiárido brasileiro. Assim, o presente estudo contribui significativamente para preencher essa lacuna, ao fornecer dados detalhados sobre a diversidade e distribuição dos Collembola em uma área de transição Caatinga-Cerrado durante a estação seca.

Os resultados da análise de diversidade beta revelaram padrões distintos na composição de espécies de Collembola entre os dois ambientes amostrados. As parcelas localizadas na área úmida, sob influência direta da cachoeira, apresentaram maior similaridade entre si, formando um grupo coeso tanto no dendrograma de Bray-Curtis quanto na Análise de Coordenadas Principais (PCoA). Esse padrão indica uma comunidade estruturalmente homogênea, possivelmente influenciada pela estabilidade microclimática, maior umidade e densidade da vegetação local. Em contrapartida, as parcelas da área seca demonstraram uma maior heterogeneidade na abundância das espécies, refletida pela dispersão dos pontos no gráfico de PCoA e pela baixa similaridade geral no agrupamento hierárquico. Essa variação pode estar associada à menor cobertura vegetal e à instabilidade ambiental característica de áreas mais expostas ao sol, com solo seco e folhíço raso, o que favorece a ocorrência de espécies mais resistentes à desidratação e à escassez de recursos, fatores associados às suas características morfofisiológicas, como pequeno tamanho corporal, exoesqueleto fino e dificuldade fisiológica de reter umidade.

Entretanto, observa-se que o ponto B1 apresentou maior similaridade com as parcelas da área seca, posicionando-se de forma intermediária entre os dois grupos no gráfico de PCoA. Esse comportamento indica que B1 pode atuar como uma zona de transição ecológica entre os ambientes úmido e seco. A presença de espécies compartilhadas entre as duas áreas sugere que o local abriga tanto organismos típicos de ambientes mais úmidos quanto aqueles mais resistentes à desidratação. Durante o período de estiagem, a redução da umidade no entorno da cachoeira tende a restringir as espécies mais sensíveis, favorecendo a permanência das mais adaptadas às variações microclimáticas. Assim, o ponto B1 representa um micro-habitat de

convergência, refletindo a sobreposição temporária das comunidades da trilha e da cachoeira, condição que pode se reverter com o retorno das chuvas e a restauração da umidade local (Rusek, 1998; Kardol *et al.*, 2011; Bellinger, Christiansen, Janssens, 2025).

4.2 ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE ESPÉCIES

Neste estudo, foi registrada uma abundância total de 794 indivíduos de Collembola, coletados em duas áreas com condições ambientais contrastantes, uma área seca e uma área úmida, localizadas em uma região de transição entre os biomas Caatinga e Cerrado, no estado do Piauí. Dentre os indivíduos coletados, observou-se o predomínio da ordem Entomobryomorpha, com 785 indivíduos, enquanto a ordem Symphypleona foi representada por apenas 9 indivíduos. Quando analisadas separadamente, a área seca apresentou uma abundância de 691 indivíduos, todos pertencentes à ordem Entomobryomorpha, com predominância da espécie *Seira* sp.1. Já na área úmida, foram coletados 103 indivíduos, sendo 94 da ordem Entomobryomorpha e 9 da ordem Symphypleona.

A estrutura comunitária observada na área seca, marcada por alta dominância e baixa equitabilidade, pode estar relacionada à menor complexidade estrutural da vegetação durante o período de estiagem. Embora essa área não apresente sinais de degradação, a vegetação típica da região entra em dormência na estação seca, o que reduz temporariamente a densidade foliar e a disponibilidade de micro-habitats. Situação distinta, mas que ilustra um padrão semelhante, foi observada por Silva *et al.* (2022), que relataram redução da diversidade e substituição de espécies em áreas de eucalipto, devido à baixa heterogeneidade ambiental promovida pelo monocultivo. Em contrapartida, na área úmida do presente estudo, a manutenção da umidade ao longo do ano contribui para uma vegetação mais estável e complexa, favorecendo comunidades de Collembola mais equilibradas e diversas.

Ferreira (2018), ao investigar ecossistemas da Caatinga e da Mata Atlântica no Nordeste brasileiro, concluiu que fatores ambientais, especialmente a umidade e a heterogeneidade estrutural do habitat, influenciam diretamente a abundância e a riqueza de Collembola. Segundo a autora, os microartrópodes tendem a formar comunidades mais numerosas e diversificadas em ambientes úmidos, com composição faunística distinta da observada em áreas secas, evidenciando a sensibilidade desses organismos às variações microclimáticas. Embora os dados desse estudo tenham sido coletados apenas no período seco, a separação entre os ecossistemas secos e úmidos sugere que micro-habitats bem preservados podem atuar como refúgios durante períodos de estresse hídrico.

A presença constante de água na área da cachoeira influencia positivamente a diversidade e densidade da vegetação, criando um microambiente mais complexo (Córdova *et al.*, 2009). Essa umidade também contribui para a redução da temperatura do ar e do solo, além de favorecer o acúmulo de serapilheira e matéria orgânica, elementos essenciais para o desenvolvimento de fungos, principal fonte alimentar dos Collembola (Hopkin, 1997; Coleman, Hendrix, 2000). Dessa forma, a área de transição estudada configura-se como uma zona ecotonal, reunindo espécies características tanto de ambientes secos quanto úmidos. Esse padrão reforça a importância ecológica dos ecótonos, reconhecidos como áreas de elevada heterogeneidade ambiental e biológica, e contribui para o aumento da diversidade regional, corroborando achados anteriores sobre o papel dos micro-habitats e da estrutura ambiental na manutenção da biodiversidade.

4.3 INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS

As análises multivariadas realizadas neste estudo evidenciaram que fatores ambientais como temperatura do solo, pH, altura do folhicho, cobertura do dossel e umidade do solo exerceram influência direta sobre a distribuição das espécies de Collembola. A importância desses elementos como estruturadores das comunidades já foi destacada em estudos anteriores em ambientes tropicais e semiáridos (Bellini, 2014; Zeppeline, Bellini, 2024). Nesse contexto, a identificação desses padrões em uma região de transição com marcada sazonalidade hídrica, como o semiárido brasileiro, torna os resultados desta pesquisa ainda mais relevantes.

Embora a umidade do solo tenha sido excluída da análise de componentes principais (PCA) por sua alta correlação com outros parâmetros analisados, sabe-se que este é um fator determinante para a diversidade de Collembola. Lima *et al.* (2024) apontam a umidade como variável-chave na composição da fauna edáfica em ambientes semiáridos. Nos dados obtidos nesta pesquisa, observou-se que espécies como *S. bellinii* e *M. handschini* estiveram fortemente associadas à área úmida, refletindo a alta sensibilidade de determinados táxons à disponibilidade hídrica. Outro fator ambiental que influenciou a composição faunística foi o pH do solo. Ambientes com pH mais básico tendem a favorecer a diversidade de Collembola, uma vez que influenciam diretamente a atividade microbiológica do solo, base da alimentação desses organismos (Zeppelin; Bellini, 2024). Assim, variações no pH podem atuar tanto na seleção de espécies quanto na regulação dos recursos alimentares disponíveis no micro-habitat. Ademais, os resultados obtidos neste estudo evidenciaram uma dominância expressiva de *Seira* sp.1 na área seca, representando 96,96% da abundância total registrada nesse ambiente. A

presença predominante dessa morfoespécie em todos os pontos amostrados na área seca e sua ocorrência, mesmo não sendo dominante, em quase todos os pontos da área úmida, sugere uma notável plasticidade morfofisiológica e ecológica, permitindo sua adaptação e sucesso em condições ambientais extremas e diversificadas. Esse padrão de distribuição corrobora estudos anteriores que destacam a grande capacidade de espécies do gênero *Seira* em colonizar microhabitats com condições microclimáticas adversas, consolidando sua relevância como potencial indicador taxonômico de ambientes xerofíticos. A concordância entre os achados do presente estudo e a literatura especializada (Ferreira *et al.*, 2013; Zeppelini *et al.*, 2013) evidencia que o gênero *Seira* apresenta associação preferencial com habitats sujeitos a estresse hidrológico, como as áreas de Caatinga. A análise comparativa indica que a elevada aptidão ecológica de *Seira* sp.1 nesse ambiente está relacionada a uma combinação de adaptações morfológicas e fisiológicas altamente especializadas, tais como: a presença de partes do corpo densamente cobertas por escamas e cerdas, que atuam como barreiras eficazes contra a dessecação; forte pigmentação cuticular que oferece proteção à radiação ultravioleta; e possíveis mecanismos osmorreguladores (Zeppelini, Bellini, 2004; Winck *et al.*, 2017;). Essas características explicam a vantagem competitiva demonstrada por essa linhagem em nichos com severas restrições hídricas.

4.4 ILHAS DE UMIDADE DURANTE A ESTAÇÃO SECA

Os resultados deste estudo corroboram a hipótese de que enclaves de áreas úmidas em regiões com forte sazonalidade climática, marcados por longos períodos de estiagem, podem funcionar como refúgios para espécies de Collembola mais sensíveis durante a estação seca, mantendo uma biodiversidade elevada mesmo em períodos de escassez hídrica. No entanto, a umidade não atua de forma isolada, ela influencia diretamente outras variáveis ambientais cruciais, como a temperatura do solo, a estrutura da vegetação e a disponibilidade de recursos edáficos, fatores amplamente reconhecidos como determinantes da diversidade da fauna do solo (Rusek, 1998; Bellini, 2014). Embora a densidade e a diversidade da vegetação não tenham sido mensuradas quantitativamente neste trabalho, observações de campo indicaram que a cobertura vegetal na área da cachoeira é visivelmente mais densa e diversa em comparação às demais áreas. Essa vegetação favorece o acúmulo de serapilheira e matéria orgânica, criando microambientes mais estáveis e adequados à sobrevivência de espécies mais sensíveis de Collembola (Coleman, Hendrix, 2000; Lima *et al.*, 2024). Além disso, a estrutura vertical promovida por essa vegetação e a maior cobertura do dossel contribuem para a regulação da

temperatura e para a retenção de umidade no solo (Córdova *et al.*, 2009; Zeppelini, Bellini, 2024).

Solos constantemente úmidos também promovem maior atividade fúngica, expandindo as fontes alimentares disponíveis para os Collembola, cuja dieta está intimamente relacionada à matéria orgânica em decomposição e aos microrganismos associados a ela (Hopkin, 1997; Zeppelini, Bellini, 2024). Isso reforça a ideia de que ambientes úmidos não apenas sustentam populações mais densas e estáveis, mas também promovem uma maior diversidade funcional, como evidenciado pelos dados obtidos na área da cachoeira. Essa interação entre fatores ambientais, vegetação, fungos e fauna edáfica estabelece um ciclo ecológico complexo: o ambiente úmido favorece o crescimento da vegetação, que por sua vez aumenta a produção de matéria orgânica, essa matéria alimenta os microrganismos e os fungos, que sustentam as populações de Collembola. Estes, ao atuarem na fragmentação da serapilheira e na ciclagem de nutrientes, contribuem para a fertilidade do solo e, assim, retroalimentam todo o sistema (Rusek, 1998; Bellini, 2014; Ferreira, 2018). Dessa forma, a área da cachoeira configura-se como um sistema ecologicamente robusto, onde múltiplas variáveis interdependentes garantem a estabilidade mesmo diante de condições climáticas adversas. Esse padrão se alinha ao conceito de resiliência ecológica, amplamente discutido em ecossistemas semiáridos, sendo ratificado pelos achados deste estudo e por contribuições anteriores (Rusek, 1998; Coleman; Hendrix, 2000; Bellini, 2014; Ferreira, 2018; Silva *et al.*, 2022; Lima *et al.*, 2024).

4.5 NOVOS REGISTROS DE OCORRÊNCIA

Durante esta pesquisa, foram identificadas três espécies com descrição taxonômica confirmada: *M. handschini*, *P. triocellata* e *S. bellinii*. Dentre elas, *M. handschini* não representa um novo registro, pois já havia sido previamente registrada na região, tendo em vista que trata-se da localidade tipo dessa espécie. Além dessas, foram registradas nove espécies ainda não descritas, o que sugere a presença de uma fauna potencialmente nova e pouco conhecida na região investigada. Esses achados reforçam a relevância ecológica da área de estudo, especialmente por se tratar de uma zona de transição entre os biomas Caatinga e Cerrado, com destaque para os ambientes secos onde essas espécies foram majoritariamente encontradas. Segundo Zeppelini e Bellini (2024), membros da família Entomobryidae, como a grande maioria dos espécimes registrados neste estudo, apresentam ampla distribuição e notável capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais, o que contribui para sua predominância em diversas formações vegetacionais. A presença de *S. bellinii*, previamente

relatada por Bellini (2014) em ambientes úmidos do semiárido, reforça sua afinidade ecológica com áreas que mantêm alta umidade relativa mesmo durante os períodos de estiagem, como observado na área da cachoeira. Esse padrão também foi registrado por Lima (2024), que encontrou a espécie com alta abundância em áreas de mata ciliar no Parque Nacional de Sete Cidades. No entanto, Souza (2024) também relatou sua ocorrência pontual em ambientes de cerrado *stricto sensu*, embora com frequência consideravelmente menor, o que sugere certa tolerância ecológica da espécie a diferentes condições microclimáticas, o que pode contribuir para sua ampla distribuição no semiárido. Já *P. triocellata*, possui ampla ocorrência e tem sido registrada em diferentes condições ambientais, sugerindo um comportamento mais generalista (Nunes, Bellini, 2018; Nunes, 2019). Dessa forma, os novos registros obtidos evidenciam não apenas a diversidade ainda subestimada da fauna de Collembola no semiárido, como também reforçam a necessidade de conservação de ambientes úmidos e estruturalmente complexos. Tais áreas podem funcionar como refúgios ecológicos durante os períodos de seca e abrigam uma biodiversidade ainda pouco documentada, que pode desempenhar papéis-chave nos processos de decomposição, ciclagem de nutrientes e manutenção da fertilidade do solo.

5. CONCLUSÃO

1. A área úmida apresentou valores significativamente superiores de riqueza, diversidade e equitabilidade em comparação à área seca, refletindo a influência da umidade constante, da vegetação densa e das condições microambientais mais estáveis sobre a comunidade de Collembola epiedáficos.
2. A comunidade foi marcadamente dominada por *Seira* sp.1, especialmente na área seca, representando cerca de 97% da abundância relativa nesse ambiente, o que sugere uma elevada tolerância dessa espécie a condições de estresse hídrico e temperaturas mais elevadas.
3. A diversidade beta revelou uma nítida distinção entre as comunidades das duas áreas amostradas, com a umidade, o pH, a cobertura do dossel e a temperatura do solo atuando como os principais fatores estruturantes das comunidades de Collembola, entre os parâmetros avaliados.

4. Este estudo destaca a relevância ecológica das áreas úmidas como refúgios para a biodiversidade do solo durante a estação seca, especialmente em ecótonos entre Caatinga e Cerrado. Além disso, evidencia-se a necessidade de aprofundar os inventários taxonômicos e ecológicos sobre a fauna de Collembola no semiárido, considerando o grande número de espécies ainda pouco conhecidas ou não descritas.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, E. A.; BELLINI, B. C.; BERNARDO, A. N.; FERNANDES, L. H.; MENDONÇA, M. C.; OLIVEIRA, E. P.; QUEIROZ, G. C.; SAUTTER, K. D.; SILVEIRA, T. C.; ZEPPELINI, D. Synthesis of Brazilian Collembola: an update to the species list. **Zootaxa**, Auckland, v. 2388, p. 1–22, 2010.
DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2388.1.1>. Disponível em: <https://www.mapress.com/zt/article/view/zootaxa.2388.1.1>. Acesso em: 20 out. 2025.
- ABRANTES, E. A.; BELLINI, B. C.; BERNARDO, A. N.; FERNANDES, L. H.; MENDONÇA, M. C.; OLIVEIRA, E. P.; QUEIROZ, G. C.; SAUTTER, K. D.; SILVEIRA, T. C.; ZEPPELINI, D. Errata corrigenda and update for the “Synthesis of Brazilian Collembola”. **Zootaxa**, Auckland, v. 3168, p. 1–21, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3168.1.1>. Disponível em: <https://www.mapress.com/zt/article/view/zootaxa.3168.1.1>. Acesso em: 20 out. 2025.
- ARLÉ, R.; MENDONÇA, C. Estudo preliminar das espécies de *Dicranocentrus* ocorrentes no Parque Nacional da Tijuca. **Revista Brasileira de Biologia**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 41–49, 1982.
- BASELGA, A. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, v. 19, n. 1, p. 134–143, 2010.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00490.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1466-8238.2009.00490.x>. Acesso em: 28 set. 2025.
- BELLINGER, P. F.; CHRISTIANSEN, K. A.; JANSSENS, F. Checklist of the Collembola of the World. 2024. Disponível em: <http://www.collembola.org>. Acesso em: 26 mai. 2024.
- BELLINI, B. C. Fauna de Collembola (Arthropoda) em áreas úmidas do semiárido. In: BRAVO, F.; CALOR, A. (org.). **Artrópodes do Semiárido: biodiversidade e conservação**. Feira de Santana: Printmídia, 2014. p. 57–68.
- BELLINI, B. C.; WEINER, W. M.; WINCK, B. R. Systematics, ecology and taxonomy of Collembola. **Diversity**, Basel, v. 15, n. 2, p. 221, 2023.
DOI: <https://doi.org/10.3390/d15020221>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-2818/15/2/221>. Acesso em: 6 set. 2025.
- CASTRO, A. A. J. F.; MARTINS, F. R.; FERNANDES, A. G. The woody flora of cerrado vegetation in Piauí. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v. 55, n. 3, p. 373–396, 1998.
DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960428600003292>. Disponível em: <http://journals.rbge.org.uk/ejb/article/view/943>. Acesso em: 12 out. 2025.

CHRISTIANSEN, K.; BELLINGER, P. **The Collembola of North America North of Rio Grande: a taxonomic analysis**. 2. ed. Grinnell: Grinnell College, 1998.

CHRISTIANSEN, K.; BELLINGER, P. A survey of the genus *Seira* in the Americas. **Caribbean Journal of Science**, Mayagüez, v. 36, p. 39–75, 2000.

COLEMAN, D. C.; HENDRIX, P. F. **Invertebrates as webmasters in ecosystems**. London: CABI Publishing, 2000.

CÓRDOVA, M.; CHAVES, C. L.; COIMBRA, S. M. Fauna do solo x vegetação.

Geoambiente On-line, Goiânia, v. 12, p. 1–12, 2009.

DOI: <https://doi.org/10.5216/rev.geoambie.v0i12.25981>. Disponível em:

<https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/25981>. Acesso em: 29 jul. 2025.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Pedro II**. Fortaleza: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2004. 8 p.

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. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

FERREIRA, A. S.; BELLINI, B. C.; VASCONCELLOS, A. Temporal variations of Collembola. **Zoologia**, Curitiba, v. 30, n. 6, p. 639–644, 2013.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software. **Paleontologia Eletrônica**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

Disponível em: https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf. Acesso em: 7 jul. 2025.

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

HSIEH, T. C.; MA, K. H.; CHAO, A. iNEXT: An R package. **Methods in Ecology and Evolution**, London, v. 7, n. 12, p. 1425–1436, 2016.

DOI: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>. Disponível em:

<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/2041-210X.12613>. Acesso em: 20 jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados: Pedro II – PI**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi/pedro-ii.html>. Acesso em: 11 mar. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas (1991–2020)**.

Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, 2025. Disponível em:

<https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 7 jul. 2025.

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

KARDOL, P. et al. Climate change effects on soil microarthropods. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 47, n. 1, p. 37–44, 2011.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.11.001>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139310002118>. Acesso em: 16 ago. 2025.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World map of the Köppen-Geiger classification. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 15, n. 3, p. 259–263, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>. Disponível em: <https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/15/54661>. Acesso em: 10 set. 2025.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (org.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003.

LIMA, C. O. **Diversidade de Entomobryoidea (Collembola: Entomobryomorpha) epiedáficis em uma nascente perene do Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Pedro II, 2024.

LIMA, M. G. M.; SILVA, B. M.; NUNES, R. C.; MARQUES, A. O.; MEDEIROS, G. S.; FREIRE, F. A. M.; SILVA, C. D. D.; WINCK, B.; BELLINI, B. C. **Collembola diversity across vegetation types of a Neotropical island in a river delta**. **Diversity**, Basel, v. 16, n. 8, p. 445, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/d16080445>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-2818/16/8/445>. Acesso em: 10 set. 2025.

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 Troglaphysa species. **Zootaxa**, v. 4420, n. 1, p. 71–93, 2018. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4420.1.4>. Disponível em: <https://www.mapress.com/zt/article/view/zootaxa.4420.1.4>. Acesso em: 14 ago. 2025.

NUNES, R. C. **Estudo taxonômico dos Entomobryoidea (Arthropoda: Collembola) em áreas prioritárias para conservação da Caatinga**. 2019. Tese (Doutorado) – 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.; ZHANG, F.; BELLINI, B. C. The discovery of Neotropical Lepidosira (Collembola, Entomobryidae) and its systematic position. **Zoologica Scripta**, Hoboken, v. 48, n. 6, p. 783–800, 2019.

NUNES, R. C.; COSTA, R. C. S.; BELLINI, B. C. Capbrya and Nothobryinae systematics. **Zoologischer Anzeiger**, Jena, v. 288, p. 24–42, 2020.

OLIVEIRA, F. G. L.; CIPOLA, N. G.; ALMEIDA, E. A. B. Systematics and biogeography of Salina MacGillivray (Collembola: Entomobryoidea), with emphasis on the species groups in the New World. **Insect Systematics & Evolution**, v. 42, n. 5, p. 1–58, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1163/1876312X-00002201>. Disponível em: https://brill.com/view/journals/ise/42/5/article-p1_1.xml. Acesso em: 10 abr. 2025.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; SZOECS, E.; WAGNER, H. **vegan: Community Ecology Package**. R package, versão 2.6-6, 2024. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>. Acesso em: 26 maio 2025.

POTAPOV, A. A. et al. Global fine-resolution data on springtail abundance. **Scientific Data**, London, v. 11, n. 55, p. 1–12, 2024.

DOI: <https://doi.org/10.1038/s41597-024-03217-0>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41597-024-03217-0>. Acesso em: 22 jul. 2025.

R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2023. Disponível em: <https://www.r-project.org>. Acesso em: 26 fev. 2025.

RUSEK, J. Biodiversity of Collembola. **Biodiversity and Conservation**, Dordrecht, v. 7, p. 1207–1219, 1998.

RODRIGUES, I. V. B. et al. A new species of *Mastigoceras*. **Zootaxa**, Auckland, v. 5481, n. 2, p. 151–171, 2024.

DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5481.2.3>. Disponível em:

<https://www.mapress.com/zt/article/view/zootaxa.5481.2.3>. Acesso em: 14 ago. 2025.

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

SANTOS, E. P. **Caracterização da diversidade taxonômica da fauna de Entomobryoidea (Arthropoda: Collembola) da Cachoeira do Urubu-Rei, Pedro II - PI**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Pedro II, 2020.

SILVA, C. D. D. et al. Diversity loss of epigeic Collembola. **Diversity**, Basel, v. 14, n. 6, p. 490, 2022.

DOI: <https://doi.org/10.3390/d14060490>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-2818/14/6/490>. Acesso em: 24 jul. 2025.

SOUSA, F. W. A. et al. Potencial geoturístico de Pedro II. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 14, p. 99–115, 2023.

DOI: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v14i0.1314>. Disponível em:

<https://geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/1314>. Acesso em: 10 ago. 2025.

SOUZA, S. S. **Diversidade de Entomobryoidea (Collembola: Entomobryomorpha) em uma área de Cerrado stricto sensu do Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Pedro II, 2024.

VAZQUEZ, M. M.; PALÁCIOS-VARGAS, J. G. **Catálogo de colêmbolos**. Chetumal: Universidade de Quintana Roo, 2004.

VINATIER, F. et al. Factors and mechanisms explaining spatial heterogeneity. **Methods in Ecology and Evolution**, London, v. 2, p. 11–22, 2011.

Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/>. Acesso em: 10 out. 2025.

WINCK, B. R.; SÁ, E. L. S.; RIGOTTI, V. M.; CHAUVAT, M. Relationship between land-use types and functional diversity of epigeic Collembola in Southern Brazil. **Applied Soil Ecology, Amsterdam**, v. 109, p. 49–59, 2017.

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0929139310002118>. Acesso em: 10 out. 2025.

ZEPPELINI, D.; BELLINI, B. C. **Introdução ao estudo dos Collembola**. João Pessoa: Editora Universitária da Universidade Federal da Paraíba, 2004. p. 12.

ZEPPELINI, D.; BELLINI, B. C. Capítulo 9: Collembola Lubbock, 1870. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B. de; CASARI, S.; CONSTANTINO, R. (eds.).

Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. 2. ed. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2024. p. 141–154. DOI: <https://doi.org/10.61818/56330464>. Disponível em:

<https://repositorio.inpa.gov.br/items/8db6e28f-1a81-4534-9cb8-0422c6bee829>. Acesso em: 01 ago. 2025.

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

ZEPPELINI, D.; QUEIROZ, G. C.; BELLINI, B. C.; BRITO, R. A. D.; OLIVEIRA, J. V. L. C. D.; LOPES, B. C. H.; LIMA, E. C. A. D.; FERREIRA, A. S.; BRITO, N. P. Collembola. In: **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/379>. Acesso em: 04 jul. 2025.