



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SOCIAIS APLICADAS
CAMPUS V – MINISTRO ALCIDES CARNEIRO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Thaís Gomes Machado

**DISTRIBUIÇÃO E TAXONOMIA DE COLLEMBOLA (HEXAPODA,
APTERYGOTA) EM ÁREAS PRESERVADAS E DEGRADADAS DE MATA
ATLÂNTICA DO LITORAL NORTE DA PARAÍBA, BRASIL**

Orientador: Douglas Zeppelini Filho

**JOÃO PESSOA
2014**

THAIS GOMES MACHADO

**DISTRIBUIÇÃO E TAXONOMIA DE COLLEMBOLA (HEXAPODA,
APTERYGOTA) EM ÁREAS PRESERVADAS E DEGRADADAS DE MATA
ATLÂNTICA DO LITORAL NORTE DA PARAÍBA, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, cumprindo-se às exigências para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Zeppelini

JOÃO PESSOA

2014

M149d Machado,Thais Gomes

Distribuição E Taxonomia De Collembola (hexapoda, Apterygota) Em áreas Preservadas E Degradadas De Mata Atlântica Do Litoral Norte Da Paraíba, Brasil [manuscrito] : / Thais Gomes Machado. - 2014.

44 p. : il.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, 2014.

"Orientação: Prof:Dr.Douglas Zeppelini Filho, Departamento de Ciências Biológicas".

1. Composição de colêmbolos. 2. Antropização. 3. Floresta atlântica. I. Título.

21. ed. CDD 580.0981

THAIS GOMES MACHADO

**DISTRIBUIÇÃO E TAXONOMIA DE COLLEMBOLA (HEXAPODA,
APTERIGOTA) EM ÁREAS PRESERVADAS E DEGRADADAS DE MATA
ATLÂNTICA DO LITORAL NORTE DA PARAÍBA, BRASIL**

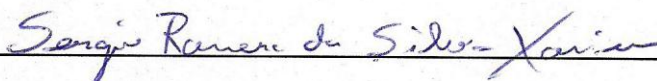
Aprovada em: 21/02/2014

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Douglas Zeppelini Filho

Orientador – UEPB



Prof. Dr. Sérgio Romero da Silva Xavier

Examinador – UEPB



Prof. Ms. Estevam Cipriano Araújo de Lima

Examinador - UEPB

Dedico a Deus, meus familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq por financiar e possibilitar esta pesquisa.

A UEPB por permitir a oportunidade de crescimento pessoal e acadêmico e a toda a equipe docente de Ciências Biológicas pelas valorosas ideias e incentivo que me ofertaram durante os anos de graduação.

Ao Prof. Dr. Douglas Zeppelini Filho pela orientação deste trabalho e pelo apoio, compartilhando seu conhecimento e experiências necessárias para o meu desempenho durante a vida acadêmica.

A todos que fazem parte da Reserva Biológica Guaribas, por sempre estarem dispostos a ajudar a equipe de pesquisa, oferecendo disponibilidade de suas instalações e auxiliando no transporte no interior da floresta.

A equipe do Laboratório de Sistemática de Collembola e Conservação pelo auxílio quando necessário seja científico ou pessoal. Em especial a Roniere A. Brito, por sempre estar disposto a me ajudar nas adversidades acadêmicas, mesmo com todas as suas preocupações, e ter me aturado por esses anos em que fui sua estagiária, ao incentivo através de conversas e por me servir como um exemplo.

A todos os meus amigos de curso, Annyelle Costa, Isley Diniz, Caio Zeppelini, Jéssica Sena, Thuanny Alencar, Matheus Barbosa, Rafaela Gouveia, Adriene Amarantes, Julia Lacet, e principalmente a Mayara B. Monteiro, Vanessa L. Serafim e Bruno M. Sousa, por estarem comigo desde o início do curso e sempre me apoiarem no que fosse preciso, por toda a amizade, apoio, críticas, sugestões, incentivos e momentos de lazer, sempre lembrarei das nossas risadas, conquistas, tristezas e desesperos coletivos. Também agradeço aos demais amigos que de alguma forma foram essenciais na minha formação.

Ao meu pai Alberto, minha mãe Anelita, minha irmã Jessica e minha tia Doralice, por estarem sempre ao meu lado me dando força para nunca desistir. Agradeço também aos meus avôs, avós, tios, tias, primos e primas por toda dedicação, compreensão e apoio durante toda a minha vida.

A Deus por me proporcionar disposição ao longo desta jornada.

**“A ciência serve para nos dar uma
ideia de quão extensa é a nossa
ignorância.”
Félicité Robert de Lamennais**

RESUMO

Foi realizado um levantamento da distribuição e a taxonomia dos Collembola em áreas de conservação da Mata Atlântica (presente na Reserva Biológica Guaribas, localizada na zona da mata paraibana, a 51,6 km da capital João Pessoa) e também em áreas de seu entorno alteradas pela ação antrópica, avaliando a composição e abundância destes artrópodes. O estudo concentrou-se no fragmento da Reserva SEMA II (06°40'40"-06°44'59" S, 41°12'47"-41°07'11" O) e no hábitat do seu entorno que foi degradado para manejo do solo. A coleta de material biológico foi realizada nos meses de março-abril/2011 e junho/2012 ao longo do Rio Barro Branco e na área de Tabuleiro (regiões preservadas), ao longo do Rio Caiana e na área de Canavial (inseridos na matriz de habitat). Em laboratório, a serrapilheira e o solo coletado foram depositados em funil de Berlese-Tullgren (adaptado) sob uma lâmpada acesa de 25 W, durante sete dias. Abaixo de cada funil havia um frasco plástico contendo álcool a 70% como solução preservativa. Em seguida, o material foi triado e os colêmbolos foram diafanizados em KOH 5% e Lactofenol e montados em lâminas para microscopia ótica semipermanente (líquido de Hoyer), para posterior identificação. Foram contabilizados 3244 espécimes, distribuídos em 15 famílias e 32 gêneros. O gênero *Sphaeridia* foi o mais abundante no presente estudo. Os gêneros *Calvatomina*, *Isotobrya* o subgênero *Tenentiella*, e as espécies *Calvatomina* sp1, *Calvatomina* sp2, *Isotobrya* sp1, *Isotobrya* sp2 e *Tenentiella janssensii* apresentaram novos registros para o Brasil. Observou-se que nas regiões degradadas ocorreu uma maior abundância de Collembola em comparação às áreas preservadas, conseqüentemente possuindo baixa riqueza de espécies, mostrando que áreas impactadas devem sofrer alteração em sua composição.

Palavras-chave: composição de colêmbolos; antropização; floresta atlântica; Reserva Biológica Guaribas.

ABSTRACT

We studied the distribution and taxonomy of Collembola in Atlantic Rainforest conservation sites (Reserva Biológica Guaribas, in the State of Paraíba's "zona da mata", 51.6km distant from João Pessoa) and its surroundings, all areas affected by human activities, evaluating the assembly composition and abundance of these arthropods. The study focused on the SEMA II area (06°40'40"-06°44'59" S, 41°12'47"-41°07'11" W) and in the habitat matrix around it, degraded by soil management. The samplings were realized during march-april/2011 and june/2012 in the Rio Barro Branco margin and in the open forest (Tabuleiro) (preserved areas), in the Rio Caiana margin, as well as in sugar-cane plantation areas (inserted in the habitat matrix). In laboratory, the soil and litter samples were deposited on adapted Berlese-Tullgren funnels under a 25W lamp during seven days. On the other end of each funnel was a flask with 70% alcohol as a conservative solution. The material was then sorted by morphotypes, the specimens were diaphanized by KOH 5% and Lactophenol, following preparation in semi-permanent optic microscopy slides (Hoyer's solution), and then taxonomically identified. We counted 3244 specimens, distributed in 15 families and 32 genera. Genus *Sphaeridia* was the most abundant on this study. The genera *Calvatomina*, *Isotobrya*, the subgenus *Tenentiella*, and the species *Calvatomina* sp1, *Calvatomina* sp2, *Isotobrya* sp1, *Isotobrya* sp2 and *Tenentiella janssensi* presented a new record for Brazil. We observed that in degraded regions presented a bigger abundance of Collembola, compared to preserved areas, consequently having lower species richness, indicating that impacted areas might suffer alterations on its species composition.

Keywords: collembola compositions; anthropization; Atlantic Rainforest; Reserva Biológica Guaribas.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização da Reserva Biológica Guaribas. (A) Rio Barro Branco, (B) Rio Caiana, (C) área com predomínio de cana-de-açúcar e (D) vegetação típica de Tabuleiro.....19
- Figura 2.** Organograma delimitando os pontos das coletas realizadas nas regiões estudadas.....20
- Figura 3.** Desenho esquemático do protocolo de coleta para o Rio Barro Branco.....21
- Figura 4.** Número de indivíduos por família nas áreas preservadas da Reserva Biológica Guaribas, excetuando-se os juvenis. Rio Barro Branco: Sminthuridae (8), Bourletiellidae (1), Cyphoderidae (98), Dicyrtomidae (69), Paronellidae (130), Brachystomellidae (92), Isotomidae (165), Sminthurididae (198), Entomobryidae (113), Hypogastruridae (23), Neanuridae (22), Neelidae (7), Collophoridae (2), Onychiuridae (36) e 17 juvenis. Tabuleiro: Bourletiellidae (27), Cyphoderidae (17), Paronellidae (1), Brachystomellidae (16), Isotomidae (68), Sminthurididae (60), Entomobryidae (68), Hypogastruridae (208), Neanuridae (1), Katiannidae (2), Onychiuridae (3) e 11 juvenis.....26
- Figura 5.** Número de indivíduos por família nas áreas impactadas, excetuando-se os juvenis. Rio Caiana: Sminthuridae (30), Cyphoderidae (62), Dicyrtomidae (135), Paronellidae (67), Brachystomellidae (46), Isotomidae (219), Sminthurididae (468), Entomobryidae (178), Hypogastruridae (6), Neanuridae (3), Neelidae (4), Katiannidae (14), Onychiuridae (3) e 20 juvenis. Canavial: Sminthuridae (1), Bourletiellidae (4), Cyphoderidae (3), Brachystomellidae (17), Isotomidae (38), Sminthurididae (288), Entomobryidae (140), Hypogastruridae (1), Katiannidae (15) e 20 juvenis.....27
- Figura 6.** Análise de agrupamento (Cluster) das espécies aos pontos de coleta dos dados gerais do presente estudo com a formação de um grupo homogêneo.....32
- Figura 7.** Análise de PCO mostrando agrupamentos dos pontos de estudo, e a proximidade de um dos pontos do Caiana com o Canavial.....33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantidade de espécies de Collembola identificadas nas fitofisionomias do presente estudo nos anos de 2011 e 2012.....	28
Tabela 2. Índices de diversidade de Collembola nas áreas de estudo da Reserva Biológica Guaribas e no seu entorno nos anos de 2011-2012.....	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Abundância de Collembola em áreas preservadas e degradadas da Mata Atlântica, dos anos 2011 e 2012 sendo analisados tanto juntamente como separadamente (n: 3244).....	24
Gráfico 2. Curva de acumulação de riqueza (UGE) e abundância nas fitofisionomias da Reserva Biológica Guaribas e do seu entorno, para o período de 2011-2012.....	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3. OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
4. METODOLOGIA	18
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	18
4.2 COLETA DA FAUNA DE COLLEMBOLA.....	21
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	22
5. RESULTADOS	24
5.1 ANÁLISE DOS DADOS.....	30
6. DISCUSSÃO	34
7. CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

A maior proporção da biodiversidade mundial é encontrada em ecossistemas florestais, dominante na superfície dos continentes (DEHARVENG, 1996). A Floresta Atlântica é a segunda maior floresta pluvial tropical do continente americano, estendendo-se ao longo da costa brasileira e ao sul e leste do Paraguai e nordeste da Argentina (FUNDAÇÃO S.O.S. FLORESTA ATLÂNTICA 2001, INPE 2001). É considerada um dos 25 *hotspots* de biodiversidade do mundo (MYERS et al., 2000). Grande parte desta biodiversidade é encontrada no solo, a importância de sua biota para a integridade e o funcionamento dos ecossistemas terrestres possui bastante reconhecimento (BEHAN-PELLETIER; NEWTON, 1999; ADDISON et al., 2003).

A Floresta Atlântica originalmente apresentava 1.227.600 km² de extensão em vegetação primária, hoje, restaram apenas 91.930 km² (7,5% da extensão original) de remanescentes florestais de vegetação primária, na maioria das vezes, em fragmentos isolados. Desse restante, 33.084 km² (35,9% da extensão atual), pouco mais de um terço, estão protegidos (MYERS et al., 2000). As florestas, extremamente fragmentadas, estão distribuídas em uma paisagem dominada por centros urbanos, áreas agrícolas e industriais, todas com alta densidade populacional humana (AMARAL, 2007).

Para compreender as transformações que o ecossistema da Floresta Atlântica está sujeito é preciso que se conheça todos os processos envolvidos neste ambiente, portanto, fez-se um estudo abordando a distribuição e taxonomia dos Collembola, este é um dos principais grupos da mesofauna, principalmente por causa da sua importância na gênese, dinâmica e evolução do solo, além de possuir um dos táxons mais diversificados ecologicamente entre os artrópodes (PFLUG; WOLTERS, 2002). A grande diversidade de habitats e a sua rápida resposta às variações ambientais, principalmente aquelas causadas por modificações antrópicas, como desmatamentos e queimadas, fazem deste um útil grupo como bioindicadores (ZEPPELINI et al., 2009). O resultado destas mudanças antropogênicas pode significar uma redução taxonômica e funcional da diversidade que pode reduzir a resistência e a resiliência de um ecossistema (WARDLE et al., 2000; FOUNTAIN et al., 2007).

A compreensão da biodiversidade depende do conhecimento que se tem sobre a ocorrência de espécies em ambientes específicos. Para que se possua o conhecimento sobre a ecologia de Collembola é necessário saber quais espécies habitam em

determinado ambiente (CULIK et al., 2006). Collembola são bons representantes da diversidade da fauna do solo, eles participam da fragmentação de detritos vegetais e estimulam a atividade de bactérias e fungos (CASSAGNE et al., 2004). Juntamente com outros artrópodes indicam alterações em florestas ou em condições como a dinâmica da matéria do solo e a mineralização de nutrientes, ditos como processos-chave no funcionamento do ecossistema (HOLE, 1981; BARDGETT et al., 1998; CASSAGNE et al., 2004). Também possuem a finalidade de servirem de alimento para outros invertebrados e pequenos vertebrados, como ácaros, aranhas de pequeno porte (2-5 mm), besouros, formigas, opiliões, quilópodes, peixes, sapos, lagartos, aves e até pequenos marsupiais e mamíferos (CHRISTIANSEN, 1971; OLIVEIRA, 1983; GREENSLADE, 1991); integrando assim, a base da cadeia trófica (CHRISTIANSEN; BELLINGER, 1998; BELLINI; ZEPPELINI, 2009). Sendo assim, é de elevada importância compreender os fatores ambientais e as práticas locais que possam afetar seus níveis populacionais (EATON, 2006).

A diversidade de espécies e a densidade de populações de colêmbolos são influenciadas por muitos aspectos do solo (aeração, pH, composição da matéria orgânica, disponibilidade de nutrientes, tipo de húmus, efeito da cobertura vegetal e da estrutura física do solo) (ZEPPELINI et al., 2009). A densidade populacional determina os resultados das atividades de colêmbolos; da mesma forma, a qualidade do substrato é importante na determinação de suas atividades, como através da composição de espécies de Collembola (BARDGETT et al., 1993; KANEKO et al., 1998; CHAMBERLAIN et al., 2006). A riqueza de espécies endêmicas é particularmente sensível à perturbação ambiental e substituição florestal (DEHARVENG, 1996; ZEPPELINI et al., 2009). Alguns estudos realizados na Amazônia brasileira mostraram um aumento na diversidade de Collembola em ecossistemas naturais, e sua diminuição em ambientes com alguma ação antrópica (OLIVEIRA; FRANKLIN, 1993; OLIVEIRA; DEHARVENG, 1995; MACAMBIRA; OLIVEIRA, 2002; RODRIGUES et al., 2006).

Por serem considerados bioindicadores, os colêmbolos fornecem uma ferramenta eficiente para a avaliação da biodiversidade em habitats de solo (DEHAVERG, 1996). As relações intrínsecas de invertebrados do solo com o seu nicho ecológico, proporcionam a bioindicação de mudanças nas propriedades do solo e do impacto das atividades humanas (STRAALEN, 1998; CUCHTA et al., 2012). A perturbação de um ambiente é um importante fator de variação na estrutura e composição da comunidade, na maioria dos ecossistemas. Sendo assim, torna-se essencial a compreensão dos

mecanismos desta nos ecossistemas, como forma de interpretar a estrutura, elaborar estratégias eficazes de gestão e prever respostas do ecossistema às mudanças futuras provenientes perturbação (JOHNSTONE; CHAPIN, 2006).

Invertebrados do solo são excelentes no estudo de como a atividade humana afeta o meio ambiente, pois além de serem abundantes, são relativamente fáceis de realizar amostras e possuem rápida resposta frente à perturbação do solo, destacando as diferenças nas propriedades e no grau de poluição do mesmo (SANTORUFO et al., 2012). A riqueza de Collembola varia de acordo com o solo e ao longo do ano, afetando assim a pressão de alimentação em microrganismos e o fluxo de energia para os predadores (KANEDA; KANEKO, 2002). É necessário entender os efeitos dos fatores físicos, químicos e biológicos do solo, bem como alimentos e predadores em suas populações para que possamos compreender o seu papel e função em um ecossistema do solo.

O crescimento populacional dos colêmbolos é diferenciado conforme o ambiente em que se encontram ou tipo de alimentação, a partir da utilização do solo ou serrapilheira (KANEDA & KANEKO, 2002). Alguns autores antes do desenvolvimento do teste de laboratório afirmam que não há efeito direto da ação antrópica (como o uso de herbicidas) na fauna do solo, e que suas diminuições ou aumentos em sua riqueza são ocasionadas por efeitos indiretos, geralmente por mudanças da vegetação (PONGE et al., 2002). A mudança no uso do solo é um dos principais fatores na determinação dos padrões de biodiversidade de organismos do solo em níveis regionais e locais (BENGTSSON, 2002). Perturbações antrópicas ligadas às práticas de uso da terra podem influenciar positiva ou negativamente a biodiversidade, sendo observada uma perda de espécies na maioria dos casos (BENGTSSON et al., 2000; SOUSA et al., 2006).

Portanto, este estudo tem por finalidade ampliar o conhecimento sobre a fauna de colêmbolos da Paraíba, como indicadores da integridade biológica em ecossistemas de solo, relatando sua composição e abundância, realizando o levantamento da distribuição e a taxonomia dos Collembola em áreas com vegetação de Floresta Atlântica que se mantém preservada na Reserva Biológica Guaribas, e também em áreas do entorno que se encontra degradada pela ação antrópica, podendo assim analisar as espécies que compõem o habitat natural e modificado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Colêmbolos são pequenos artrópodes (tipicamente inferiores a 2mm), ápteros, que habitam praticamente todos os ambientes encontrados na natureza (ZEPPELINI; BELLINI, 2004). Pertencem a um grupo monofilético ou parafilético de hexapodas entognatos incluindo a Classe Insecta como grupo irmão ou não (JENNER, 2010; NICKERL et al., 2012). A classe Collembola e o grupo de ácaros Oribatida são mais dominantes e diversificados em ecossistemas florestais (DEHARVENG, 1996). Ainda que habitem em folhagem, no solo, em árvores, em troncos em decomposição, na serrapilheira, no litoral marinho e água doce, colêmbolos são intimamente relacionados ao solo (BELLINI; ZEPPELINI, 2009; MACAMBIRA, 2003).

Os colêmbolos são importantes bioindicadores ambientais, participando da fragmentação de detritos das plantas e estimulando a atividade de bactérias e fungos, sendo extremamente importantes na ciclagem de nutrientes no solo (CASSAGNE et al., 2004; BELLINI; ZEPPELINI, 2009). Contudo, apesar de sua importância ambiental, informações sobre a sua ecologia são incipientes. A fauna neotropical de Collembola pode possuir grande diversidade; no entanto, é a menos conhecida no mundo (MARI MUTT; BELLINGER, 1990; CULIK et al., 2006).

A presença ou ausência de algumas espécies de colêmbolos podem estar relacionados a vários fatores, como alterações do pH, disponibilidade de íons e água, ou por haver em solos contaminados a presença de componentes de pesticidas ou metais pesados. As espécies endêmicas também podem ser indicativas de impactos ambientais (FRAMPTON, 2000; CASSAGNE et al., 2004). A resposta das comunidades de Collembola à heterogeneidade de habitats e alterações ambientais pode ser entendida através da utilização de espécies específicas (KRAB et al., 2010). Com base nisto, a análise de espécies específicas permite não apenas avaliar a relativa influência de diferentes fatores ambientais na estruturação de comunidades de Collembola, como também compreender os mecanismos de respostas subjacentes a uma série de escalas espaciais (SILVA et al., 2012).

Em ecossistemas naturais alterados pela ação humana podem ocorrer a substituição, diminuição ou desaparecimento de espécies, principalmente as endêmicas, resultando na ocupação do nicho por outras espécies (HOBBS et al., 2006). Quando ecossistemas naturais sofrem distúrbios tornam-se mais sensíveis e perdem assim, sua

biodiversidade. Logo, a dominância de alguns grupos em determinados habitats indica uma tolerância relativamente maior a fatores ambientais adversos a esses indivíduos. Outros, entretanto, mostram sensibilidade a estas variações ambientais, porém têm grande capacidade de recompor a sua abundância, como por exemplo, os colêmbolos, os ácaros e as formigas (RODRIGUES et al., 2006).

Alterações ambientais são responsáveis por afetar a abundância e riqueza de espécies endêmicas. Estudos da diversidade e a exploração do potencial taxonômico e características bioindicativas dos Collembola têm sido essenciais para gerar subsídios para a avaliação da qualidade ambiental (MOTA et al., 2011). Diversos autores mostraram que este grupo de invertebrados possui respostas sensíveis a mudanças nas condições ambientais (SETÄLÄ et al., 1995; TAKEDA, 1987). Isto confirma a hipótese de que Collembola são altamente eficientes na investigação da influência da mudança microbiológica e parâmetros físico-químicos sobre a fauna do solo (PFLUG; WOLTERS, 2002). A utilização das características químicas e microbiológicas do solo aliada à quantificação da diversidade de colêmbolos é um elemento inicial para que se possa entender os processos ecológicos de decomposição e ciclagem de nutrientes no solo. Esta diversidade de Collembola tem sido usada tanto como bioindicador de distúrbios quanto da qualidade do solo (CUTZ-POOL et al., 2007; BARETTA et al., 2007).

Atualmente são conhecidas aproximadamente 8.000 espécies de Collembola em todo o mundo (BELLINGER et al., 1996–2013). E o número total de espécies ainda não descritas é estimado por volta de 50.000 (HOPKIN, 2002). A quantidade de gêneros conhecidos é de 250, mas esse número vem crescendo com a realização de novos trabalhos. Estes espécimes foram descobertos, em sua maioria, durante coletas em áreas novas ou habitats pouco conhecidos (DEHARVENG, 2004).

No Brasil são registradas 287 espécies de Collembola, distribuídos em 19 famílias e 94 gêneros, destas, 20 espécies são conhecidas no Estado da Paraíba (ABRANTES et al., 2010, 2012). Estes números, se comparados ao tamanho e à diversidade de ambientes existentes no Brasil, revelam a necessidade de mais estudos de sistemática sobre este grupo no país (BELLINI; ZEPPELINI, 2004). De acordo com a Lista de Collembola do Brasil realizada por Culik & Zeppelini (2003) há vários Estados brasileiros sem registro de Collembola. O interesse na compreensão dos processos ecológicos pelos quais colêmbolos participam nos ecossistemas vem auxiliando na realização de trabalhos a respeito da biodiversidade do grupo, mesmo que lentamente,

porém ainda há limitações como a falta de taxonomistas disponíveis (BARETTA et al., 2007).

Em estudo realizado por Bellini e Zeppelini (2009) na Paraíba, foram encontradas 54 espécies (das quais 20 eram novas) de Collembola distribuídas em 13 famílias e 25 gêneros, sendo a maior parte localizada em áreas de Floresta Atlântica e Mata de Restinga (43 espécies) e as demais em áreas de transição entre Floresta Atlântica e Caatinga (chamadas de Brejos de Altitudes). Os autores enfatizam a importância da conservação dessas Matas como reserva da biodiversidade de Collembola.

Análises da composição de espécies de comunidades de colêmbolos em qualquer ambiente no Brasil ainda são muito escassos, bem como relatando a diversidade de espécies em solos agrícolas (CULIK et al., 2006; ABRANTES et al., 2010, 2012). Não se sabe como eles respondem a diferentes práticas de manejo florestal (PERRY, 1998). Portanto, não se tem o conhecimento de até qual ponto as práticas florestais são susceptíveis em afetar a biodiversidade do solo (ADDISON et al., 2003). Além disso, as referências bibliográficas são esparsas e não contemplam levantamentos faunísticos regionais, especialmente em Parques Nacionais e Áreas de Proteção Ambiental. (MENDONÇA et al., 2009).

3.OBJETIVO

Realizar o levantamento taxonômico e verificar a distribuição dos Collembola em áreas com vegetação de Floresta Atlântica conservadas na Reserva Biológica Guaribas, e em áreas do entorno que se encontram degradadas pela ação antrópica, podendo assim analisar as espécies que compõem o habitat natural e modificado.

3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as espécies de Collembola presentes em áreas impactadas e conservadas;
- Avaliar a composição e abundância de Collembola em áreas conservadas e degradadas.

4. METODOLOGIA

4.1. ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho foi desenvolvido na Reserva Biológica Guaribas (REBIO Guaribas), localizada na zona da mata paraibana, a 51,6 km da capital João Pessoa. Possui aproximadamente 4.028 hectares divididos em três fragmentos, denominados SEMA I-III (corresponde à antiga Secretaria Especial do Meio Ambiente). O estudo foi conduzido na área da SEMA II localizada no município de Mamanguape (BRASIL, 2006). A região possui um clima do tipo As' de Köppen, quente e úmido (PARAÍBA, 1985). A temperatura média anual na área da REBIO varia entre 24° C e 26° C com temperaturas máximas nos meses de dezembro e fevereiro, com médias entre 28° C e 30° C (PLANO DE MANEJO REBIO GUARIBAS, 2003). A máxima absoluta anual é de 36° C, a precipitação fica acima 1.470 mm e sua altitude máxima é de 204 m (BRASIL, 1995).

A área da Reserva possui principalmente o tipo de fitofisionomia Tabuleiro (OLIVEIRA FILHO & CARVALHO, 1993), caracterizado por uma vegetação aberta, com espécies herbáceas e aglomerações esparsas de vegetação arbórea arbustiva, além de espécies peculiares (TAVARES, 1988) e Floresta Estacional Semidecídua,

caracterizada por uma formação florestal com espécies típicas da Floresta Atlântica e elementos amazônicos (DARRAULT & SCHLINDWEIN, 2002).

O estudo concentrou-se no fragmento da Reserva SEMA II ($06^{\circ}40'40''$ - $06^{\circ}44'59''$ S, $41^{\circ}12'47''$ - $41^{\circ}07'11''$ O), que possuem 3.016 hectares, e no hábitat do seu entorno que foi desmatado para manejo do solo. A coleta de material biológico foi realizada ao longo do Rio Barro Branco e na área de Tabuleiro (regiões preservadas), e também ao longo do Rio Caiana e na área de Canavial (inseridos na matriz de habitat) (Figura 1 e Figura 2).

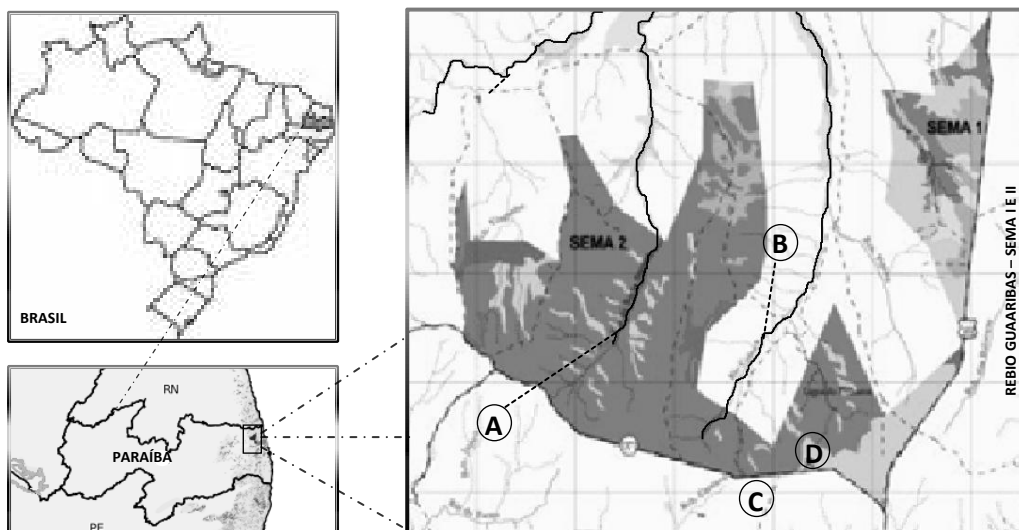


Figura 1 – Localização da Reserva Biológica Guaribas. (A) Rio Barro Branco, (B) Rio Caiana, (C) área com predomínio de cana-de-açúcar e (D) vegetação típica de Tabuleiro.

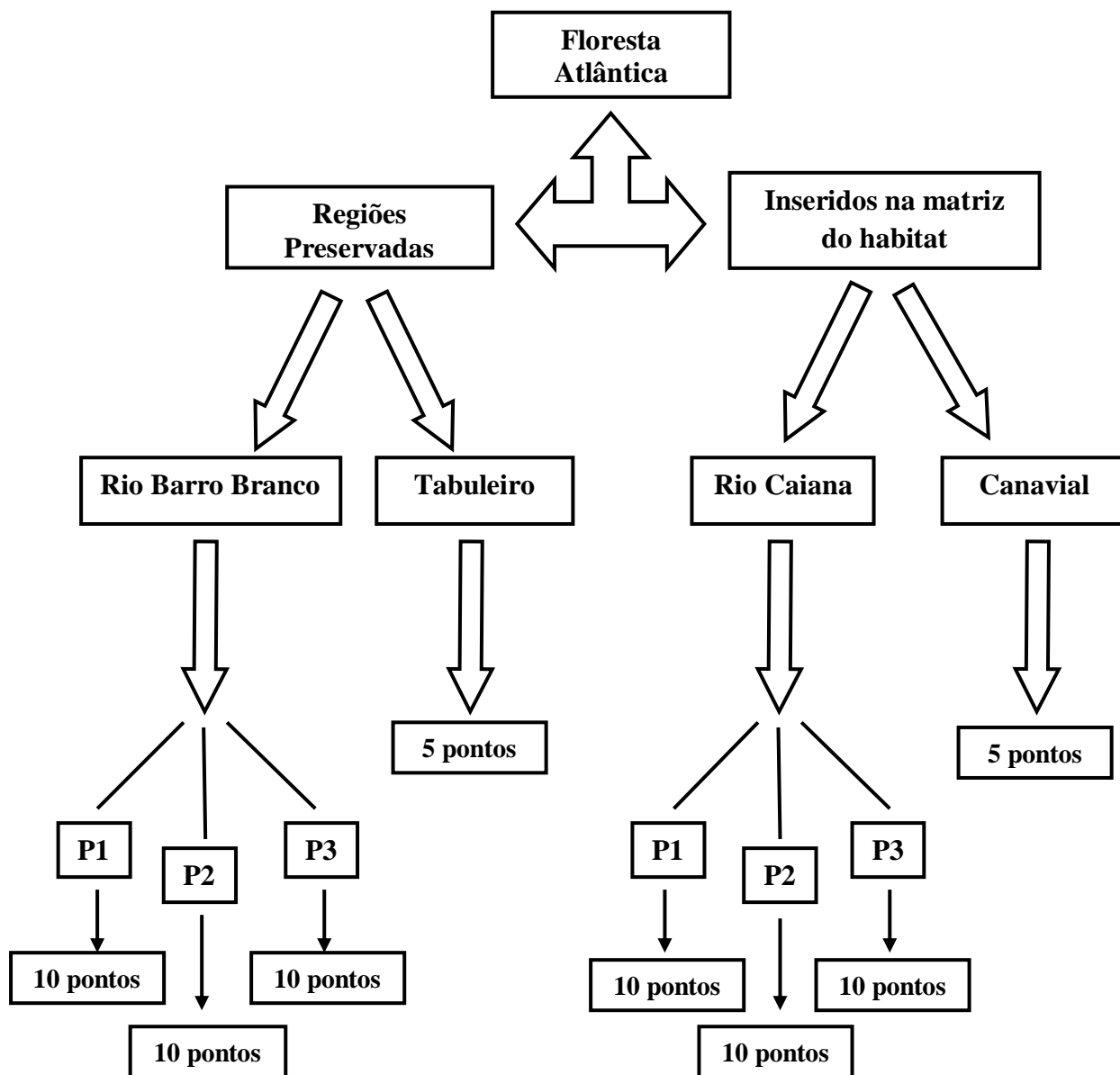


Figura 2: Organograma delimitando os pontos das coletas realizadas nas regiões estudadas.

4.2. COLETA DA FAUNA DE COLLEMBOLA

Foi realizada uma coleta entre os meses de março–abril/2011 (período menos chuvoso) e outra no mês de junho/2012 (período mais chuvoso). As amostras da cobertura edáfica foram coletadas dentro de um quadrante de 1 dm³ (10 cm x 10 cm x 10 cm), de acordo com o seguinte protocolo:

- a) Rio Barro Branco: três pontos de coleta foram definidos, e em cada ponto dois transectos paralelos com 10 m de comprimento. O primeiro a três metros e o segundo a 17 m de distância da margem do Rio. Em cada transecto houve a coleta de cinco subamostras a cada 2,5 m (Figura 3).
- b) Rio Caiana: seguiu o mesmo protocolo de pontos de coleta do Rio Barro Branco. Entretanto, um dos transectos foi definido a três metros da margem do Rio e o outro a 14 m da borda do fragmento de mata que existe no entorno do Rio.

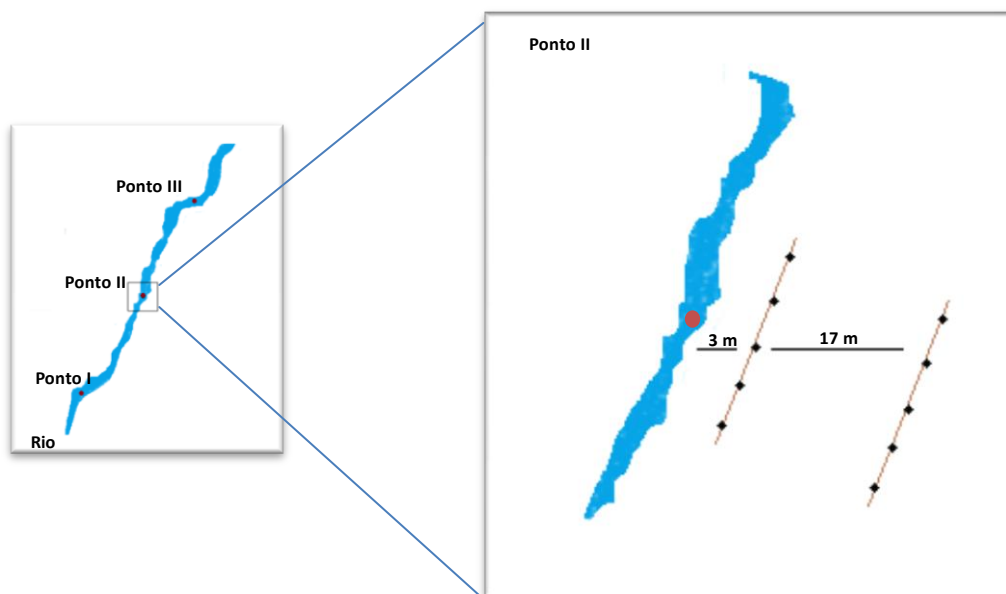


Figura 3 – Desenho esquemático do protocolo de coleta para o Rio Barro Branco.

- c) Tabuleiro e canavial: determinou-se um ponto de coleta para a área de Tabuleiro e um para o canavial. Em cada ponto um transecto de 10 metros de comprimento com cinco pontos equidistantes.

Em laboratório, a serrapilheira e o solo coletado foram depositados em funil de Berlese-Tullgren (adaptado) sob uma lâmpada acesa de 25 W, durante sete dias. Abaixo de cada funil havia um frasco plástico contendo álcool a 70% como solução preservativa. Em seguida, o material foi triado e os colêmbolos foram diafanizados em KOH 5% e Lactofenol e montados em lâminas para microscopia ótica (em líquido de Hoyer), para posteriormente serem identificados conforme Bellinger et al. (1996-2012), Zeppelini e Bellini (2004), Bretfeld (1999) e Christiansen e Bellinger (1998).

4.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise dos dados e geração de gráficos foi utilizado o programa estatístico Primer & Permanova v6, no qual foi demonstrada a riqueza e abundância de Collembola encontrada nos anos de 2011 e 2012, juntamente e separadamente, sendo utilizados os índices de Riqueza de espécies de Margalef (d), Equitabilidade de Pielou (J') e índice de Shannon-Wiener (H'). O índice de Shannon (H') foi utilizado por dar ênfase à riqueza específica e refletir a diversidade baseada na abundância relativa de cada espécie (p_i), calculada através da divisão da densidade de cada espécie pela densidade total ($p_i = n_i/N$) (CLARKE e WARWICK, 2001; MEDEIROS, 2009). O índice de Margalef é uma medida utilizada para estimar a biodiversidade de uma comunidade com base na distribuição numérica dos indivíduos das diferentes espécies (MELO, 2009).

Na análise de abundância das amostras foi utilizado o teste de coordenadas principais (PCO), também foram analisados os coeficientes de similaridade (ANOSIM). Os dados foram transformados em raiz quadrada para diminuir a amplitude da variação nos valores absolutos (ANDERSON; WILLIS, 2003), obtendo, assim, uma melhor distribuição dos dados e evitando desvios nos testes estatísticos. A matriz de similaridade foi obtida utilizando como parâmetro a medida de distância de Bray-Curtis, pois é recomendada para dados de abundância e biomassa, além de ser relativizada (VALENTIM, 2000).

Na análise de acumulação de espécies a curva utilizada foi baseada no número das amostras e o índice adotado foi o UGE. Os dados foram agrupados por CLUSTER (Análise de Agrupamento) para avaliar a similaridade entre as amostras e realizou-se a representação gráfica através de um dendrograma, representando a proximidade das regiões que estão agrupadas. A análise de agrupamento (cluster analysis) é uma técnica multivariada que engloba diferentes algoritmos de classificação para organizar informações sobre variáveis e formar grupos homogêneos ("to cluster" = agrupar). Essa análise foi utilizada através do método aglomerativo hierárquico. O objetivo deste algoritmo é juntar objetos (dados observados) em sucessivos clusters cada vez maiores, usando medidas de similaridade ou distância, e o resultado pode ser apresentado em uma árvore hierárquica (MELO, 2009).

Na ANOSIM, a matriz de similaridades é utilizada para discriminar grupos cuja similaridade entre as suas repetições são maiores que as similaridades entre as repetições de grupos diferentes (BÜNDCHEN, 2010). Esta análise de similaridade foi utilizada para avaliar a significância das diferenças entre os sítios estudados. Para comparar as dispersões multivariadas entre grupos com base em qualquer distância ou medida de dissimilaridade e para verificar se havia homogeneidade de dispersões foi utilizado o PERMDISP (ANDERSON, 2004; ANDERSON, 2006). Baseado também na matriz de similaridade Bray-Curtis, este teste valida o resultado do PERMANOVA. O SIMPER (*similarity percentage analysis*), para os dados transformados com raiz quadrada (de forma a não realçar as espécies mais abundantes) e assumindo um *cut off* de 90%, foi calculado de forma a determinar quais as espécies que mais contribuíam para explicar a similaridade média entre as amostras de um mesmo grupo, esta análise foi usada para identificar as espécies que mais contribuíram para as dissimilaridades entre as amostras (CLARKE; WARWICK, 1994; CLARKE; WARWICK, 2001; MEDEIROS, 2009).

5. RESULTADOS

Foram encontrados 3244 indivíduos, distribuídos em 15 famílias (Sminthurididae, Isotomidae, Entomobryidae, Hypogastruridae, Brachystomellidae, Paronellidae, Cyphoderidae, Dicyrtomidae, Bourletiellidae, Sminthuridae, Neanuridae, Neelidae, Collophoridae, Onychiuridae e Katiannidae), 32 gêneros e 51 espécies (Tabela 1).

No Rio Caiana foram encontrados 1255 espécimes, no Rio Barro Branco foram contabilizados 981, no Canavial 526 e na região de Tabuleiro 482 nos dados gerais de 2011 e 2012 (Gráfico 1). A família Sminthurididae foi mais abundante nas regiões do Rio Caiana, Rio Barro Branco e do Canavial, enquanto no Tabuleiro a família Hypogastruridae foi a mais numerosa.

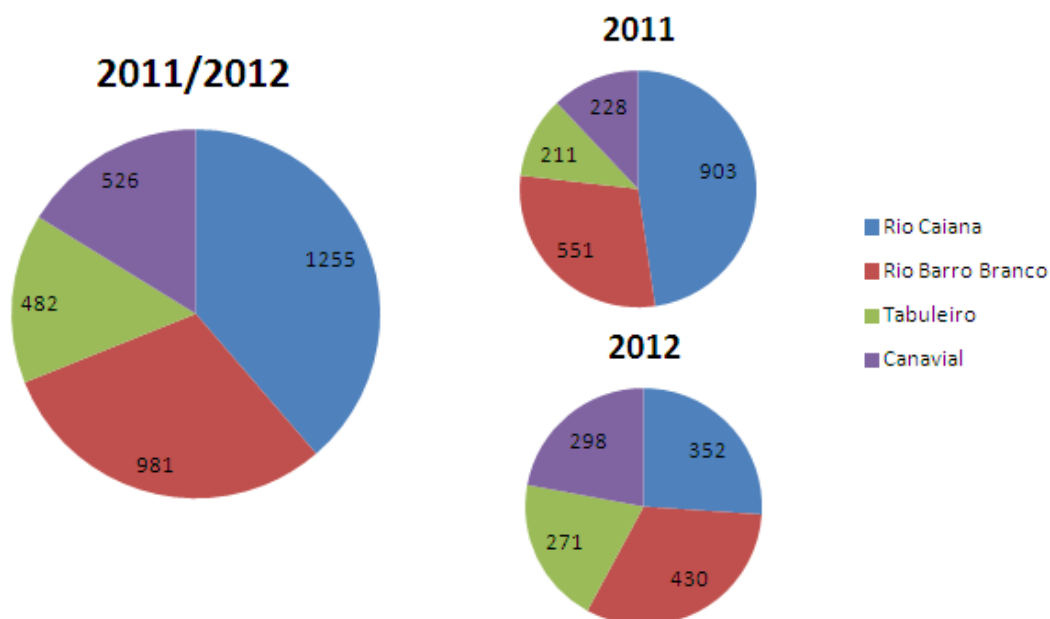


Gráfico 1 – Abundância de Collembola em áreas preservadas e degradadas da Mata Atlântica, dos anos 2011 e 2012 sendo analisados tanto juntamente como separadamente (n: 3244).

As famílias Isotomidae, Brachystomellidae, Cyphoderidae, Sminthurididae, Entomobryidae e Hypogastruridae foram encontradas nos quatro sítios de estudo. Sminthurididae foi a família mais abundante (1014 indivíduos). Das áreas observadas, o Rio Barro Branco apresentou maior riqueza de famílias, possuindo as 14 relatadas

anteriormente (excetuando-se a família Katiannidae). As regiões com áreas degradadas apresentaram maior quantidade de indivíduos ($n = 1781$) se comparadas às áreas preservadas ($n = 1463$), encontradas no interior da Reserva.

Dos pontos de coleta amostrados na Floresta Atlântica em áreas degradadas e conservadas, verificou-se que no Rio Caiana o ponto 2 possui maior abundância com 622 indivíduos enquanto o ponto 3 foi o de menor abundância com 217 espécimes. O Rio Barro Branco possuiu o ponto 1 com maior abundância (382 espécimes), com ocorrência das 14 famílias registradas, enquanto que no ponto 2 ocorreu apenas 298 espécimes.

Nas Figuras 4 e 5 é possível observar como as famílias estão distribuídas no Rio Barro Branco e Tabuleiro (áreas preservadas) e no Rio Caiana e Canavial (áreas impactadas), respectivamente. As espécies que são comuns a todos os sítios do estudo foram *Isotomiella* sp1, *Sphaeridia cardosi* e *Sphaeridia pumilis*, já *Collophora brasilis*, *Lepidocyrtus* sp3, *Lepidonella* sp3, *Pararrhopalites* sp1, *Paraxenylla* sp1, *Sminthurides* sp1 e *Temeritas* sp1 foram encontradas apenas em uma das áreas estudadas. Em relação aos gêneros, o mais abundante foi *Sphaeridia* ($n=976$), os menos abundantes foram *Paraxenylla* ($n=9$), *Criptopygus* ($n=7$), *Folsomia* ($n=6$), *Collophora* ($n=2$), *Temeritas* ($n=1$) e *Pararrhopalites* ($n=1$).

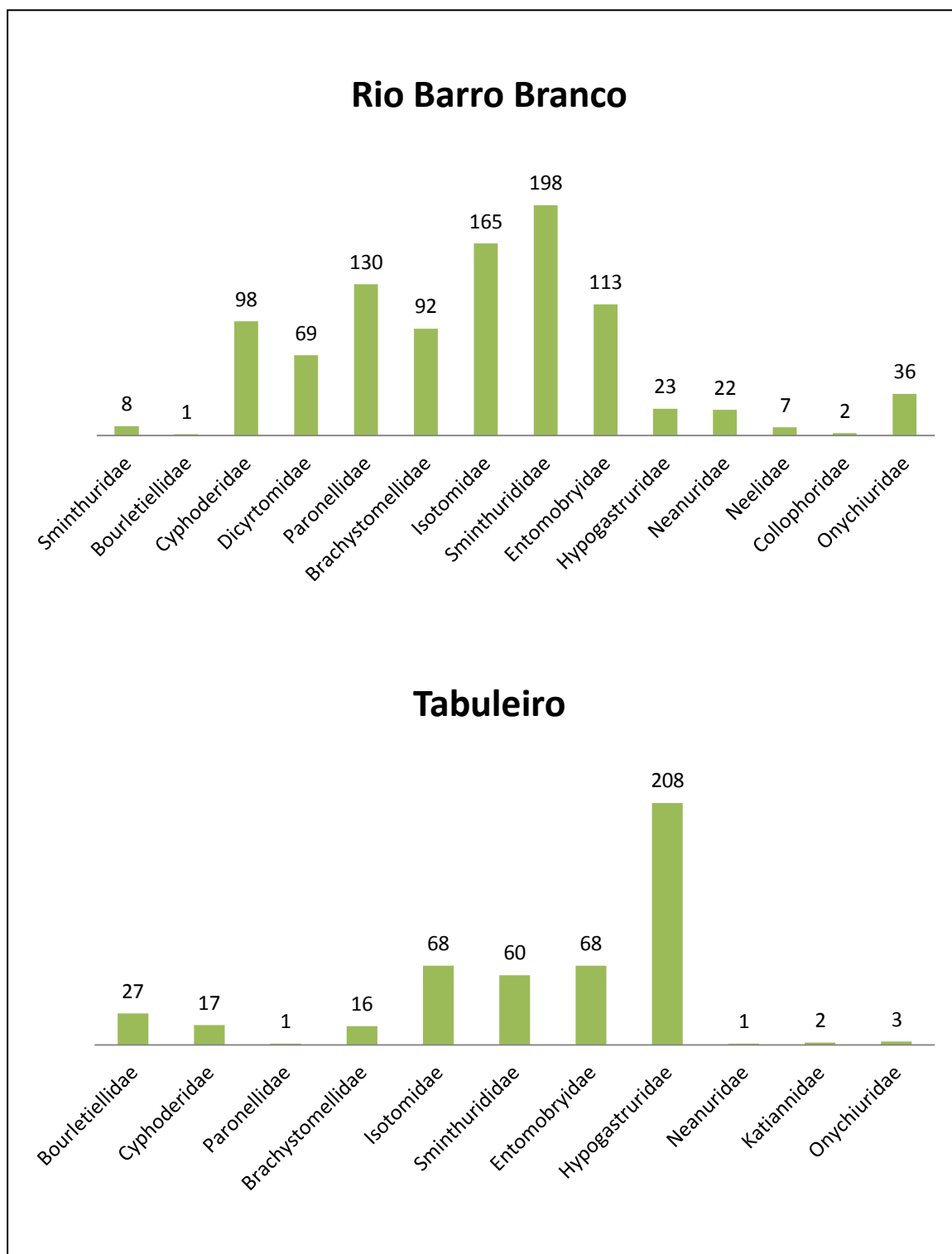


Figura 4 – Número de indivíduos por família nas áreas preservadas da Reserva Biológica Guaribas, excetuando-se os juvenis. Rio Barro Branco: Sminthuridae (8), Bourletiellidae (1), Cyphoderidae (98), Dicyrtomidae (69), Paronellidae (130), Brachystomellidae (92), Isotomidae (165), Sminthurididae (198), Entomobryidae (113), Hypogastruridae (23), Neanuridae (22), Neelidae (7), Collophoridae (2), Onychiuridae (36) e 17 juvenis. Tabuleiro: Bourletiellidae (27), Cyphoderidae (17), Paronellidae (1), Brachystomellidae (16), Isotomidae (68), Sminthurididae (60), Entomobryidae (68), Hypogastruridae (208), Neanuridae (1), Katiannidae (2), Onychiuridae (3) e 11 juvenis.

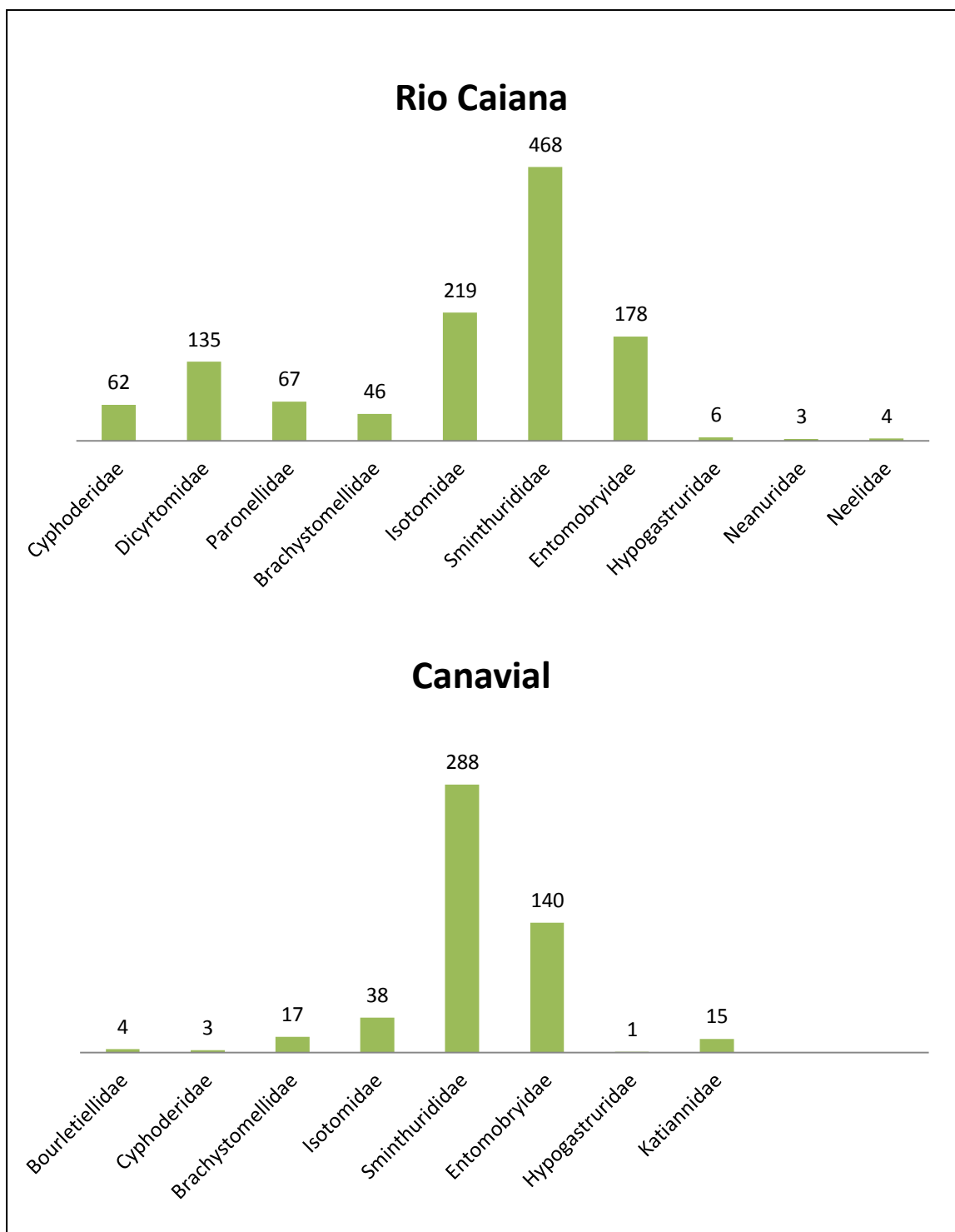


Figura 5 – Número de indivíduos por família nas áreas impactadas, excetuando-se os juvenis. Rio Caiana: Sminthuridae (30), Cyphoderidae (62), Dicyrtomidae (135), Paronellidae (67), Brachystomellidae (46), Isotomidae (219), Sminthurididae (468), Entomobryidae (178), Hypogastruridae (6), Neanuridae (3), Neelidae (4), Katiannidae (14), Onychiuridae (3) e 20 juvenis. Canavial: Sminthuridae (1), Bourletiellidae (4), Cyphoderidae (3), Brachystomellidae (17), Isotomidae (38), Sminthurididae (288), Entomobryidae (140), Hypogastruridae (1), Katiannidae (15) e 20 juvenis.

Tabela 1 – Quantidade de espécies de Collembola identificadas nas fitofisionomias do presente estudo nos anos de 2011 e 2012.

Espécies	Barro			Caiana			Tabuleiro	Canavial
	Branco							
	P1	P2	P3	P1	P2	P3		
<i>Brachystomella sp1</i>	35	22	35	30	0	16	16	17
<i>Calvatomina sp1</i>	22	7	29	57	0	41	0	0
<i>Calvatomina sp2</i>	5	2	0	6	0	11	0	0
<i>Collophora brasiliis</i>	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Criptopygus sp1</i>	0	1	0	0	3	0	3	0
<i>Cyphoderus ca. Javanus</i> Börner, C, 1906:180	6	15	1	10	2	2	0	0
<i>Cyphoderus innominatus</i> Mills, HB em Pearse, AS, 1938:186	46	15	0	1	0	0	17	1
<i>Cyphoderus sp. nov. 1</i>	0	3	0	0	0	3	0	0
<i>Denisiella sp1</i>	0	0	1	0	0	0	0	15
<i>Dicyrtoma sp1</i>	1	3	0	7	4	9	0	0
<i>Entomobrya sp1</i>	0	0	1	0	8	0	22	4
<i>Entomobrya sp2</i>	0	0	0	0	0	0	4	2
<i>Folsomia sp1</i>	0	0	0	0	0	0	5	1
<i>Folsomina sp1</i>	12	0	2	0	2	2	35	1
<i>Isotobrya sp1</i>	0	0	0	0	4	0	2	7
<i>Isotobrya sp2</i>	0	0	0	0	0	0	3	1
<i>Isotomiella sp1</i>	18	54	61	75	9	8	5	11
<i>Isotomodes sp1</i>	10	0	0	43	4	18	9	25
<i>Lepidocyrtus sp1</i>	2	4	6	0	4	2	9	5
<i>Lepidocyrtus sp2</i>	0	1	4	0	2	0	0	0
<i>Lepidocyrtus sp3</i>	4	1	9	0	0	0	0	0
<i>Lepidonella sp1</i>	26	19	19	23	15	23	0	0
<i>Lepidonella sp2</i>	21	20	17	4	0	2	1	0
<i>Lepidonella sp3</i>	2	0	6	0	0	0	0	0

<i>Megalothorax sp1</i>	2	3	2	4	0	0	0	0
<i>Onychyurus sp1</i>	35	0	1	1	0	2	3	0
<i>Pararrhopalites sp. nov. 1</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paraxenylla sp1</i>	0	4	5	0	0	0	0	0
<i>Proisotoma sp1</i>	0	7	0	5	48	2	11	0
<i>Pseudachorutes sp1</i>	3	1	18	0	0	3	1	0
<i>Pseudosinella sp1</i>	0	2	2	4	1	1	9	8
<i>Pseudosinella sp2</i>	7	1	2	2	56	0	14	11
<i>Pseudosinella sp3</i>	1	0	0	2	5	0	0	5
<i>Pseudosinella sp4</i>	7	4	7	0	4	0	3	4
<i>Pseudosinella sp5</i>	0	1	0	2	9	0	0	0
<i>Rhynchocyrtus ca. Klausii</i> <i>de Mendonça, MC et Fernandes, LH,</i> <i>2007:46, t.t.</i>	9	1	2	0	15	0	0	0
<i>Seira brasiliana</i> <i>(Arlé, 1939) Marcus, 1949</i>	1	0	6	0	0	0	2	8
<i>Seira mendoncea</i> <i>Bellini, BC et Zeppelini, D, 2008:724</i>	11	0	0	2	47	3	0	82
<i>Seira paraibensis</i> <i>Bellini, BC et Zeppelini, D, 2009</i>	9	2	6	0	0	5	0	3
<i>Sminthurides sp1</i>	4	13	5	0	0	0	0	0
<i>Sminthurinus sp1</i>	0	0	0	14	0	0	2	15
<i>Sphaeridia ca. betschi</i> <i>Arlé, 1984</i>	0	1	1	0	0	0	1	9
<i>Sphaeridia cardosi</i> <i>Arlé, 1984</i>	10	24	10	81	176	7	1	58
<i>Sphaeridia heloisae</i> <i>Arlé, 1984</i>	15	10	3	10	0	3	14	1
<i>Sphaeridia pumilis</i> <i>(Krausbauer, 1898) Agrell, 1934, t.t., B</i>	35	41	25	14	132	45	44	205
<i>Sphyrotheca sp1</i>	6	0	0	0	29	1	0	1
<i>Temeritas sp1</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Tenentiella janssensii</i> <i>Zeppelini, D et da Silva, DD, 2012:52</i>	1	0	0	0	0	0	27	4
<i>Trogolaphysa sp1</i>	6	1	3	2	34	7	0	1
<i>Trogolaphysa sp2</i>	1	0	1	0	1	0	0	0
<i>Xenylla sp1</i>	0	9	5	1	5	0	208	1
Juvenil	7	4	6	16	3	1	11	20

5.1. ANÁLISE DOS DADOS

A Riqueza de espécies (S) no ano de 2011 foi maior nas fitofisionomias do Barro Branco e no Rio Caiana, e em 2012 observou-se apenas o Barro Branco. O Rio Caiana apresentou maior Abundância (N) em 2011, em 2012 o valor mais elevado foi localizado no Rio Barro Branco. A riqueza de Margalef (d) possuiu valores acima de 5,0 na região do Rio Barro Branco no ano de 2011, demonstrando alta diversidade da área, em 2012 o maior valor encontrado foi em um dos pontos do Barro Branco e no Canavial.

A Equitabilidade (J') apresentou os maiores valores na região do Barro Branco no ano de 2011 e 2012. Este também possuiu as espécies mais igualmente distribuídas nos dois anos de estudo. O Índice de Diversidade de Shannon mostrou que nos dois anos o Barro Branco apresentou uma biodiversidade elevada. A descrição geral de cada ponto pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2: Índices de diversidade de Collembola nas áreas de estudo da Reserva Biológica Guaribas e no seu entorno nos anos de 2011-2012.

Áreas/Pontos	Riqueza (S)	Abundância (N)	Margalef(d)	Equitabilidade (J')	Shannon (H')
Barro Branco P1	34	375	5,568	0,859	3,029
Barro Branco P2	33	294	5,63	0,8053	2,816
Barro Branco P3	31	295	5,275	0,8149	2,799
Caiana P1	24	400	3,839	0,7666	2,436
Caiana P2	25	619	3,734	0,7157	2,304
Caiana P3	23	216	4,093	0,8112	2,544
Tabuleiro	27	471	4,224	0,6762	2,229
Canavial	28	506	4,336	0,6499	2,166

Analisando os dados gerais (2011 e 2012) observou-se que a curva de acumulação de espécies (Gráfico 2) foi determinada a partir da riqueza estimada (UGE) com 51 espécies, indicando que a diversidade por área foi amplamente avaliada. Nos dados gerais da composição de espécies foi observada diferença significativa com relação a todas as fitofisionomias (ANOSIM: $R=0,5$; $p=0,011$).

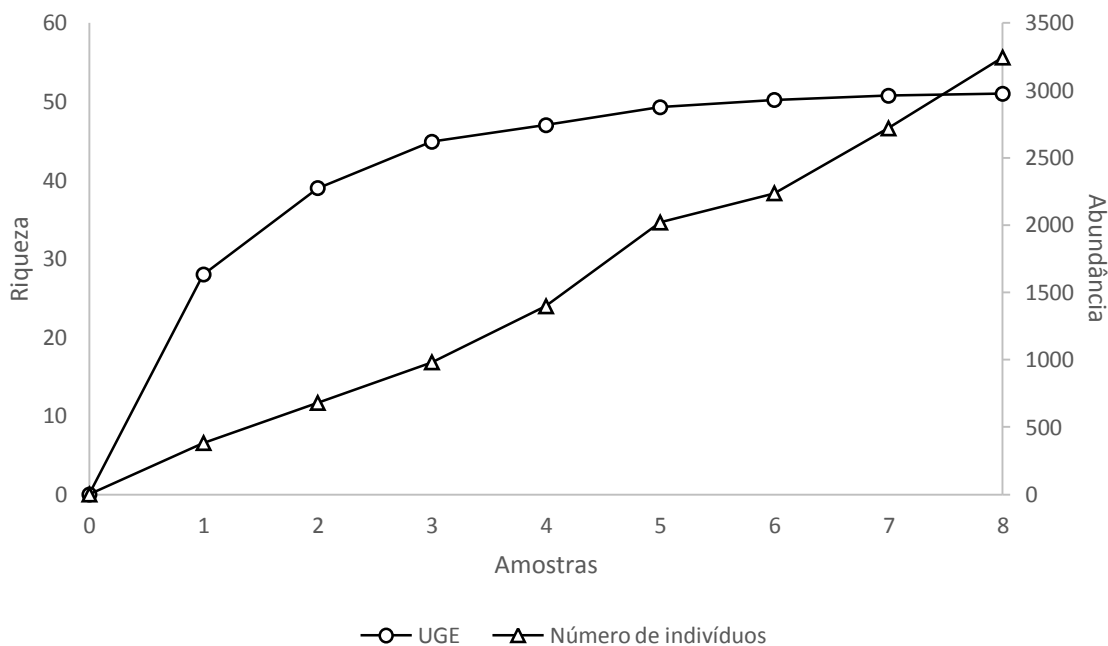


Gráfico 2: Curva de acumulação de riqueza (UGE) e abundância nas fitofisionomias da Reserva Biológica Guaribas e do seu entorno, para o período de 2011-2012.

A análise de agrupamento (Cluster) classificou e agrupou as variáveis (espécies) e as amostras (pontos coletados). A proximidade das fitofisionomias estudadas mostra as similaridades entre as espécies ocorrentes, com a formação de dois grupos homogêneos (com menor dispersão dos dados), exposto no dendrograma (Figura 6). Nota-se que o ponto 2 do Rio Caiana encontra-se bastante próximo do Canavial, indicando assim, maior influência antrópica deste ponto.

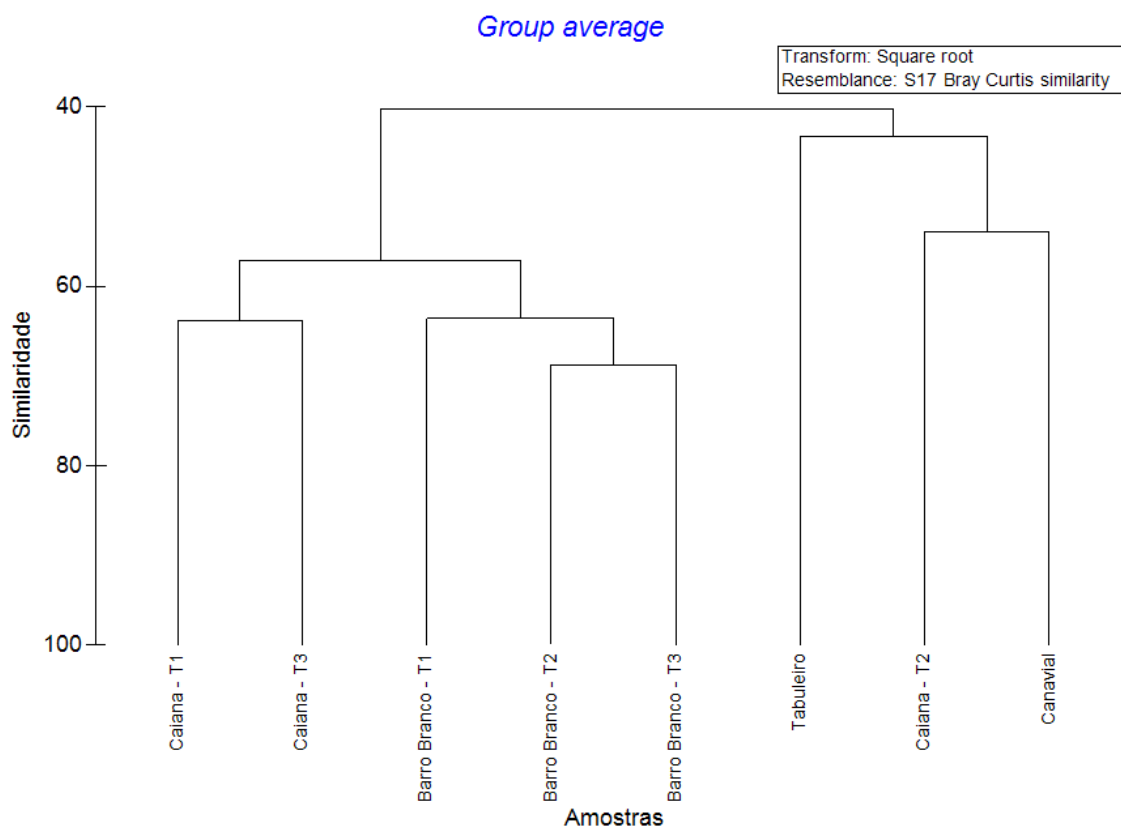


Figura 6: Análise de agrupamento (Cluster) das espécies aos pontos de coleta dos dados gerais do presente estudo com a formação de um grupo homogêneo.

A Análise de Coordenadas Principais (PCO) explica 61% da abundância das amostras. O gráfico de similaridade mostra que os pontos do Barro Branco e Caiana são muito próximos entre si e distintos com a área do Tabuleiro e Canavial, com exceção do ponto 2 do Caiana (como exemplificado no Cluster), a qual relata proximidade à região do Canavial, área mais degradada (Figura 7). A análise de dispersão multivariada (PERMDISP) não verificou nenhuma dispersão significativa nas fitofisionomias estudadas ($P(\text{perm})$: 0,154), corroborando a ANOSIM. Na análise de semelhanças médias percentuais entre espécies (SIMPER), utilizada para identificar diferenças entre as amostras, a similaridade média entre as amostras do Barro Branco e Caiana (de 51,55%) foi explicada pela espécie *Sphaeridia cardosi* (93,72%); já a similaridade entre as espécies do Barro Branco e o Tabuleiro (de 40,97%), Caiana e Tabuleiro (de 35,89%) e Tabuleiro e Canavial (de 50,21%) puderam ser explicadas pela espécie *Xenylla* sp1 (87,62%; 87,21%; 84,49%, respectivamente); Barro Branco e Canavial apresentaram

um índice de similaridade de 39,84% e o Caiana e Canavial apresentaram similaridade de 46,77%, ambos representados pela espécie *Sphaeridia pumilis* (92%).

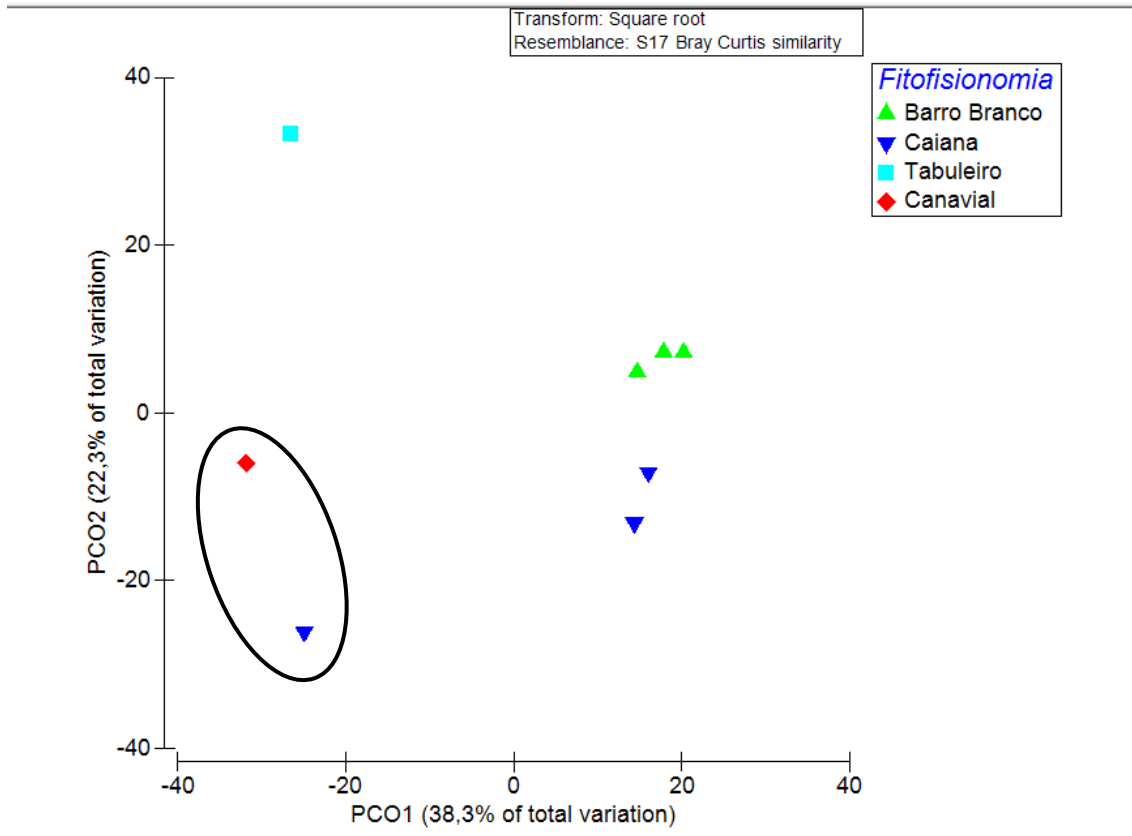


Figura 7: Análise de PCO mostrando agrupamentos dos pontos de estudo, e a proximidade de um dos pontos do Caiana com o Canavial.

6. DISCUSSÃO

Todas as famílias de Collembola presentes neste estudo possuem distribuição no Brasil (ABRANTES et al., 2012), e a família Collophoridae possuiu novo registro para o país com um nova espécie descrita por Zeppelini e Brito (2013). Dos 32 gêneros identificados, três não possuem registro anterior de ocorrência no país, são eles *Calvatomina*, *Isotobrya* e o subgênero *Tenentiella*, assim como as espécies subordinadas (*Calvatomina* sp1, *Calvatomina* sp2, *Isotobrya* sp1, *Isotobrya* sp2 e *Tenentiella janssensii*). O gênero *Calvatomina* possui registro de ocorrência na América do Norte, Europa, África, Ásia, Oceania e em alguns países da América do Sul; *Isotobrya* foi registrado na Oceania e Ásia e *Stenognathriopes* que possui *Tenentiella* como subgênero possui registros na África e sul da Ásia (BELLINGER et al., 1996-2013).

A não ocorrência da contribuição de serapilheira em um ambiente vai provocar ausência de determinados grupos em áreas em recuperação (BETSCH, 1991), como pôde ser observado nas regiões de Tabuleiro e Canavial. No estudo realizado por Rodrigues et al. (2006) apesar de uma significativa diversidade de espécies de Entomobryomorpha, os Symphypleona foram ausentes da área experimental, apesar da mesma estar praticamente circundada por vegetação primária e secundária, o que proporcionaria a migração destes espécimes para a área em vias de recuperação, já no presente trabalho foram observadas todos as classes de Collembola.

Nas regiões impactadas estudadas, verificou-se uma considerável quantidade de indivíduos no Rio Caiana (n = 1255) em contraste com a área de Canavial (n = 526). Diferente do que foi observado por Barrilli et al. (2011), que evidenciou regiões dentro da cultura de cana-de-açúcar uma quantidade intermediária de colêmbolos, isto sendo explicado pela presença de palha na superfície do solo, propiciando o desenvolvimento de uma fauna com maior diversidade, cobrindo os diversos níveis da cadeia de decompositores e mineralizadores de material orgânico. Na área de canavial, deste estudo, não foi observado *in situ* a presença de matéria orgânica que pudesse sustentar uma maior quantidade de indivíduos, a cana se encontrava no estágio de processo de crescimento de colmo para maturação, diferentemente do que foi observado nos transectos do Rio Caiana. A abundância de Collembola em solos aráveis possui íntima ligação à estrutura do solo, bem como suas funções (USHER, 1975; LARSEN et al.,

2004). A redução da biodiversidade em áreas degradadas está associada ao aumento da intensidade da gestão e redução da heterogeneidade ambiental (BRENNAN et al., 2006).

Baretta et al. (2007) realizou um estudo também com quatro áreas e em ambos os trabalhos foram identificadas as famílias Brachystomellidae, Entomobryidae, Isotomidae, Paronellidae, Hypogastruridae, Katiannidae e Sminthuridae. Pouco se sabe sobre a abundância de famílias de colêmbolos no Brasil, dificultando a comparação dos dados (ZEPPELINI; BELLINI, 2004). Da mesma forma que o estudo realizado por Macambira (2003), os colêmbolos do presente trabalho mostraram maior diversidade quando em ambientes pouco perturbados. Ponge et al. (2003) também relataram mudanças na abundância e diversidade de Collembola, como resultado de diferentes usos da terra. Em trabalho realizado por Santorufo et al. (2012) foi possível identificar que entre os invertebrados estudados o mais sensível às diferentes propriedades no solo foram os colêmbolos. Em áreas perturbadas, Collembola apresentou densidades mais baixas significativamente do que nos outros habitats (FRAINER; DUARTE, 2009), diferentemente do que o presente estudo obteve como resultado.

Os valores de diversidade das áreas apresentaram elevados índices para as áreas preservadas e possuíram uma boa distribuição de espécies, principalmente no Rio Barro Branco, apresentando maior diversidade no presente estudo. O Rio Caiana mostrou proximidade com o Rio Barro Branco. O Tabuleiro, um dos pontos do Rio Caiana e o Canavial, também apresentaram proximidade. Esta diferença pode ocorrer com relação às características intrínsecas da floresta, como dossel, vegetação, serapilheira, solo, não sendo possível garantir a diferença na composição entre as áreas. Apenas um dos pontos do Rio Caiana (ponto 2) apresentou um agrupamento mais próximo ao Canavial, indicando que esta área encontra-se com maior influência antrópica que as demais. Cada fitofisionomia possui diferenças entre si (excetuando-se o caso do Rio Caiana com o Canavial). As espécies que foram as principais responsáveis pelas dissimilaridades dentro de cada grupo, foram indicadas conforme o dendrograma mostrado anteriormente.

Esses dados podem ser úteis para a continuação da conservação florestal, dando ênfase a não alteração da estruturação edáfica, conservando sua fauna, necessária para a ciclagem de nutrientes. Os novos registros de espécies mostram a relevância das áreas conservadas. Estudos periódicos devem ser realizados para acompanhar o progresso e a manutenção da biodiversidade, para a construção de procedimentos de tomadas de decisão. Com base nas áreas degradadas, é necessária uma conscientização ambiental

para minimizar os danos antrópicos ocasionados. Através destas estratégias é possível sustentar a biodiversidade da Floresta Atlântica.

7. CONCLUSÃO

Notou-se uma maior abundância de Collembola em regiões antropizadas, mostrando que áreas impactadas sofrem alterações na composição do solo. Nas áreas preservadas percebeu-se uma maior riqueza nas famílias, com o Rio Barro Branco possuindo quase todas as relatadas. A família Sminthurididae foi a mais abundante com 1014 espécimes. Os gêneros *Calvatomina*, *Isotobrya* e o subgênero *Tenentiella*, e as espécies *Calvatomina* sp1, *Calvatomina* sp2, *Isotobrya* sp1, *Isotobrya* sp2 e *Tenentiella janssensii* apresentaram novo registro para o Brasil.

Observou-se uma elevada abundância do gênero *Sphaeridia* (principalmente em áreas degradadas), servindo como bioindicadora da qualidade ambiental no presente estudo. Notou-se que um dos pontos do Rio Caiana apresenta semelhança à região do Canavial, mostrando alto grau de degradação se comparado aos demais pontos da fitofisionomia de floresta.

O estudo mostrou que em regiões degradadas ocorre uma maior abundância de Collembola do que em áreas preservadas. Sendo assim, observa-se que as variações ambientais provocadas pela ação antrópica evidenciam a ocorrência de modificações do solo, acarretando em alteração da composição de Collembola, podendo este ser utilizado como fator de segregação das fitofisionomias florestais apresentadas. Nas regiões da Reserva Biológica nota-se que a riqueza de espécies é bastante elevada e a sua distribuição é igualmente abundante, possuindo espécies sensíveis às alterações, mostrando a importância em se manter regiões ambientais conservadas.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, E. A.; BELLINI, B. C.; BERNARDO, A. N.; FERNANDES, L. H.; MENDONÇA, M. C.; OLIVEIRA, P. O.; QUEIROZ, G. C.; SAUTTER, K. D.; SILVEIRA, T. C.; ZEPPELINI, D. Synthesis of Brazilian Collembola: an update to the species list. *Zootaxa*, v. 2388, p. 1-22, 2010.
- ABRANTES, E. A.; BELLINI, B. C.; BERNARDO, A. N.; FERNANDES, L. H.; MENDONÇA, M. C.; OLIVEIRA, P. O.; QUEIROZ, G. C.; SAUTTER, K. D.; SILVEIRA, T. C.; ZEPPELINI, D.: Errata Corrigenda and update for the "Synthesis of Brazilian Collembola: an update to the species list." ABRANTES *et al.* (2010), *Zootaxa*, 2388, p. 1–22. *Zootaxa*, 3168, p. 1–21. 2012.
- ADDISON, J.A.; TROFYMOW, J.A.; MARSHALL, V.G. Abundance, species diversity, and community structure of Collembola in successional coastal temperate forests on Vancouver Island, Canada. *Appl. Soil Ecol.*, v. 24, p. 233-246, 2003.
- AMARAL, K. F. Composição e abundância de corujas em mata atlântica e a sua relação com variáveis de habitat. *Dissertação de mestrado* (Pós-Graduação em Ecologia da UFRGS). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.
- ANDERSON, M.J. PERMDISP: a FORTRAN computer program for permutational analysis of multivariate dispersions (for any two-factor ANOVA design) using permutation tests. Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand. 2004.
- ANDERSON, M. J.; WILLIS, T. J. Canonical analysis of principal coordinates: a useful method of constrained ordination for ecology. *Ecology*, v. 84, n. 2, p. 511-525, 2003.
- BARDGETT, R.D.; KEILLER, S.; COOK, R.; GILBURN, A.S. Dynamic interactions between soil animals and microorganisms in upland grassland soils amended with sheep dung: a microcosm experiment. *Soil. Biol. Biochem.* v. 30, n. 4, p. 531–539. 1998.
- BARETTA, D.; SOUSA, J. P.; FERREIRA, C. S.; CARDOSO, E. J. B. N. Colêmbolos (Hexapoda: Collembola) como indicadores da qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*, XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Gramado – RS, 2007.
- BEHAN-PELLETIER, V.; WINCHESTER, N. Arboreal oribatid mite diversity: colonizing the canopy. *Appl. Soil Ecol.* v. 9, p. 45–51, 1998.
- BELLINGER, P. F.; CHRISTIANSEN, K. A.; JANSSENS, F. (1996–2013) Checklist of the Collembola of the World. <http://www.collembola.org>. Acesso em: 14 de dezembro de 2013.

BELLINI, B. C.; ZEPPELINI, D. First records of Collembola (Ellipura) from the State of Paraíba, Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*. v. 48, n. 4, p. 587-588, 2004.

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.

BENGTSSON, J. Disturbance and resilience in soil animal communities. *Eur. J. Soil Biol.* v. 38, p. 119–125. 2002.

BENGTSSON, J.; NILSSON, S.G.; FRANC, A.; MENOZZI, P. Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. *For. Ecol. Manage.* v. 132, p. 39–50, 2000.

BETSCH, J-M. Effets de la privation des apports annuels de litière sur les Collemboles Symphypléones épigés d'unes forêt sur rendzine. *Rev. Écol. Biol. Sol*, v.28, n.1, p. 41-49, 1991.

BÜNDCHEN, C. Avaliação da distribuição da estatística R e nível descritivo amostral na Análise de Similaridade - ANOSIM: um estudo de caso do projeto MAPEM. Monografia. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. *Plano operativo de prevenção e combate aos incêndios florestais na Reserva Biológica Guaribas*. Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – PREVFOGO, 2006.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. *Plano de ação emergencial: Reserva Biológica Guaribas*. Ministério do Meio Ambiente e Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Brasília, 66p., 1995.

BRENNAN, A.; FORTUNE, T.; BOLGER, T. Collembola abundances and assemblage structures in conventionally tilled and conservation tillage arable systems. *Pedobiologia*. v. 50, p. 135-145, 2006.

BRETFELD, G. *Synopses on Palaearctic Collembola: Symphypleona*. Ed. Wolfram Dunger, v. 2, 320 p., 1999.

CASSAGNE, N.; BAL-SERIN, M.C.; GERS, C.; GAUQUELIN, T. Changes in humus properties and collembolan communities following the replanting of beech forests with spruce. *Pedobiologia*, v. 48, p. 267–276, 2004.

CHAMBERLAIN, P. M.; McNAMARA, N. P.; CHAPLOW, J.; STOTT, A. W.; BLACK, H. I. J. Translocation of surface litter carbon into soil by Collembola. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 38, p. 2655–2664, 2006.

CHRISTIANSEN, K. Factors affecting predation on Collembola by various arthropods. *Annales de Spéléologie*, v. 26, n.1, p. 97-106. 1971.

CHRISTIANSEN, K.; BELLINGER, P. The Collembola of North America. North of Rio Grande. Grinnell College, Grinnell, Iowa. p. 1322. 1998.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. W. Change in Marine Communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2^a ed., PRIMER-E Ltd., Plymouth, 144, 2001.

CLARKE, K.R.; WARWICK, R.W. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory. 859 p. 1994.

CUCHTA, P.; MIKLISOVÁ, D.; KOVÁČ, L. A three-year study of soil Collembola communities in spruce forest stands of the High Tatra Mts (Slovakia) after a catastrophic windthrow event. *European Journal of Soil Biology*. v. 50, p. 151-158, 2012.

CULIK, M. P.; MARTINS, D. S.; VENTURA, J. A. Collembola (Arthropoda:Hexapoda) communities in the soil of papaya orchards managed with conventional and integrated production in Espírito Santo, Brazil. *Biota Neotrop*, v. 6, n. 3, 8 p. 2006.

CULIK, M.; ZEPPELINI, D. Diversity and distribution of Collembola (Arthropoda: Hexapoda) of Brazil. *Biodiversity and Conservation*. v. 12, p. 1119-1143, 2003.

CUTZ-POOL, L.Q.; PALACIOS-VARGAS, J.G.; CASTAÑOMENESES, G.; GARCÍA-CALDERÓN, N.E. Edaphic Collembola from two agroecosystems with contrasting irrigation type in Hidalgo State, México. *Applied Soil Ecology*, v. 36, p. 46-52, 2007.

DARRAULT, R. O.; SCHLINDWEIN, C. Esfingídeos (Lepidoptera, Sphingidae) no tabuleiro paraibano, Nordeste do Brasil: abundância, riqueza e relação com plantas esfingófilas. *Rev. Bras. Zoologia*. Curitiba, v. 19, n. 2, p. 429-443, 2002.

DEHARVENG, L. Soil Collembola diversity, endemism, and reforestation: a case study in the Pyrenees (France). *Conservation Biology*, v. 10, n. 1, p. 74-84, 1996.

DEHARVENG, L. Recent advances in Collembola systematics. *Pedobiologia*. v. 48, p. 415-433, 2004.

EATON, R. J. Collembola population levels 7 years after installation of the North Carolina Long Term Soil Productivity Study. *Pedobiologia*, v. 50, p. 301 – 306, 2006.

FOUNTAIN, M.T.; BROWN, V.K.; GANGE, A.C.; SYMONDSON, W.O.C.; MURRAY, P.J. The effects of the insecticide chlorpyrifos on spider and Collembola communities. *Pedobiologia*, v. 51, p. 147-158, 2007.

FRAINER, A.; DUARTE, M. M. Soil invertebrates in southern Brazilian *Araucaria* forest – grassland mosaic: differences between disturbed and undisturbed areas. *Sér. Zool.*, v. 99, n. 3, p. 307-312, 2009.

- FRAMPTON, G. K. Recovery responses of soil surface Collembola after spatial and temporal changes in long-term regimes of pesticide use. *Pedobiologia*, v. 44, p. 489–501, 2000.
- FUNDAÇÃO SOS FLORESTA ATLÂNTICA. Atlas dos remanescentes florestais da Floresta Atlântica e ecossistemas associados no período de 1995-2000. *Fundação SOS Floresta Atlântica & INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)*, São Paulo, 2001.
- GREENSLADE, P.J. Collembola, p.252-265. In: *The insects of Australia: a textbook for students and research workers*. Division of Entomology CSIRO. Cornell University Press. 2 ed. Vol. I. 542p. 1991.
- HOLE, F.D. Effects of animals on soil. *Geoderma*. v. 25, p. 75–112, 1981.
- HOPKIN, S.P. Collembola. In *Encyclopaedia of Soil Science* (R. Lal, ed.). p.207-210, 2002.
- JENNER, R. A. Higher-level crustacean phylogeny: consensus and conflicting hypotheses. *Arthropod Struct Dev*. v. 39, p.143–153, 2010.
- JOHNSTONE, J.F.; CHAPIN III, F. S. Effects of soil burn severity on post-fire tree recruitment in boreal forest, *Ecosystems*, v. 9, p 14-31, 2006.
- KANEDA, S.; KANEKO, N. Influence of soil quality on the growth of *Folsomia candida* (Willem) (Collembola). *Pedobiologia*, vol. 46, n. 5, p. 428-439, 2002.
- KANEKO, N.; McLEAN, M.A.; PARKINSON, D. Do mites and Collembola affect pine litter fungal biomass and microbial respiration? *Applied Soil Ecology*, v. 9, p. 209–213, 1998.
- KRAB, E. J.; OORSPRONG, H.; BERG, M. P.; CORNELISSEN, J. H. C. Turning northern peatlands upside down: disentangling microclimate and substrate quality effects on vertical distribution of Collembola. *Funct Ecol*. v. 24, p.1362–1369, 2010.
- LARSEN, T.; SCHJØNNING, P.; AXELSEN, J. The impact of soil compaction on euedaphic Collembola. *Applied Soil Ecology*. v. 26, p. 273–281, 2004.
- MACAMBIRA, M.L.J.; OLIVEIRA, E.P. *Caracterização da mesofauna do solo em diferentes ambientes da Amazônia Oriental*. In: 19º Congresso Brasileiro de Entomologia, Manaus-Am. Resumos, p.193. 2002.
- MACAMBIRA, M. L. J. Diversidade de colêmbolos (Hexapoda: Collembola) na Estação Científica Ferreira Pena, Município de Melgaço, Pará. In: Seminário Estação Científica Ferreira Penna - 10 anos de pesquisas na Amazônia: Contribuições e Novos Desafios. MPEG, Belém, 2003.
- MACHADO, A.B.M.; BRESCOVIT, A.D.; MIELKE, O.H.; CASAGRANDE, M., SILVEIRA, F.A., OHLWEILER, F.P.; ZEPPELINI, D.; DE MARIA, M.; WIELOCH, A.H. Invertebrados Terrestres. In: Machado A.B.M, Drummond G.M. & Paglia A.P.

(Eds.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de extinção. Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 511 pp. 2008.

MARI MUTT, J.A.; BELLINGER, P.F. A catalog of the Neotropical Collembola, including Nearctic areas of Mexico. *Sandhill Crane Press*. 1990.

MEDEIROS, J. V. A. B. Influência de marés na distribuição vertical de larvas de peixes de recifes costeiros e escolha de substratos de assentamento no Parque Marinho Luíz Saldanha. Universidade do Algarve/ Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente. Faro, Dissertação de Mestrado, p.66. 2009.

MELO, Y. P. C.. Caracterização da ictiofauna durante o período seco, na baía do Guajará e Baía do Marajó. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca) - Universidade Federal do Pará, Petróleo Brasileiro S.A. p. 125. 2009.

MENDONÇA, M. C.; FERNANDES, L. H.; ABRANTES, E. A.; QUEIROZ, G. C.; BERNARDO, A. N.; SILVEIRA, T. C. Fauna Colembológica do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.67, n.3-4, p.265-274, 2009.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, p. 853-858, 2000.

NICKERL, J.; HELBIG, R.; SCHULZ, H-J.; WERNER, C.; NEINHUIS, C. Diversity and potential correlations to the function of Collembola cuticle structures. *Zoomorphology*. p. 1-15. 2012.

OLIVEIRA, E.P.; DEHARVENG, L. Response of soil Collembola (Insecta) communities to forest disturbance in Central Amazônia Brasil. In: Belland, D.; Bonin, G.; EMIG, C. (Org.). Functioning and dynamics of natural and perturbed ecosystems. França, p. 361-376. 1995.

OLIVEIRA, E.P.; FRANKLIN, E. Efeito do fogo sobre a mesofauna do solo; recolonização em áreas queimadas. *Pesq. agropec. Bras.*, Brasília, v. 28, n. 3, p. 357-369. 1993.

OLIVEIRA, E.P. Colêmbolos (Insecta:Collembola) epigêicos como indicadores ecológicos em ambientes florestais. INPA/FUA, Manaus, Dissertação de Mestrado, p. 105. 1983.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A. Florística e fisionomia da vegetação no extremo não no extremo norte do litoral da Paraíba. *Rev Bras Botânica*, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 115-130, 1993.

PARAÍBA, Governo do Estado. *Atlas geográfico do Estado da Paraíba*. João Pessoa. Secretaria de educação, Universidade Federal da Paraíba, 1985.

PERRY, D.A. The scientific basis of forestry. *Annu. Rev.Ecol. Syst.* v. 29, p. 435-466, 1998.

- PFLUG, A.; WOLTERS, V. Collembola communities along a European transect. *European Journal of Soil Biology*. v. 38, p. 301-304, 2002.
- PLANO DE MANEJO DA RESERVA BIOLÓGICA GUARIBAS. Brasília. 2003.
- PONGE, J.F.; BANDYOPADHYAYA, I. MARCHETTI, V. Interaction between humus form and herbicide toxicity to Collembola (Hexapoda). *Applied Soil Ecology*, v.20, p.239-253, 2002.
- PONGE, J.F.; GILLET, S., DUBS, F.; FEDOROFF, E.; HAESE, L.; SOUSA, J.P.; LAVELLE, P., 2003. Collembolan communities as bioindicators of land use intensification. *Soil Biol. Biochem.* v. 35, p. 813–826, 2003.
- RODRIGUES, D. P. C.; OLIVEIRA, V. S.; OLIVEIRA, E. P. Efeitos da diversidade vegetal sobre a riqueza de espécies de Collembola (Ellipura) e Formicidae (Hymenoptera). Coari – AM. *Workshop Projetos INPA*. Resumo, 2006.
- RUSEK, J. Soil microstructures-contributions on specific soil organisms. *Quest. Ent.* 21. 497–514. 1985.
- SANTORUFO, L.; GESTEL, C. A. M.; ROCCO, A.; MAISTO, G. Soil invertebrates as bioindicators of urban soil quality. *Environmental Pollution*, v. 161, p. 57-63, 2012.
- SETÄLÄ, H.; MARSHALL, V.G.; TROFYMOW, J.A. Influence of microand macro-habitat factors on collembolan communities in Douglas-fir stumps during forest succession, *Appl. Soil Ecol.* v. 2, p. 227–242, 1995.
- SILVA, P. M.; BERG, M. P.; SERRANO, A. R. M.; DUBS, F.; SOUSA, J. P. Environmental factors at different spatial scales governing soil fauna community patterns in fragmented forests. *Landscape Ecol.* p. 1-12, 2012.
- SOUSA, J. P.; BOLGER, T.; GAMA, M. M.; LUKKARI, T.; PONGE, J-F.; SIMÓN, C.; TRASER, G.; VANBERGEN, A. J.; BRENNAN, A.; DUBS, F.; IVITIS, E.; KEATING, A.; STOFER, S.; WATT, A. D. Changes in Collembola richness and diversity along a gradient of land-use intensity: A pan European study. *Pedobiologia*. v. 50, p. 147-156, 2006.
- STRAALEN, N. M. Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities, *Appl. Soil Ecol.* v. 9, p. 429-437, 1998.
- TAKEDA, H. Dynamics and maintenance of collembolan community structure in a forest soil system, *Res. Popul. Ecol.* v. 29, p. 291–346, 1987.
- TAVARES, R. Inventário da vegetação dos Tabuleiros do Nordeste. *Coleção Mossoroense*, Série B, Mossoró, v. 493, 11-12, 1988.
- USHER, M.B. Aggregation responses of soil arthropods in relation to the soil environment. In: Anderson, J.M., MacFayden, A. (Eds.), *The Role of Terrestrial and Aquatic Organisms in Decomposition Processes*. p. 61–93, 1975.

VALENTIN, J. L. Ecologia Numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos/ Jean Louis Valentin. Interciência: Rio de Janeiro, 2000.

WARDLE, D.A.; BONNER, K.I.; BARKER, G.M. Stability of ecosystem properties in response to above-ground functional group richness and composition. *Oikos* v. 89, p. 11–23, 2000.

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, n. 5, p. 1161-1170, 2009.

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

ZEPPELINI, D.; BRITO, R. A. First species of *Collophora* (Collembola: Symphyleona: Collophoridae) from Brazil, with comments on its distribution. *Florida Entomologist*, v. 96, n. 1, p. 148-153, 2013.