

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

AILA SOARES FERREIRA

**DIVERSIDADE DE COLLEMBOLA (ARTHROPODA, HEXAPODA) EM
MANGUEZAIS DO ESTUÁRIO DO RIO PARAÍBA DO NORTE, PARAÍBA**

**JOÃO PESSOA – PB
2010**

AILA SOARES FERREIRA

**DIVERSIDADE DE COLLEMBOLA (ARTHROPODA, HEXAPODA) EM
MANGUEZAIS DO ESTUÁRIO DO RIO PARAÍBA DO NORTE, PARAÍBA**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Bacharelado em Ciências Biológicas da
Universidade Estadual da Paraíba, em
cumprimento às exigências para
obtenção do grau de Bacharel em
Ciências Biológicas.**

Orientador: Prof. Dr. DOUGLAS ZEPPELINI

**JOÃO PESSOA – PB
2010**

F383d Ferreira, Aila Soares.

Diversidade de Collembola (Artropoda, hexapoda) em manguezais do estuário do Rio Paraíba do Norte, Paraíba / Aila Soares Ferreira. – 2010.

38f. : il. color.

Digitado.

Trabalho Acadêmico Orientado (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, 2010.

“Orientação: Prof. Dr. Douglas Zeppelini”.

1. Collembola. 2. Manguezal – Rio Paraíba do Norte. I. Título.

21. ed. CDD 595.725

AILA SOARES FERREIRA

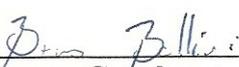
**DIVERSIDADE DE COLLEMBOLA (ELLIPURA, HEXAPODA) EM MANGUEZAIS
DO ESTUÁRIO DO RIO PARAÍBA DO
NORTE, PARAÍBA.**

Aprovado em 26 de 11 de 2010

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Douglas Zeppelini - UEPB
Orientador



Dr. Bruno Cavalcante Bellini - UFRN
Examinadora

Prof. Dr. José Tavares dos Santos - UEPB
Examinador

OFEREÇO
A Deus

DEDICATÓRIA

A meu querido pai
Sebastião Ferreira (*in memoriam*)
que não terá a oportunidade de
viver este momento.

A minha querida mãe
Francisca Soares, minha maior
incentivadora, que sempre
acreditou em mim.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Orientador, Prof.º Dr Douglas Zeppelini, que me introduziu ao mundo dos colêmbolos, pela orientação, dedicação e paciência. Além disso, pelo aprendizado proporcionado e profissionalismo.

A todos os professores do Curso de Ciências Biológicas, que contribuíram neste processo de formação do conhecimento.

A Turma de biologia 2007.1 pelas horas felizes, encontros, congressos, companheirismo e aprendizado compartilhado.

À Fernanda de Brito, pelo companheirismo durante a graduação. Obrigada pela parceria e compreensão durante os momentos de estresse.

Ao Fernando Queiroga e a Amanda Mota, pelo auxílio nos trabalhos de campo.

Aos colegas Samara e Rafael pelas ajudas em campo e identificação das espécies vegetais.

Aos colegas do Laboratório de Sistemática de Collembola e Conservação, pela convivência.

Ao pescador Expedito e todos os moradores da comunidade pesqueira Porto do Moinho, pelos conhecimentos valiosos.

Aos amigos Simone, Karol, Galgânia, pelo apoio e carinho nos momentos difíceis.

Aos amigos da JUBALIT e ATITUDE.

À amiga Priscila pela amizade e palavras de incentivo

À minha família que acompanhou todo o processo: À minha Mãe pela paciência; à Tia Isabel à minha prima Gorete sempre prontas a dar apoio; ao meu irmão Wagner.

A todos que ficaram ausentes desta lista, que porventura tenha esquecido de citar seus nomes e que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

E, por fim, Àquele sem o qual nada teria sido possível: Deus.

RESUMO

Colêmbolos (Collembola: Ellipura: Hexapoda) constituem um dos grupos mais abundantes de artrópodes terrestres. No mundo foram descritas mais de 8.000 espécies de Collembola, incluídas em cerca de 713 gêneros de 33 famílias. No Brasil são conhecidas 270 espécies, distribuídas em 19 famílias e 92 gêneros. O presente trabalho objetivou a criação do primeiro inventário das espécies de Collembola em manguezais no Estado da Paraíba abordando a diversidade do grupo nas áreas adjacentes da região metropolitana de João Pessoa. As coletas foram realizadas nos manguezais do Estuário do Rio Paraíba do Norte (pontos 1, 2 e 3) e nos manguezais do estuário do rio Camaratuba (ponto 4 – aérea controle), Paraíba, Brasil. Os colêmbolos foram coletados nos períodos chuvoso e seco utilizando armadilhas de queda do tipo *pitfall*. Foram coletadas um total de 5.386 indivíduos de colêmbolos, distribuídos em 15 espécies, 15 gêneros e 8 famílias, sendo cinco gêneros e uma espécie novas referências para Brasil: *Heteromurus*, *Troglopedetes*, *Pseudoparonellides*, *Calvatomina*, *Pseudobourletiella* e *Sminthurides aquaticus* Folson, 1896. *S. aquaticus* foi à espécie mais abundante (55,7%), seguida por *Calvatomina* sp.1(14%), *Pseudanurida sawayana* Schuster, 1965 (12,3%). A espécie *P. sawayana* já tinha sido encontrada em manguezais do Brasil. A maior abundância e maior riqueza foi verificada no ponto 1. Não se observou diferença significativa com a diversidade e abundância entre as estações chuvosa e seca. Os resultados indicam que a distribuição dos Collembola nos manguezais da Paraíba está associada a características físicas do ambiente, como a salinidade e regime de mares e não a composição da vegetação e regime de chuvas.

Palavras – chave: Collembola, Diversidade, Manguezal, Novos registros, Paraíba.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de Localização do estuário do Rio Paraíba do Norte	17
Figura 2	Imagem aérea do estuário Rio Paraíba do Norte e seus respectivos pontos de coleta.	18
Figura 3	Armadilhas de queda, tipo <i>pitfall</i> , utilizada nas coletas.	19
Figura 4	Total de riqueza (%) de colêmbolos por ponto no estuário do Rio Paraíba do Norte (pontos 1, 2 e 3) e no estuário do Rio Camaratuba, Paraíba (ponto 4).	22
Figura 5	Abundância relativa de espécies de Collembola por ponto no estuário do Rio Paraíba do Norte (pontos 1, 2 e 3) e estuário do Rio Camaratuba (ponto 4), Paraíba.	23
Figura 6	Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H'), no estuário do Rio Paraíba do Norte (pontos 1, 2 e 3) e no estuário do Rio Camaratuba, Paraíba (ponto 4).	24
Figura 7	Índice de Diversidade de Simpson ($1-D'$), no estuário do Rio Paraíba do Norte (ponto 1, 2 e 3) e no estuário do Rio Camaratuba, Paraíba (ponto 4).	24
Figura 8	Abundancia relativa de espécies de mangue encontrados nos pontos de coleta, no estuário do Rio Paraíba do Norte, Paraíba.	25
Figura 9	Gráfico de riqueza nos períodos chuvoso (2009) e seco (2010), no estuário do Rio Paraíba do Norte (ponto 1, 2 e 3) e no estuário do Rio Camaratuba, Paraíba (ponto 4).	26
Figura 10	Gráfico de abundância relativa nos períodos chuvoso (2009) e seco (2010), no estuário do Rio Paraíba do Norte (ponto 1, 2 e 3) e no estuário do Rio Camaratuba, Paraíba (ponto 4).	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Abundância absoluta e relativa de espécies (%) de colêmbolos no estuário do Rio Paraíba do Norte (pontos 1, 2 e 3) e no estuário do Rio Camaratuba (ponto 4).	22
Tabela 2	Matriz de similaridade (Morisita, porcentagem de similaridade (%) e Brays – Curtis) dos pontos de coletas. Pontos 1, 2 e 3 no estuário do Rio Paraíba do Norte e ponto 4 no estuário do Rio Camaratuba, Paraíba.	28

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	12
2.1 GERAL	12
2.3 ESPECÍFICOS.....	12
3.REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1 ENTOMOFAUNA EM MANGUEZAL	13
3.2 FAUNA COLEMBOLÓGICA EM MANGUEZAIS	14
4. METODOLOGIA	16
4.1 ÁREA DE ESTUDO	16
4.2 METODOLOGIA DE COLETA E IDENTIFICAÇÃO	17
4.3 ANÁLISE DE DADOS	19
5. RESULTADOS	21
5.1 RIQUEZA.....	21
5.1.1 Teste de Friedman	21
5.2 ABUNDÂNCIA	23
5.2.1 Teste de Friedman	23
5.3 ANÁLISE DA DIVERSIDADE	24
5.3.1 Diversidade de Shannon-Wiener (H')	24
5.3.2 Diversidade de Simpson (1- D')	24
5.4 ANÁLISE DA VEGETAÇÃO	25
5.4.1 Correlação de Spearman	25
5.5 VARIAÇÃO SAZONAL	26
5.5.1 Teste de Friedman	26
5.6 ANÁLISES DE SIMILARIDADE ENTRE OS PONTOS DE COLETA	27
5.6.1 Similaridade de Morisita e porcentagem de similaridade	27
5.6.1 Similaridade de Bray - Curtis	27
6. DISCUSSÃO	29
6.1 RIQUEZA E ABUNDÂNCIA	29
6.2 DIVERSIDADE (H' e 1-D')	30
6.3 VARIÁVEIS: VEGETAÇÃO E REGIME DE PRECIPITAÇÃO	30
6.3 SIMILARIDADE	31
7. CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 INTRODUÇÃO

Os colêmbolos (Collembola: Ellipura: Hexapoda) são pequenos artrópodes com comprimento do corpo médio que pode variar de 0,2 a 3 mm, e apresentam padrão de tagmose do corpo dividido em cabeça, tórax e abdome. A cabeça apresenta um par de antenas com quatro artículos. As mandíbulas e maxilas estão alojadas na cavidade bucal, por isso, são chamados de entognathos. Os olhos compostos, formados por no máximo oito omatídeos. O tórax consiste em três segmentos, cada um com um par de pernas. O abdome é formado por seis segmentos, exibindo na sua superfície ventral, o colóforo (tubo ventral), retináculo e fúrcula, estruturas localizadas respectivamente no primeiro, terceiro e quarto segmentos. A abertura genital e o ânus estão no quinto e sexto segmentos, respectivamente (ZEPPELINI & BELLINI, 2004).

Os Collembola são extremamente importantes nos ecossistemas, pois eles estão na base da cadeia alimentar e atuam no processo de decomposição, juntamente com os demais invertebrados de solo, tornando a matéria orgânica disponível à ação de fungos e bactérias, etapa fundamental na ciclagem de nutrientes (ZEPPELINI & BELLINI, 2004). Também são utilizados como indicadores de perturbação e de qualidade do solo (MANH VU & NGUYEN, 2000; MIGLIORNI *et al.*, 2003).

Os Collembola possuem ampla distribuição no mundo e podem ser encontrados em praticamente todos os ambientes terrestres disponíveis, como cavernas, desertos, glaciares, dossel de árvores, ninhos de vertebrados e insetos, rochas das zonas litorais de entremarés, dentro de carapaças de caranguejos ermitão, e em áreas de manguezais (CHRISTIANSEN, 1964; BELLINGER, 1985; GREENSLADE, 1991; JORDANA, 1997; PALACIOS-VARGAS *et al.*, 2000; ZEPPELINI *et al.*, 2004; ROQUE, 2006).

Os colêmbolos constituem um dos grupos mais abundantes de artrópodes terrestres. No mundo foram descritas mais de 8.000 espécies de Collembola, incluídas em cerca de 713 gêneros de 33 famílias. A diversidade da região Neotropical ainda é pouco conhecida, com pouco mais de 700 espécies descritas. No Brasil são conhecidas 270 espécies, distribuídas em 19 famílias e 92 gêneros (CULIK & ZEPPELINI, 2003; BELLINI & ZEPPELINI, 2004; ZEPPELINI & BELLINI, 2004; ABRANTES *et al.*, 2010).

No Brasil, os estudos de fauna de Collembola estão concentrados nas regiões litorâneas, especialmente em áreas de restinga, sendo outros ecossistemas litorâneos negligenciados, como os manguezais. Vários estudos vêm sendo realizados com a

entomofauna de manguezais em diferentes aspectos, entretanto em quase todos a fauna de colêmbolos foi negligenciada e não há contribuição para o conhecimento da diversidade do grupo em mangues (FERNANDES, 2003; DELABIE, 2006; SCHMITZ, 2007;).

Estuários são ambientes costeiros semi-fechados que mantêm uma ligação livre com o oceano aberto, no interior do qual a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental (CAMEROM & PRITCHARD, 1963). Por apresentarem quase sempre altas concentrações de nutrientes em suas águas, são naturalmente férteis, portanto são áreas de grande interesse econômico. Margeando os estuários localizados na zona intertropical destacam-se os ecossistemas de mangue, que são constituídos por uma floresta muito peculiar, situada nas planícies entremarés e possuindo fauna e flora com adaptações bastante curiosas para a sobrevivência em um local com características tão únicas, como as periódicas inundações, salinidade, o solo instável e pouco oxigenado e a ação mecânica da água (CINTROEN & SCHAEFFER-NOVELLI, 1983; LACERDA, 1984). Este ecossistema desempenha papel fundamental na estabilidade da geomorfologia costeira, na conservação da biodiversidade e na manutenção de diversos recursos pesqueiros, amplamente explorados pelas populações tradicionais residentes. Essas propriedades dos manguezais atribuem a esses ecossistemas um imenso valor ecológico e ambiental.

Os manguezais estão presentes em 112 países ao redor do mundo. A área total dos manguezais no mundo é de aproximadamente 181.399Km², sendo que o Brasil, Indonésia e a Austrália são os países com as maiores áreas. A costa brasileira possui 10.123,76 Km² de manguezais (HERZ, 1991), espalhados por quase todo o litoral brasileiro, desde o rio Oiapoque (Lat 04° 30'N), no estado do Amapá, até a cidade de Laguna, em Santa Catarina, na foz do Rio Araranguá, a 28° 30' de Latitude Sul (SCHAEFFER-NOVELLI, 1993). No Estado da Paraíba, os manguezais ocupam uma área de 322,25 Km² (IBAMA, 1982) sendo que o mais representativo situa-se às margens do estuário do rio Paraíba do Norte, nas imediações de João Pessoa.

Como em outros biomas do mundo onde a atividade humana aumentou nos últimos séculos (FORESTER & MACHLIS, 1996), os manguezais têm sofrido altos níveis de impacto humano. No estuário do Rio Paraíba do Norte a vegetação de mangue tem sido destruída por vários fatores antrópicos como: crescimento desordenado de centros urbanos, loteamentos, carcinicultura, agricultura como a cultura de cana-de-açúcar e a produção de carvão vegetal (MARCELINO, 2000; GUEDES, 2002).

A destruição dos manguezais também leva à destruição da biodiversidade associada, terrestre e aquática. O desconhecimento dos valores reais da biodiversidade no Brasil e seu

estado de conservação têm constituído sério obstáculo para que as autoridades, ambientais e administrativas, reconheçam a necessidade da conservação dos recursos biológicos nos planos nacionais de desenvolvimento. Os estudos de diversidade de Collembola em manguezal contribuem com dados que subsidiam planos de restauração e conservação ambiental. Este é o primeiro estudo realizado no Brasil dedicado exclusivamente a diversidade de Collembola em manguezais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar o primeiro inventário das espécies de Collembola em manguezais no Estado da Paraíba e verificar a diversidade do grupo nas adjacências da região metropolitana de João Pessoa, para avaliar o estado de conservação das áreas amostradas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o levantamento das espécies de Collembola em três áreas de manguezal na região metropolitana de João Pessoa e em uma área de manguezal no município de Mataraca.

- Investigar a variação espacial existente quanto à composição da riqueza de Collembola entre as quatro áreas de manguezais estudadas.

- Comparar a diversidade dos Collembola nas áreas de manguezal urbanas e controle.

3.0 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 ENTOMOFAUNA EM MANGUEZAL

Entre os invertebrados, Hexapoda encontra-se em destaque, pois é o maior grupo de animal sobre a face do planeta. Este grupo é de fundamental importância para o entendimento dos padrões da biodiversidade (FERRO & DINIZ, 2007), pois ocupa vários níveis tróficos, além de, geralmente, serem organismos de fácil captura (FERREIRA *et al.*, 1995). São úteis também na definição sobre o estado de conservação de áreas pequenas, habitats fragmentados ou com longa história de influência antrópica (FREITAS *et al.*, 2006). É de fundamental importância, visitar periodicamente a entomofauna de certas áreas para que haja um constante acompanhamento dos impactos resultantes da ação antrópica nestas comunidades, tendo em vista que a diversidade do grupo diminui com a elevação do nível de antropização do ambiente (THOMANZINI & THOMANZINI, 2000). Mesmo assim, o uso de insetos em inventários e estudos ambientais pode ser considerado ainda insignificante (OLIVER & BEATTIE, 1996).

Os insetos ocorrem em diferentes nichos ecológicos das florestas de mangue. Eles podem ser residentes permanentes ou apenas visitantes transitórios. Exercem papel importante na ecologia dos sistemas dos manguezais, apesar da maioria das espécies serem visitantes temporais em mangues (CLAY *et al.*, 1996).

Embora estejam presentes nos litorais tropicais de todo o globo, os manguezais receberam pouca atenção quanto ao estudo da entomofauna, mesmo no Brasil, país detentor da segunda maior área de manguezais do mundo (CINTROEN & SCHAEFFER-NOVELLI, 1983).

A fauna de drosofilídeos foi caracterizada por Schmitz *et al.* (2007), através de um estudo sazonal em manguezais. Foram encontradas no manguezal do Itacorubi, 51 espécies de cinco gêneros de Drosophilidae, 11 espécies a mais que o encontrado em um estudo anterior (SCHMITZ, 2004). Corrêa (2008) caracterizou a fauna da comunidade de Chironomidae (Diptera) no manguezal do Rio da Fazenda, Ubatuba (SP), através de um experimento de manipulação, analisando a diversidade de táxons associados à vegetação submersa e a influência da sazonalidade e da salinidade sobre a estrutura desta comunidade.

No Nordeste, o inventário da fauna de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) nos manguezais foi realizado no baixo sul da Bahia (NEVES & VIANA, 1997). Delabie (2006) caracterizou a comunidade de formigas dos manguezais na costa do sudeste da Bahia, como indicadores biológicos do impacto humano. Santos *et al.* (2007) caracterizaram a comunidade de Vespas Sociais (Hymenoptera: Vespidae) Ilha de Itaparica, BA, encontrando oito espécies na área. Outros hexápodes não tiveram nenhum estudo específico no Brasil, e grupos importantes como Coleoptera, Orthoptera e Collembola permanecem quase completamente desconhecidos em toda a extensão da costa brasileira.

3.2 FAUNA COLEMBOLÓGICA EM MANGUEZAIS

Estudos mencionam a presença de Collembola em manguezais, sendo os principais gêneros encontrados são: *Halachorutes*, *Pseudanurida*, *Rapoportella*, *Xenylla*, *Axelsonia*, *Archisotoma*, *Isotoma (Psammisotoma)*, *Isotomurus* e *Seira* (MURPHY, 1965; MANZANO, 1990; STRENZKE, 1958).

Em Porto Rico, estudos da diversidade de Collembolas associados a bosque de *Rhizophora mangle* (mangue vermelho) encontraram 44 espécies de colêmbolos, das quais seis eram espécies novas (ROQUE, 2006).

No Brasil, em material procedente de mangue foi observado a ocorrência de *Anurida marítima*, *Pseudanurida sawayana* e *Axelsonia aff.littoralis* nas cidades de Recife (PE), Cananéia (SP) e Rio de Janeiro (RJ) (ÁRLE, 1959; SCHUSTER, 1965).

Em estudos da entomofauna de manguezal no Brasil, foram coletados exemplares de colêmbolos, porém, nesses trabalhos a identificação não passou de níveis taxonômicos mais amplos (Classe e Ordem). Nos manguezais da reserva ecológica de Jacarenema Vila Velha – ES, com coletas feitas com Malaise, foram coletados 115 exemplares de insetos, com o predomínio de Collembola (n= 63) e Díptera (n= 38) (MUSSO *et al.*, 2002).

Na Ilha do Combu no Estado do Pará, foi encontrado uma boa diversidade de colêmbolos nos manguezais, quando comparados a de outras áreas de terra firme. A família Entomobryidae, foi a mais diversificada (MACAMBIRA & JARDIM, 2007).

No Estado do Amapá, na ilha de Maracá, Fernandes (2003) em estudos de macroendofauna bêntica em diferentes bosques de mangue, registrou a presença de colêmbolos nos bosque de mangue vermelho (*R. mangle*).

Os Collembola marinhos são espécies que ocupam uma grande variedade de nichos ecológicos, dependendo da intensidade das inundações, salinidade, granulometria e compactação da areia (THIBAUD & CHRISTIAN, 1997). Alguns colêmbolos marinhos possuem características morfológicas que os distinguem dos colêmbolos terrestres, como adaptações ao ambiente aquático (MASSOUD, 1971). Soto-Admes (1988) relatou que o mucro de *Dicyrtoma mangles* é grande e plano, no lugar de côncavo, e a parte interna dos dentes possuem cerdas longas. Alguns possuem um tegumento hidrofóbico que os permitem se manter na superfície da água (GUIRADELLA & RADIGAN, 1974).

4 METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O estuário do Rio Paraíba do Norte está situado na porção mediana do litoral do Estado da Paraíba (Figura 1), tem uma extensão aproximada de 380 Km, cruza 37 municípios e se subdivide em bacia do Alto, Médio e Baixo Paraíba (GUALBERTO, 1977). Localiza-se entre as latitudes de 06° 57' e 07° 08'S, e as longitudes de 34° 50'e 34° 55' W (Baixo Paraíba), drenando as cidades de João Pessoa, Bayeux e Santa Rita, e próximo à sua desembocadura, a cidade portuária de Cabedelo. Ao longo de sua extensão, é margeado por um bosque de mangue exuberante, porém com algumas áreas já bastante descaracterizadas, particularmente nas proximidades de aglomerados urbanos. A exploração dos recursos naturais nesse estuário tem se intensificado, nos últimos dez anos, como consequência do aumento da população periférica da grande João Pessoa. Boa parte dessa população obtém sua renda exclusivamente desses recursos ou exploram como forma alternativa de renda familiar. O manguezal do Rio Paraíba do Norte é constituído pelas espécies arbóreas: *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana*, *Avicenia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus*, *Dalbergia ecastophillum* e *Annona glabra*.

O estuário do Rio Camaratuba (6° 22' 55" S, 34° 59' 31" W), está situado no município de Mataraca, litoral norte do Estado da Paraíba. Ao sul faz a divisa com a Baía da Traição, e foi amostrado como área controle. A aérea de manguezal corresponde a uma extensão de 74,80 hectares preservados como Parque Municipal Eco - turístico.

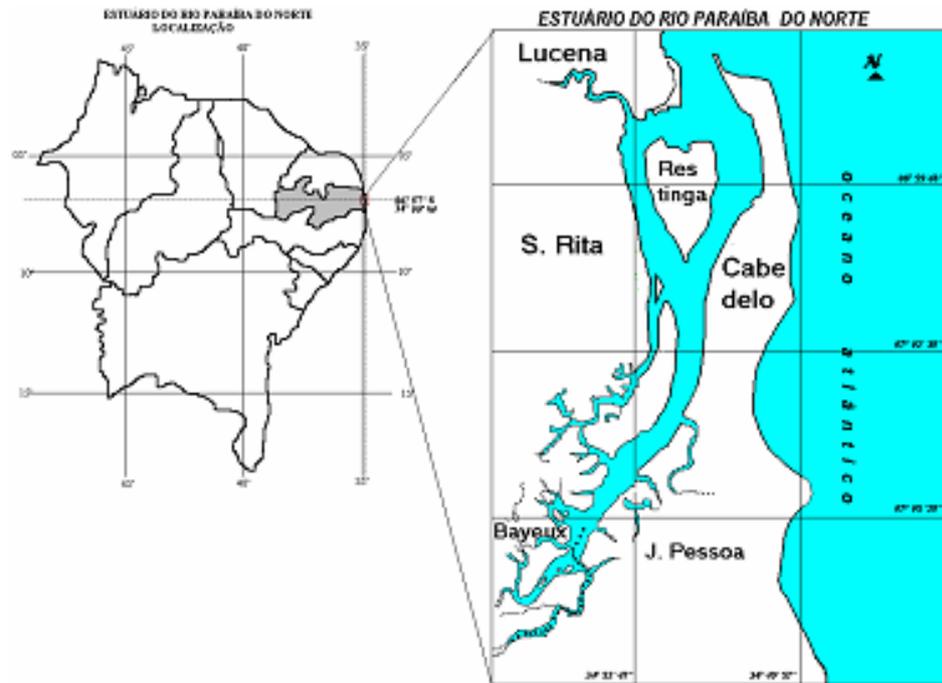


Figura 01: Mapa de Localização do estuário do Rio Paraíba do Norte. Marcelino (2000).

4.2 METODOLOGIA DE COLETA E IDENTIFICAÇÃO

As coletas foram realizadas nas estações seca (janeiro e março de 2010) e chuvosa (agosto a outubro de 2009). Foram selecionados três pontos de coleta, localizados no estuário do Rio Paraíba do Norte (figura 2). O ponto 1, em área urbana no município de Bayeux (Porto do Moinho), onde as marés não alcançam o chão da floresta com muita frequência devido à alta topografia do terreno, exceto durante as marés mais altas de sizígia e durante o período chuvoso. O ponto 2, em uma camboa chamada pelos pescadores de Cavengonha. O ponto 3, no município de Cabedelo, localiza-se na propriedade de um condomínio em construção (Alamoana). O ponto 4, controle, foi estabelecido no estuário do Rio Camaratuba, município de Mataraca. Os pontos 2, 3 e 4 são influenciados pela água salobra da maré, em função do seu posicionamento topográfico.

As amostragens foram realizada por meio de transectos de 10m com 5 armadilhas de queda, tipo pitfall fechadas com aberturas laterais, contendo álcool etílico e glicerina. As armadilhas foram enterradas no solo, ficando expostas as aberturas laterais no nível do substrato (figura 3).

O material coletado foi transportado para o Laboratório de Sistemática de Collembola e Conservação (LSCC) do Campus V, da Universidade Estadual da Paraíba, para a identificação de morfoespécies sob estereomicroscópio. Os exemplares coletados foram diafanizados em KOH 5% e lactofenol, e montados entre lâminas e laminulas em líquido de Hoyer.

A identificação foi realizada através do estudo da morfologia e quetotaxia dos exemplares, sob microscópio óptico com o auxílio de chaves, para identificação de gêneros e espécies (CHRISTIANSEN & BELLINGER, 1980; ZEPPELINI & BELLINI, 2004; BELLINGER & CHRISTIANSEN, 1996-2010).



Figura 2: Imagem aérea do estuário Rio Paraíba do Norte e os pontos de coletas 1, 2 e 3. Fonte: Google Earth.



Figura 3: Armadilhas de queda, tipo pitfall, utilizada nas coletas. A: Armadilha fechada; B: Armadilha aberta.

Nas áreas estudadas no estuário do Rio Paraíba do Norte, foram realizadas parcelas de 10m x 20m, em cada parcela o material botânico foi coletado e as plantas foram identificadas até espécie. Foi anotada a circunferência (com o auxílio de fita métrica e correspondente ao DAP (diâmetro da altura do peito), diâmetro a 1,30m de altura do solo) dos troncos de todos os indivíduos. No caso dos indivíduos menores, o DAP foi substituído pelo diâmetro do tronco abaixo da primeira ramificação, o que para efeito prático, será doravante, também referido como DAP.

4.3 ANÁLISE DE DADOS

As Análises dos dados, foram feitas com o auxílio dos programas BioEstat 5.0 (AYRES *et al.*, 2007) e Ecological Methodology 5.2 (KREBS, 200).

Foi estipulado o valor de $p < 0,05$ para rejeição da hipótese nula em todos os testes realizados. Foi comparada a riqueza, abundância e diversidade dos dados nas esferas espacial e temporal, através do teste de Friedman (ANOVA de Friedman). Recomenda-se o uso deste

teste quando se compara três ou mais áreas e os dados não têm distribuição normal. Na análise de correlação, foi utilizada a correlação não paramétrica de Spearman (r).

Para análise de similaridade entre as áreas foram usados o coeficiente Bray Curtis, (B_c), e o coeficiente de similaridade de Morisita (C_{mh}), esses índices variam de 0 a 1 e quanto mais próximo de um, mais semelhantes as amostras.

Foram calculados para cada área de amostragem, os índices de diversidade Shannon-Wiener (H') que salienta a riqueza de espécies e a equitabilidade, e Simpson ($1-D'$), que salienta a discrepância nas abundâncias, reconhecendo as espécies dominantes e raras na comunidade (MAGURRAN, 1988). A utilização de diferentes métodos é considerada por pesquisadores (STADDON *et al.*, 1996) como uma alternativa adequada, por possibilitar a obtenção de informações complementares, que levam a uma melhor avaliação da estrutura e diversidade das comunidades estudadas.

5 RESULTADOS

5.1 RIQUEZA

Foi coletado um total de 5.386 indivíduos de colêmbolos, distribuídos em 15 espécies, 15 gêneros de 8 famílias (tabela 1). Sendo o primeiro registro para o Brasil de cinco gêneros e uma espécie: *Heteromurus*, *Troglopedetes*, *Pseudoparonellides*, *Calvatomina*, *Pseudobourletiella* e *Sminthurides aquaticus* Folson, 1896.

Os quatro pontos apresentaram apenas uma espécie em comum: *Axelsonia aff. littoralis*. *S. aquaticus* ocorreu nos pontos 1, 2 e 4. Os pontos 1 e 2 apresentaram cinco espécies em comum: *Pseudanurida sawayana*, *Lepidocyrtus* sp., *Isotomurus* sp., *Denisiella* sp. e *Calvatomina* sp.. As espécies *Pseudosinella* sp., *Heteromurus* sp., *Troglopedetes* sp., *Salina* sp., *Pseudoparanelides* sp., *Pseudobourletiella* sp. e *Sminthurinus* ca. *Atrapellidus* Snider, 1978, encontradas exclusivamente no ponto 1. *Seira* sp., foi encontrada exclusivamente no ponto 3.

5.1.1 Teste de Friedman

O teste de Friedman ($Fr^2 = 15.48$) mostrou que a diferença na distribuição da riqueza foi significativa ($p = 0.0014$). A comparação entre os pontos mostrou que a riqueza é significativamente maior no ponto 1, quando comparado com os pontos 3 e 4 ($p < 0,05$): Quando o ponto 1 é comparado com o ponto 2, a diferença não é significativa ($p > 0,05$) (figura 4).

Tabela 1: Abundância absoluta e relativa de espécies (%) de colêmbolos no estuário do Rio Paraíba do Norte (pontos 1, 2 e 3) e no estuário do Rio Camaratuba (ponto 4). *Nova ocorrência para o Brasil.

Família/espécie	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ab.rel.sp (%)
Bourletiellidae					
<i>Pseudobourletiella</i> sp.*	8	-	-	-	0,15
Dicyrtomidae					
<i>Calvatomina</i> sp.*	312	448	-	-	14
Entomobryidae					
<i>Heteromurus</i> sp.*	3	-	-	-	0,5
<i>Lepidocyrtus</i> sp.	6	1	-	-	0,1
<i>Pseudosinella</i> sp.	8	-	-	-	0,15
<i>Seira</i> sp.	-	-	1	-	0,02
Isotomidae					
<i>Axelsonia</i> aff.littoralis	10	24	7	10	0,8
<i>Isotomurus</i> sp.	384	2	-	-	7,2
Katiannidae					
<i>Sminthurinus</i> ca. <i>atrapellidus</i>	1	-	-	-	0,02
Neanuridae					
<i>Pseudanurida sawayana</i>	422	239	-	-	12,3
Paronellidae					
<i>Pseudoparonellides</i> sp.*	1	-	-	-	0,02
<i>Troglopedetes</i> sp.*	4	-	-	-	0,06
<i>Salina</i> sp.	43	-	-	-	0,8
Sminthuridae					
<i>Denisiella</i> sp.	4	443	-	-	8,3
<i>Sminthurides aquaticus</i> *	2494	114	-	398	55,7
Total de indivíduos	3699	1271	8	408	-
Abundância Relativa/indivíduo(%)	68,7	23,6	0,15	7,6	-
Riqueza por área	14	7	2	2	-
Diversidade Shannon (H')	1.57	1.96	0.54	0.17	-
Diversidade Simpson (D')	0.15	0.49	0.64	0.53	-

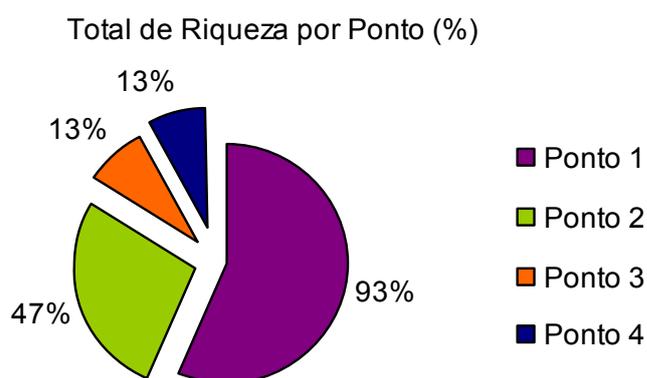


Figura 04: Total de riqueza (%) de Collembolas por ponto no estuário do Rio Paraíba do Norte, Paraíba (pontos 1, 2 e 3) e no estuário do rio Camaratuba, Paraíba (ponto 4).

5.2 ABUNDÂNCIA

A espécie mais abundante para o total de espécimes foi *S. aquaticus* (55,7%), seguida por *Calvatomina* sp.1 (14%) e *P. sawayana* (12,3%): as demais espécies apresentaram valores menores que 10% (tabela 1).

A maior e menor abundância foi observada nos pontos 01 e 03 respectivamente (Tabela 1). Nos pontos 1 e 4, a espécie mais abundante foi *S. aquaticus* (67,35% e 97,5% respectivamente). *Denisiella* sp.1 (34,9%) e *Calvatomina* sp.1 (35,2%) foram as espécie mais abundante no ponto 2, *Axelsonia* aff.littoralis (87,5%) no ponto 03 (figura 05).

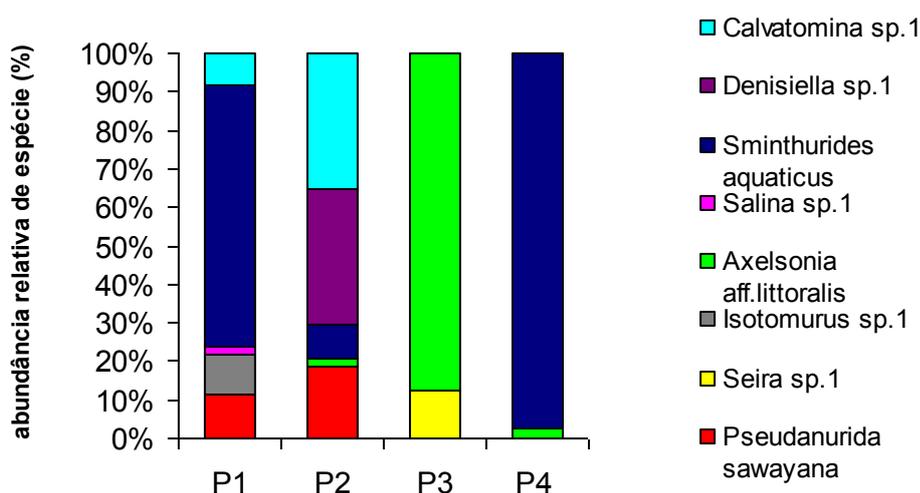


Figura 05. Abundância relativa de espécies de Collembola por ponto no estuário do Rio Paraíba do Norte (pontos 1, 2 e 3) e estuário do Rio Camaratuba (ponto 4), Paraíba. Espécies que apresentaram valores maiores que 1%.

5.2.1 Teste de Friedman

A diferença na distribuição das abundâncias foi significativa ($p=0,0003$), através do teste de Friedman ($Fr^2=18,54$). A comparação entre os pontos, mostrou que as diferenças na distribuição da abundância foi significativa ($p<0,05$) no ponto 1, em comparação com os pontos 3 e 4.

5.3 ANÁLISE DA DIVERSIDADE

5.3.2 Diversidade de Shannon-Wiener (H')

O índice de diversidade de Shannon-Wiener no ponto 2 é $H'=1,96$, sendo a maior entre as áreas estudadas (ponto 1 $H'=1,57$, ponto 3 $H'=0,54$), o ponto 4 apresentou a menor diversidade de Shannon-Wiener ($H'= 0,17$) (figura 6).

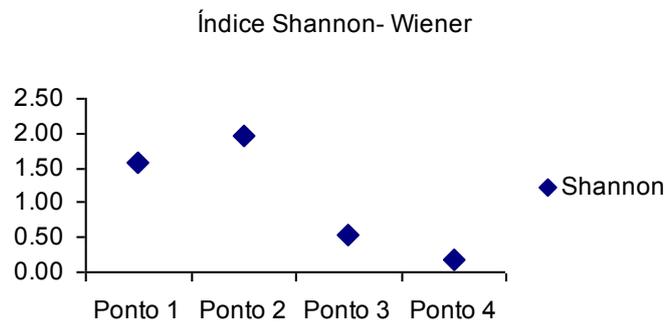


Figura 6: Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), no estuário do Rio Paraíba do Norte (pontos 1, 2 e 3) e no estuário do rio Camaratuba, Paraíba (ponto 4).

5.3.2 Diversidade de Simpson (1- D')

O índice de diversidade de Simpson no ponto 2 é $1-D'=0,71$, sendo a maior entre as áreas estudadas (no ponto 1 $1-D'=0,51$, ponto 3 $1-D'= 0,25$), o ponto 4 apresentou a menor diversidade de Simpson ($1-D'= 0,05$) (figura 7).

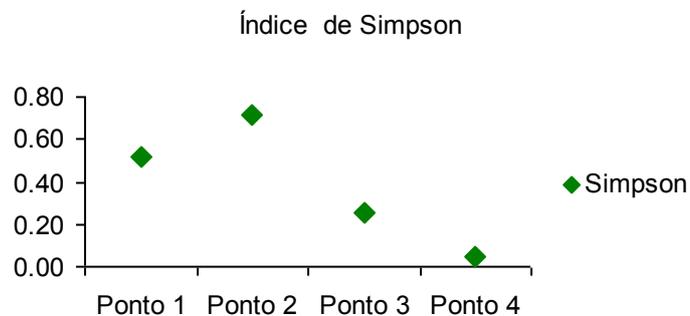


Figura 7: Índice de diversidade de Simpson ($1-D'$), no estuário do Rio Paraíba do Norte (ponto 1, 2 e 3) e no estuário do rio Camaratuba, Paraíba (ponto 4).

5.4 ANÁLISE DA VEGETAÇÃO

Na análise da vegetação, foram encontradas cinco espécies de mangue: *Rhizophora mangle* L. (mangue-vermelho), *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman (mangue-preto), *Avicenia germinans* (L) Stearn, *Laguncularia racemosa* Gaernt. F. (mangue-branco) e *Acrostichum* sp.1 (Samambaia do mangue ou avenca), no estuário do rio Paraíba do Norte nos pontos 1 a 3 (figura 8). A espécie *Acrostichum* sp.1 ocorreu exclusivamente no ponto 1.

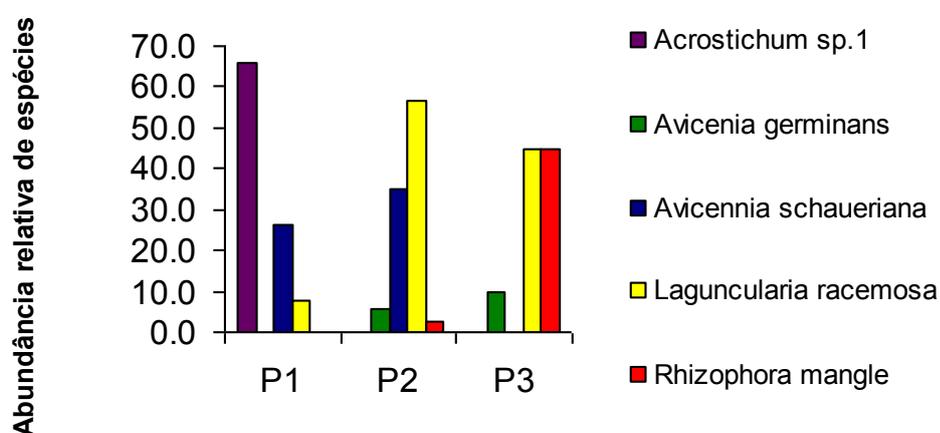


Figura 8: Abundância relativa de espécies de mangue encontrados nos pontos de coleta, no estuário do Rio Paraíba do Norte, Paraíba.

5.4.1 Correlação de Spearman (r)

Análise de correlação de Spearman, entre a vegetação e a riqueza e abundância das espécies de collembola não foi significativa ($p > 0,05$), em todas as áreas.

5.5 VARIAÇÃO SAZONAL

5.5.1 Teste de Friedman

O teste de Friedman ($Fr^2 = 0,25$) não mostrou variação sazonal significativa ($p = 0,6171$) da riqueza, porém, na estação chuvosa foi observada maior riqueza total com 13 espécies, em relação à estação seca, com 6 espécies (figura 9).

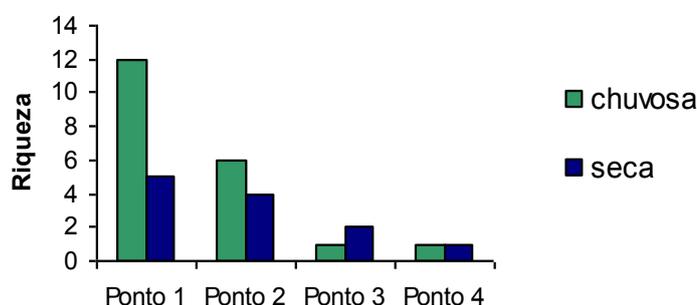


Figura 9. Gráfico de riqueza nos períodos chuvoso (2009) e seco (2010), no estuário do Rio Paraíba do Norte (ponto 1, 2 e 3) e no estuário do rio Camaratuba, Paraíba (ponto 4).

Em relação à abundância das espécies, o teste de Friedman ($Fr^2 = 4$) mostrou variação sazonal significativa ($p = 0,045$). Na estação chuvosa ocorre maior abundância, com 4689 indivíduos capturados, em relação à estação seca, com 757 (figura 10).

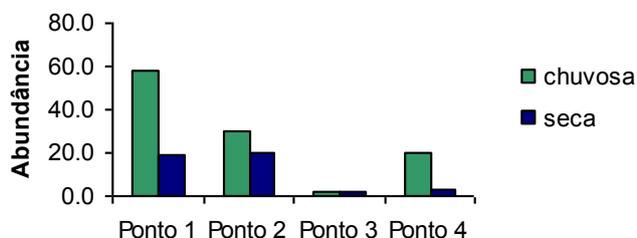


Figura 10. Gráfico de abundância relativa nos períodos chuvoso (2009) e seco (2010), no estuário do Rio Paraíba do Norte (ponto 1, 2 e 3) e no estuário do rio Camaratuba, Paraíba (ponto 4).

5.6 ANÁLISES DE SIMILARIDADE ENTRE OS PONTOS DE COLETA

5.6.1 Similaridade de Morisita e porcentagem de similaridade

A similaridade entre os pontos, quando comparada, considerando a abundância relativa das espécies, através do índice de similaridade de Morisita, indicou que os pontos 1 e 4, apresentam maior similaridade ($C_{mh}=0,92$), enquanto os pontos 1 e 3, foram os mais dissimilares ($C_{mh}=0,0$) (tabela 2).

As porcentagens de similaridade medidas também através da abundância relativa confirma que os pontos 1 e 4, foram as mais similares com 67,7%, de semelhança, enquanto os pontos 1 e 3, foram os mais dissimilares, com 0,3% de semelhança (tabela 2).

5.6.2 Similaridade de Bray - Curtis

A similaridade entre os pontos, comparada através do índice de similaridade Bray – Curtis, indicou que os pontos 1 e 2 apresentam maior similaridade ($bc=0,3$), enquanto o ponto 3 apresentou dissimilaridade com todos os pontos ($bc=0,0$) (tabela 2).

Tabela 02: Matriz de similaridade (Morisita, porcentagem de similaridade (%) e Brays – Curtis) dos pontos de coletas. Pontos 1, 2 e 3 no estuário do rio Paraíba do Norte e ponto 4 no estuário do rio Camaratuba, Paraíba.

Morisita	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Ponto 1	1	-	-	-
Ponto 2	0.29	1	-	-
Ponto 3	0	0.03	1	-
Ponto 4	0.92	0.14	0.03	1
%	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Ponto 1	100.0	-	-	-
Ponto 2	29.4	100.0	-	-
Ponto 3	0.3	1.9	100.0	-
Ponto 4	67.7	10.9	2.5	100.0
Bray -Curtis	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Ponto 1	1.0	-	-	-
Ponto 2	0.3	1.0	-	-
Ponto 3	0.0	0.0	1.0	-
Ponto 4	0.2	0.2	0.0	1.0

6 DISCUSSÃO

6.1 RIQUEZA E ABUNDÂNCIA

Dentre os microinvertebrados que compõem a fauna estuarina, Collembola é um grupo pouco conhecido, principalmente no que se refere à sua distribuição espaço-temporal e diversidade. A espécie *P. sawayana*, já tinha sido encontrada em manguezais do Brasil (ARLE, 1959; SCHUSTER, 1965). Dos 15 gêneros registrados no presente trabalho, oito foram também coletados nos manguezais de Porto Rico (ROQUE, 2006). Em estudos realizados no litoral norte da Paraíba nas áreas de Restinga foram coletados 13 gêneros de colêmbolos (ZEPPELINI *et al.*, 2008).

O ponto 1 apresentou maior riqueza e abundância devido às condições físicas do ambiente, como sedimento consistente, com pouca influência da maré, proporcionando ambiente seco. Esse ponto é o mais próximo de uma comunidade pesqueira, que lança seus esgotos diretamente no estuário. A poluição antrópica é confirmada pela presença da espécie vegetal invasora *Acrostichum* sp.1 que se desenvolve devido a destruição dos manguezais, inibindo a restauração de espécies endêmicas, deixando o sedimento mais consistente (CINTRÔN & SCHAEFFER-NOVELLI, 1985), sendo essa área propícia, tanto para as espécies típicas de mangue, como as espécies terrestres.

Todas as espécies do ponto 2 são encontradas no ponto 1, e portanto, essas espécies provavelmente são típicas da fauna de mangue: *Calvatomina* sp.1, *Lepidocyrtus* sp.1, *Axelsonia* aff. *littoralis*, *Isotomurus* sp.1, *P. sawayana*, *Denisiella* sp.1 e *S. aquaticus*. O ponto 2, e área amostrada mais afastada dos centros urbanos com características típicas de manguezal.

As espécies *Axelsonia* aff. *littoralis* e *S. aquaticus* ocorrem em todos os pontos, exceto *S. aquaticus* que não foi encontrada no ponto 3, onde o ambiente de manguezal se encontra reduzido a uma pequena faixa, com sedimentos fortemente poluídos.

Padrões de distribuição da fauna dos manguezais podem estar relacionados à maior habilidade dos organismos em lidar com as mudanças dos fatores físicos e biológicos associados com o gradiente ambiental, como mudanças na salinidade, tamanho das partículas de sedimento e tempo de exposição dos organismos a estes gradientes (RODRIGUES *et al.*, 2006).

6.2 DIVERSIDADE (H' e $1-D'$)

As diferenças apresentadas nos resultados dos índices de diversidade Shannon-Wiener (H') e Simpson ($1-D'$), são justificadas pelas diferentes naturezas de análise que apresentam.

O índice de Shannon-Wiener usa riqueza e a equitabilidade (MAGURRAN, 1988), negligenciando as espécies muito abundantes ou raras. Valores altos indicam que os indivíduos são igualmente distribuídos, enquanto valores baixos indicam a presença de espécies dominantes.

Os valores baixos da diversidade (H') indicam que nas áreas amostradas as abundâncias das espécies de colêmbolos possuem distribuição heterogênea.

Enquanto o índice de Simpson exprime basicamente a abundância das espécies mais comuns, sendo conseqüentemente mais sensível a mudanças que ocorrem nestas espécies (MAGURRAN, 1988). Uma vez que, quanto maior o valor, maior a dominância por uma ou poucas espécies portando a diversidade aumenta quando aumenta a heterogeneidade das espécies. O índice de Simpson complementa a informação fornecida pelo índice de Shannon.

6.3 VARIÁVEIS: VEGETAÇÃO E REGIME DE PRECIPITAÇÃO

Abundância das espécies apresentou variação sazonal significativa. De acordo com Corrêa (2008) as chuvas podem proporcionar situação vantajosa para a fauna de invertebrados, com maior disponibilidade de matéria orgânica.

No presente trabalho não se observou diferença significativa da riqueza entre as estações chuvosa e seca, portando outras variáveis como salinidade e regimes de maré devem ser correlacionadas, uma vez que a vegetação também não influi na riqueza e abundância da comunidade de colêmbolos.

6.4 SIMILARIDADE

As diferenças nas análises de similaridade são explicadas pelas diferentes naturezas dos índices. O índice de Morisita e o percentual de similaridade são pouco influenciados pela riqueza e pelo tamanho das amostras, mas são influenciados por alterações nas abundâncias das espécies mais abundantes. Com isso verifica-se que a distribuição da abundância relativa das espécies de colêmbolos são semelhantes entre os pontos 1 e 4, e o ponto 3 é o mais dissimilar entre as áreas.

O índice de similaridade Bray – Curtis considera a composição das espécies. Sendo a composição da comunidade de colêmbolos no ponto 1 e 2 extremamente semelhantes. O ponto 3, não apresenta similaridade na composição das espécies com as áreas amostradas.

Nos três índices de similaridade o ponto 3 apresentou o menor índice entre as áreas, mostrando a descaracterização da fauna. Nesse ponto a área de vegetação de mangue se resume a uma pequena faixa, pois toda vegetação ao redor do estuário foi desmatada para a construção de um condomínio, deixando o sedimento inconsistente, vale ressaltar o grande acúmulo de lixo e esgotos encontrado nessa área.

7 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicam que:

- ◆ Há uma grande quantidade de espécies habitando os manguezais na Paraíba e o estudo desta fauna é promissor no Brasil.
- ◆ As abundâncias das espécies nas áreas amostradas apresentaram uma distribuição heterogênea.
- ◆ Os períodos chuvoso e seco não influenciam na riqueza, porém influenciam na abundância das espécies.
- ◆ A ausência de influência das variáveis, vegetação e precipitação indicam que a fauna deve ser influenciada por outras variáveis, como salinidade e regime de marés.
- ◆ Os pontos 1, 2 e 4 são os mais similares, indicando descaracterização da fauna no ponto 3, sendo o mais alterado.
- ◆ O ponto 1 tem uma diversidade mais elevada que os demais, pois esta perdendo as características típicas de manguezal e se tornando fauna de solo de floresta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 Collembola: an update to the species list. **Zootaxa** **2388**:1-22. 2010.

ARLÉ, R. Generalidades e importância ecológica da ordem Collembola (Apterygota). **Atas da Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro**, n.3, p.4-7, 1959.

AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D. L. & DOS SANTOS, A. A. S. BioEstat 5.0: **aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. Belém, Sociedade Civil Mamirauá. 2007.

BELLINGER, P.F. A new Family of Collembola (Arthropoda, Tracheata). **Caribbean Journal of Science**, v.21, p.117-123, 1985.

BELLINGER, P.F.; CHRISTIANSEN K.A. & JANSSENS, F. 1996-2010. **Checklist of the Collembola of the world**. Disponível em: [Http: www.collembola.org](http://www.collembola.org). Acesso em junho de 2010.

BELLINI, B. C.; ZEPPELINI, D. First records of Collembola (Ellipura) from the State of Paraíba, Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, Brazil, v. 48 n. 4 p. 433-596, 2004.

CAMERON, W. M. & PRITCHARD, D. W. Estuaries. **In: The sea 2. Wiley-Interscience**, London. p. 306-324, 1963.

CHRISTIANSEN, K. Bionomics of Collembola. **Annual Review of Entomology**, v.9, p.147-178, 1964

CHRISTIANSEN, K. & P. BELLINGER. 1980. The Collembola of North America north of Rio Grande, an analysis taxonomic. **Iowa: Grinnel College**. p.1322, 1980.

CINTRÓN, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Introducción a la ecología del manglar. **Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe – ROSTLAC**. Montevideo, Uruguay, 109. p. 1983.

CINTRÓN, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Características y desarrollo estructural de los manglares de Norte e Sur America. **Cienc. Interam.** v. 25, p. 4-15, 1985.

CORRÊA, M. O. D. A. **Estudo da fauna aquática associada à vegetação do mangue do Rio da Fazenda, Ubatuba (SP) através de experimentos de manipulação.** 2008. 122 p. Tese (doutorado em Zoologia.) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu. 2008.

CLAY, R.E. AND ANDERSEN, A.N. Ant fauna of a mangrove community in the Australian seasonal tropics with particular reference to the ant fauna. **Australian Journal of Zoology**, v. 44, n.5, p. 521- 533, 1996.

CULIK, M.P., Y D.F. ZEPPELINI. Diversity and distribution of Collembola (Arthropoda: Hexapoda) of Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v.2, p.1119-1143, 2003.

DELABIE, J. H.C.; PAIM, V.; NASCIMENTO, I. C.; CAMPIOLO S.; MARIANO C. S.F. As Formigas como Indicadores Biológicos do Impacto Humano em Manguezais da Costa Sudeste da Bahia. **Neotropical Entomology** v.35, n.5, p.602-615, 2006.

FERNANDES, M. E. B. **Os manguezais da costa Norte Brasileira.** Maranhão : Fundação Rio Bacanga, p.142, 2003.

FERREIRA, P.S.F.; PAULA, A.S. & MARTINS, D.S. Análise faunística de Lepidóptera Arctiidae em área de reserva natural remanescente de floresta tropical de Viçosa, Minas Gerais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n.1, p. 123-133, 1995.

FERRO, V.G.; DINIZ, I.R. Composition of the Arctiidae species (Insecta, Lepidoptera) in Cerrado areas. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, n.3, p. 635-646, 2007.

FORESTER, D.J. & G.E. MACHLIS. Modelling human factors that affect the loss of biodiversity. **Conserv. Biol.** V.10, p.1253-1263, 1996.

FREITAS, A.V.L.; FRANCINI, R.B. & BROWN JR., K.S. 2006. Insetos como indicadores ambientais, pp.125-151. In: CULLEN JR.,L.; RUDRAN, R. & VALLADARES-PADUA, C. (org.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre.** 2ª ed. Curitiba, Ed. da UFPR. 652p.

GHIRADELLA, H., Y E. RADIGAN. Collembola cuticle: wax layer and antiwetting properties. **Journal of Insect Physiology**, v.20, p.301-306, 1974.

GREENSLADE, P. J. Collembola. The Insects of Australia. A Textbook for Students and Research Workers, ed. 2th. CSIRO, p. 252-264, 1991. Carlton, Australia: Melbourne University Press.

GUALBERTO, L.A. **Diagnóstico preliminar das condições ambientais do Estado da Paraíba**. Conselho Estadual de Controle de Poluição das águas. CAGEPA -PB. 103p, 1977.

GUEDES, L. S. **Monitoramento geoambiental do estuário do rio Paraíba do Norte – PB por meio da cartografia temática digital e de produtos de sensoriamento remoto**. 2002. 90.p. Dissertação (mestrado em geodinâmica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2002.

HERZ, R. Manguezais no Brasil. **Instituto Oceanógrafo**. Universidade de São Paulo, SP, p. 227 1991.

IBAMA- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Centro Nacional de Conservação e Manejo de Sirênios, Peixe-boi – Caracterização Ambiental e Sócio-econômica da Região Estuarina do rio Mamanguape Paraíba** - Relatório Final. 1991.

JORDANA R. New habitat for a species of Axelsonia Börner, 1907. **Pedobiologia**, v.41, p.13, 1997.

KREBS C.J. **Ecological methodology**, 2nd edn. Addison-Welsey, Menlo Park, 620p.1999.

KREBS C.J., KENNEY A.J. **Programs for ecological methodology**, 2nd edn. University of British Columbia, Vancouver, 2000.

LACERDA L.D. Manguezais e florestas de beira –mar. **Ciência Hoje** v.3, p.62-70, 1984.

MACAMBIRA, M. L. J.; JARDIM D. G. Collembola (Ellipura:Hexapoda) da Ilha do Combu, Belém, Pará. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. MAGURRAN, A.E., eds. P.177, 1988.

MAIA, L.P.; LACERDA, L. D.; MONTEIRO, L. H. U.; SOUZA G. M. **Estudo das Áreas de Manguezais do Nordeste do Brasil: Avaliação das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco**. Instituto de Ciências do Mar - Labomar. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, **2005**.

MANH VU, Q., y T. T. Nguyen. Microarthropod community structures (Oribatei and Collembola) in Tam Dao National Park, Vietnam. **Journal of Bioscience**, v.25, p.379-386, 2000.

MANZANO, M. Algunas especies de Collembola (Insecta) como agentes detritívoros del manglar. **Boletín Ecotropica**, v.21, p. 23-28, 1990.

MARCELINO, R. L. **Diagnóstico sócio-ambiental do estuário do rio Paraíba do Norte - Pb com ênfase nos conflitos de usos e nas interferências humanas em sua área de influência direta**. 2000.99.p. Dissertação (mestrado em gerenciamento ambiental). Universidade Federal da Paraíba, 2000.

MASSOUD, Z. **Un element caractéristique de la pedofaune: les Collemboles**. En La Vie dans les Sols: Aspects Nouveaux, Etudes Expérimentales, ed. P. Pesson, p.337-388, 1971.

MIGLIORINI, M., FANCIULLI, P. P., Y F. BERNINI. Comparative analysis of edaphic zoocoenoses (Acari Oribatida; Hexapoda Collembola) in the area of Orio al Serio Airport (Bergamo, Northern Italy). **Pedobiologia**, v.47, p.9-18, 2003.

MURPHY, D. H. Collembola Poduromorpha from the Gambia (West Africa). **Journal of Zoology**, v.146, p. 388-411, 1965.

NEVES E. L.; VIANA B. F. Inventário da Fauna de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) Do Baixo Sul da Bahia, Brasil **Revta bras. Zool.** v.14, n.4, p.831 - 837,1997.

OLIVER, I. & BEATTIE, A.J. Designing a cost-effective invertebrate survey: a test of methods for rapid assessment of biodiversity. **Ecological Applications**, v.6, n.2, p.594-607, 1996.

PALACIOS-VARGAS, J. G., CUTZ, L. Q., Y C. MALDONADO. Redescription of the male of *Coenaletes caribaeus* (Collembola: Coenaletidae) associated with hermit crabs (Decapoda; Coenobitidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.93, p.194-197, 2000.

RODRIGUES, A.M., S. MEIRELES, T. PEREIRA, A. GAMA, & V. QUINTINO. Spatial patterns of benthic macroinvertebrates in intertidal areas of a Southern European estuary: the Tagus, Portugal. **Hydrobiologia**, v.555, p. 99-113,2006.

ROQUE, B.S. **Diversidad de Collembola (Hexapoda) asociados a *Rhizophora mangle* en manglares de Puerto Rico**. 2006. 90.p.Tesis (MAESTRO EN CIENCIAS) UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO. RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ, 2006

SANTOS, G. M. M.; FILHO C. C.; RESENDEJ. J. R.; CRUZ J.; MARQUES O. M. Diversity and Community Structure of Social Wasps (Hymenoptera: Vespidae) in Three Ecosystems in Itaparica Island, Bahia State, Brazil. **Neotropical Entomology** v.36, n.2, p.180-185,2007.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Brazilian mangroves. **In : Proceedings of a workshop on conservation and sustainable utilization of mangrove forest in Latin America and Africa regions. Mangrove ecosystems proceedings**, ITTO/ISME. n.1, p.12-13, 1993.

SCHMITZ, H.J. **Estudo de uma assembléia de drosofilídeos do manguezal do Itacorubi, ilha de Santa Catarina, Brasil**. 2004.69 p. Trabalho de Conclusão de (Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2004.

SCHMITZ, H.J.; VALENTE, V.L.S. & HOFMANN, P.R.P. Taxonomic survey of Drosophilidae (Diptera) from mangrove forests of Santa Catarina Island, Southern Brazil. **Neotropical Entomology**, v.36, n.1, p. 53-64, 2007.

SCHUSTER, R. Über die Ökologie und Artengliederung der thalassobionten Collembolenfauna Brasiliens. **Beiträge zur Neotropischen Fauna**, v.4,p. 191–208, 1965.

SOTO-ADAMES, F. N. Nuevos dicirtómidos de Puerto Rico (Insecta: Collembola: Dicyrtomidae). **Caribbean Journal of Science**, v.24, p. 60-70, 1988.

STADDON, W.J.; DUCHESNE, L.C.; TREVORS, J.T. Microbial diversity and community structure of postdisturbance forest soils as determined by sole-carbon-source utilization patterns. **Microbial Ecology**, v.34, p.125-130, 1997.

STRENZKE, K. *Axelsonia tubifera* n. sp., ein neuer arthropleoner Collembole mit Geschlechtsdimorphismus aus der brasilianischen Mangrove. **Acta Zoologica Cracoviensia**, v.26, p.1-12, 1958

THIBAUD, J. M., Y E. CHRISTIAN. Biodiversity of interstitial Collembola (Insecta) in sand sediments. **European Journal of Soil Biology**, v. 33, p.123-127, 1997.

THOMANZINI, M. J.; THOMANZINI, A.P. B. W. A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas. Rio Branco: **Circular Técnica**, 57. EMBRAPA Acre, 2000. 21p.

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

ZEPPELINI, D., BELLINI, B. C., CREÃO-DUARTE, A.J. & HERNÁNDEZ, M.I.M. Collembola as bioindicators of restoration in mined sand dunes of Northeastern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, p. 1161–1170, 2009.