

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**VITÓRIA MARIA MOREIRA DE LIMA**

**INVERTEBRADOS ZOOPLANCTÔNICOS EM DOIS BREJOS DE ALTITUDE  
DA PARAÍBA**

**JOÃO PESSOA  
2020**

**VITÓRIA MARIA MOREIRA DE LIMA**

**INVERTEBRADOS ZOOPLANCTÔNICOS EM DOIS BREJOS DE  
ALTITUDE DA PARAÍBA**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas (Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso), como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Carolina Figueiredo Lacerda

**JOÃO PESSOA**

**2020**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

L732i Lima, Vitória Maria Moreira de.

Invertebrados zooplanctônicos em dois brejos de altitude da Paraíba / Vitória Maria Moreira de Lima. - João Pessoa, 2020.

33 f. : il.

Orientação: Ana Carolina Figueiredo Lacerda.

TCC (Graduação/Bacharelado em Ciências Biológicas) - UFPB/CCEN.

1. Zooplâncton. 2. Qualidade de água. 3. Reservatórios nos rios Paraíba. 4. Invertebrados. I. Lacerda, Ana Carolina Figueiredo. II. Título.

UFPB/CCEN

CDU 592(043.2)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Centro de Ciências Exatas e da Natureza

Coordenação do Curso de Ciências Biológicas

Telefone: (083) 3216.7439, Fax (083) 3216.7464.

CEP 58059-900 - João Pessoa, PB, Brasil. e-mail: cccb@dse.ufpb.br

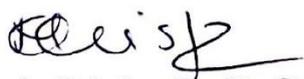
**Ata da Apresentação e Defesa de Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso de VITORIA MARIA MOREIRA DE LIMA**

Aos vinte e um dias do mês de fevereiro de dois mil e vinte, LEAD da Universidade Federal da Paraíba, Campus I, João Pessoa-PB, reuniu-se, em caráter de solenidade pública, às quatorza horas, a Banca Examinadora do Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso da estudante VITORIA MARIA MOREIRA DE LIMA, composta pelos seguintes professores doutores: Profa. Dra. Ana Carolina Figueiredo Lacerda/Orientador e Presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Alexandre Vasconcellos/Examinador e Profa. Dra. Maria Cristina Basilio Crispim da Silva Examinador. Compareceram à solenidade, além da estudante e dos três membros da Banca Examinadora, alunos e professores do Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba. Dando início à sessão houve a apresentação da estudante. Em seguida fez-se a apresentação da Banca Examinadora e passou a presidência da sessão para a Ana Carolina Figueiredo Lacerda que, concomitantemente, assumiu a posição de orientadora e presidente da sessão que, após declarar o objeto da solenidade, concedeu a palavra a estudante, candidata ao Grau de Bacharela em Ciências Biológicas, para que dissertasse, oral e sucintamente, a respeito do trabalho de título "Invertebrados Zooplanctônicos em dois Brejos de altitude da Paraíba" Passando então a discorrer sobre o referido tema, dentro do prazo legal, a estudante foi a seguir arguida pelos examinadores na forma regimental. Em seguida, passou a Comissão, em caráter secreto, a proceder à avaliação e julgamento do trabalho, concluindo por atribuir-lhe as seguintes notas: Profa. Dra. Ana Carolina Figueiredo Lacerda 9,3, Prof. Dr. Alexandre Vasconcellos 8,5 e Profa. Dra. Maria Cristina Basilio Crispim da Silva 7,5. Com média final 8,6. Perante a aprovação, declarou-se a estudante legalmente habilitada a receber o Grau de Bacharela em Ciências Biológicas. Nada mais havendo a tratar eu, Ana Carolina Figueiredo Lacerda, como Presidente, lavro a presente Ata que, lida e aprovada, assino juntamente com os demais membros da Banca Examinadora.

João Pessoa, 21 de fevereiro de 2020

  
Profa. Dra. Ana Carolina Figueiredo Lacerda  
Orientadora

  
Prof. Dr. Alexandre Vasconcellos  
Titular

  
Profa. Dra. Maria Cristina Basilio Crispim da Silva  
Titular

*“Nada na vida deve ser temido, somente compreendido. Esse é o momento de entender mais, para que possamos temer menos.”*

*(Marie Curie)*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar em quaisquer circunstâncias, meus agradecimentos à minha família. João, Clarice, mainha e painho. Obrigada por serem presença mesmo a distância. Se eu acreditei em mim foi porquê vocês acreditaram primeiro e me ensinaram que a educação sempre deve ser prioridade.

À Universidade Federal da Paraíba, que foi meu lar durante os últimos 4 anos.

À minha orientadora, que se fez professora, conselheira, e por vezes até mãe. Obrigada por todo o carinho, cuidado e ensinamento compartilhado.

Ao Laboratório de Hidrologia, Microbiologia e Parasitologia pelo suporte e experiências compartilhadas. Com vocês o trabalho deixa de ser obrigação e se torna leve.

A cada um dos professores que contribuíram de alguma forma para a minha formação. Ser professor no nosso país é um ato revolucionário, ser professor e cientista então é uma prova de amor.

Aos amigos que foram essenciais e me ouviram agradecer e reclamar na mesma proporção. Sempre ouvi que a vida universitária seria difícil e que estaríamos sozinhos a partir dali. Me surpreendi ao encontrar o contrário: nunca estive sozinha; até nos momentos difíceis, me senti extremamente amada e apoiada.

15.2, tenho certeza que fomos a melhor turma que já passou por essa biologia. Amo cada um de vocês de uma forma especial.

Gratidão.

## RESUMO

Os objetivos deste estudo foram realizar um levantamento dos grupos de invertebrados zooplancctônicos nas localidades de Areia e Natuba, municípios do brejo paraibano. Em 2019, foram feitas duas coletas para cada localidade: uma no mês de abril e outra em novembro em Areia, no reservatório Vaca Brava; e em março e novembro em Natuba, no reservatório da cidade. Quatro pontos de coleta foram determinados em cada ambiente. As coletas de zooplâncton foram realizadas com rede de abertura de malha de 50  $\mu\text{m}$ , com a filtragem de 200 litros de água da zona litorânea dos reservatórios e fixadas com formalina 4%. Ainda foram aferidos os dados abióticos do ambiente, sendo eles: temperatura da água, pH, potencial de oxirredução, condutividade, oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos. Análises de nutrientes (amônia, nitrito, nitrato e fosfato) também foram realizadas. No laboratório, a contagem das amostras de zooplâncton foi realizada com o auxílio de uma câmara de Sedgwick-rafter de 1 mL. A densidade ( $\text{ind.L}^{-1}$ ) e abundância de cada um dos grupos encontrados foi calculada. Em Areia, a predominância foi de Rotifera na estação seca (87%), com ausência de outros grupos nesta estação. Na cidade de Natuba, os copépodes se destacam com uma abundância de 86% no período da cheia, o que equivale a 97,4  $\text{ind.L}^{-1}$ . Teste de Mann-Whitney foi realizado para comparar os grupos entre locais e estações. Resultados significativos foram encontrados para Cladocera e larva de inseto em relação à estação; e para rotíferos em relação ao local. As concentrações de nutrientes estiveram, em sua maioria, dentro dos limites da resolução 357/05 do CONAMA para ambientes de Classe 2, assim como as variáveis abióticas.

**Palavras-chave:** Zooplâncton. Qualidade de água. Reservatórios.

## ABSTRACT

In this study we feature the big groups of zooplankton invertebrates in the localities of swamp in Areia and Natuba, cities in the Paraíba state, Brasil. Two collections were made for each location: one in April and another in November in Areia, at the Vaca Brava reservoir; and in March and November in Natuba, at the city's reservoir. Four collecting points were determined in each environment. Zooplankton organisms were collected using a 50  $\mu\text{m}$  zooplankton net, filtering 200 liters of water from the littoral zone of the reservoirs and fixed with 4% formalin. Environmental abiotic data were also collected, namely: water temperature, pH, redox potential, conductivity, dissolved oxygen and total dissolved solids. 1 L of water was collected for nutrient analysis (ammonia, nitrite, nitrate and phosphate). In the laboratory, the zooplankton samples were counted using a 1 mL Sedgwick-rafter chamber. The density ( $\text{ind.L}^{-1}$ ) and abundance of the groups was calculated. In Areia, Rotifera predominated in the dry season (87%), with the absence of other groups in this season. In the city of Natuba, copepods stand out with an abundance of 86% during the flood season, which is equivalent to 97.4  $\text{ind.L}^{-1}$ . Mann-Whitney test was performed correlating groups with location and season. Significant results were found for Cladocera and insect larvae in relation to the season; and for rotifers in relation to the location. The concentrations of nutrients were, for the most part, within the limits of CONAMA resolution 357/05 for the Class 2, as well as the abiotic data also did not present worrying results.

**Keywords:** Zooplankton. Water quality. Reservoirs.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>09</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Objetivo Geral</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos</b>	<b>14</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Área de estudo</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Coleta e triagem</b>	<b>16</b>
<b>3.3 Análises estatísticas</b>	<b>17</b>
<b>4 RESULTADOS</b>	<b>18</b>
<b>5 DISCUSSÃO</b>	<b>28</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O zooplâncton é caracterizado por organismos que têm como seu habitat a coluna de água, e, apesar de não nadarem ativamente, podem realizar migrações verticais e deslocamentos de acordo com as correntes. São comumente abundantes em ambientes marinhos ou de água doce, lóticos ou lênticos. Esses organismos, por serem classificados apenas pelo modo de vida, pertencem a diferentes grupos que vão de classes de crustáceos até filos unicamente zooplanctônicos, como os rotíferos. Dentre as diversas comunidades constituintes do ecossistema aquático, o zooplâncton é uma das mais estudadas e representa uma grande importância em estudos de ecologia, principalmente ligados à ciclagem de nutrientes, fluxo de energia na cadeia trófica e ao seu potencial bioindicador (ESTEVES, 1998).

Com papel importante na determinação da qualidade e saúde do ecossistema, a comunidade zooplanctônica possui uma alta diversidade com representantes desde consumidores primários a secundários, e serve como base de toda a cadeia trófica destes ambientes (PINTO-COELHO, 2004). Desta forma, seus principais grupos representantes, pequenos crustáceos como cladóceros e copépodos, e os diminutos rotíferos, apresentam função determinante na transferência de energia dos produtores primários para os consumidores de níveis tróficos superiores (COELHO *et al.*, 2014). Por desempenharem esse papel intermediário entre a ictiofauna e o fitoplâncton, e também por sua alta abundância, o zooplâncton é considerado o principal fator de atuação no ambiente aquático no nível trófico secundário (GAJBIHYE, 2002). É apontado, ainda, por Lampert (1997), a importância da comunidade zooplanctônica como influenciadora dos processos de “bottom-up” e “top-down”, e como ela tem sido cada dia mais utilizada como modelo em paradigmas ecológicos.

Em relação ao potencial bioindicador de qualidade ambiental dos organismos zooplanctônicos, toda a estrutura da comunidade pode ser afetada por variações em fatores fisiológicos como crescimento e reprodução, que são dependentes de condições abióticas como temperatura, pH, salinidade e até presença de poluentes (ZANNAFUR & MUKTADIR, 2009). As concentrações de nutrientes como fosfato, nitrato, nitrito e amônia indicam o estado trófico do ambiente, onde a composição e estrutura da comunidade pode sofrer graves alterações de acordo com o nível de eutrofização (KOZLOWSKY-SUZUKI & BOZELLI, 2002). Ainda de acordo com os mesmos autores, as consequências no ambiente podem se manifestar como graves efeitos deletérios que podem ocasionar a hipóxia ou anóxia do ecossistema que provém da depleção do oxigênio dissolvido, além de aumento da turbidez da água e da quantidade de partículas orgânicas sedimentadas.

Atividades antrópicas podem resultar em variações bruscas nos ambientes aquáticos. Fatores como pH ou condutividade, dependentes do nível de qualidade da água, podem causar alterações na comunidade zooplanctônica

através até mesmo de desaparecimento de populações. O processo de eutrofização também pode causar intoxicação em diversas espécies, através da liberação de toxinas de cianobactérias que têm seu bloom reprodutivo durante este processo (INFANTE, 1982). Da mesma forma, outras espécies podem ter alta resistência aos processos de eutrofização, e assim serem classificadas como potenciais bioindicadores (GANNON & STEMBERGER, 1978; MATSUMURA-TUNDISI, 1999). Hellawell (1978) relatou as principais respostas à eutrofização, manifestadas de diferentes formas: alteração da biomassa da comunidade sem que haja alteração estrutural; permanência da diversidade, porém com alteração nas abundâncias; alteração na estrutura e abundância, porém não na biomassa.

Outras alterações na estrutura da comunidade zooplanctônica foram documentadas, para regiões tropicais, através das mudanças de níveis de precipitação, que ao induzir a diferenciação dos padrões de qualidade da água do ambiente, resultam, conseqüentemente, como principal fator físico determinante na comunidade (MATSUMURA-TUNDISI & TUNDISI, 1976; NOGUEIRA & MATSUMURA-TUNDISI, 1996).

Os rotíferos compõem um dos principais grupos encontrados na comunidade zooplanctônica de águas continentais, e são os mais diminutos metazoários encontrados no plâncton (RUTTNER-KOLISKO, 1974). O filo possui invertebrados com uma lórica sob o corpo, e uma coroa rodeada por cílios, a qual confere o nome ao grupo. Seu ciclo de vida é curto e influenciado por fatores como temperatura, disponibilidade de alimento e fotoperíodo. De acordo com Dhanapathi (2000), os rotíferos reproduzem-se rapidamente e sua comunidade pode sofrer *bloom* facilmente sob condições ambientais favoráveis. A subordem de crustáceos denominada Cladocera constitui um papel fundamental na cadeia trófica, por representar um alto ganho de energia para os grupos de níveis mais altos como peixes e outros planctívoros. Além disso, sua resposta toxicológica representa um ótimo bioindicador de até mesmo baixos níveis de poluentes (FERDOUS & MUKTADIR, 2009).

Os copépodes são representantes do filo Crustacea e constituem um dos grupos mais estudados da comunidade zooplanctônica. Estes microcrustáceos apresentam uma morfologia que facilita seu deslocamento na coluna de água, através de apêndices que auxiliam na natação. Existem grupos de copépodes que apresentam hábito de vida livre, enquanto outros são exclusivamente parasitas. Sua classificação se dá de acordo com seus hábitos alimentares, que podem sofrer variabilidade de acordo com a disponibilidade de alimento, ciclo de vida ou condições ambientais (BRUSCA *et al.*, 2018).

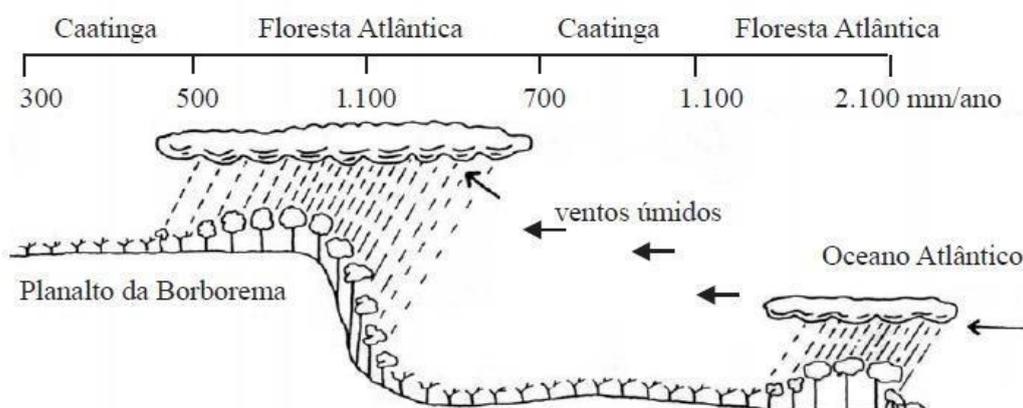
A ocorrência e abundância do zooplâncton influenciam os potenciais de distribuição de toda a ictiofauna do ambiente, já que servem de alimento tanto para larvas de peixes maiores, quanto para os peixes que se alimentam do plâncton ao longo do seu ciclo de vida. E por desempenharem esse papel intermediário entre a ictiofauna e o fitoplâncton, o zooplâncton é considerado

um dos principais componentes da cadeia trófica no ambiente aquático (GAJBIHYE, 2002).

Em relação à importância para o ecossistema como um todo, o zooplâncton pode ter grande influência nas concentrações de nutrientes, chegando a afetar outros níveis tróficos, principalmente os produtores primários, podendo resultar em alterações no ambiente em sua integralidade (ANDERSEN & HESSEN, 1991).

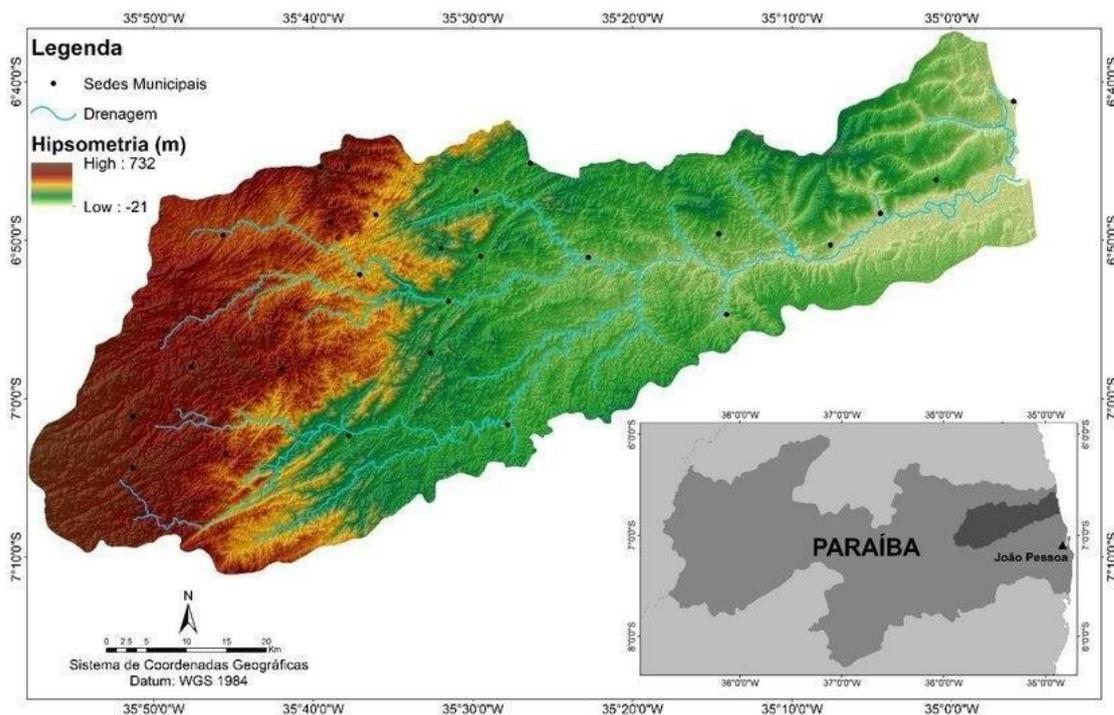
Alguns ecossistemas aquáticos continentais do Nordeste do Brasil, estão localizados em ilhas úmidas na matriz semiárida, conhecidas como Brejos de Altitude. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) define tais brejos como disjunções de floresta estacional semidecidual montana, classificando-os como um dos tipos vegetacionais da Mata Atlântica. Para que se origine essa disjunção de Mata Atlântica em áreas de semiárido, a hipótese mais aceita sugere as mudanças climáticas durante o Pleistoceno como os fatores que possibilitaram a penetração desses tipos vegetacionais na Caatinga. Após os períodos interglaciais, os resquícios da Mata Atlântica permanecem em áreas onde o microclima ainda é favorável, como as maiores altitudes, onde formam-se ilhas que servem como refúgio para espécies de Mata Atlântica inseridas dentro dos domínios da Caatinga (ANDRADE-LIMA, 1982). Mesmo com tamanha proximidade com a Caatinga, os brejos de altitude apresentam uma condição climática bastante atípica com relação à umidade, temperatura e vegetação e com pouco conhecimento sobre a sua vegetação e ecologia (PORTO *et. al.*, 2004)

Atualmente, menos de 15% das áreas originais de brejo continuam existindo, mesmo considerando os mosaicos de vegetação de Cerrado e Caatinga, que por não pertencerem aos remanescentes da Mata Atlântica, não constaram nos últimos relatórios do SOS Mata Atlântica (VASCONCELOS SOBRINHO, 1971).



**Figura 1:** Perfil esquemático dos brejos de altitude no estado da Paraíba. (Fonte: TABARELLI & SANTOS, 2004)

No estado da Paraíba, o Planalto da Borborema corresponde ao principal constituinte do relevo com importância não só para o estado, mas para toda a região Nordeste. Tem papel fundamental na diversificação do clima, onde iniciam as principais redes de drenagem do estado (JAIME *et al.*, 2004). As zonas de brejos localizam-se na porção da encosta leste, onde a altitude pode ser maior que 600 metros, e uma rede de drenagem é formada pela grande presença de córregos perenes e pela atividade erosiva frequente nesta área (MELO, 1958). É a partir dessas influências que nascem os principais rios que constituem as bacias de abastecimento do estado, como é possível visualizar na Figura 2, em que é exemplificada a Bacia do Rio Mamanguape.



**Figura 2:** Mapa de localização e padrão de altitude da área da Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape. (Fonte: GONÇALVES *et al.*, 2015)

As bacias do Rio Mamanguape e Paraíba dominam as zonas de brejos de altitude na Paraíba. Em relação ao Rio Paraíba, as principais áreas de influência são: cabeceira do Rio Ingá, no município de Areia; Riacho Camurim, no município de Salgado de São Félix; e o Rio Natuba, no município de Natuba. Já para a bacia do Mamanguape, o Rio Guandu é seu principal afluente, no município de Solânea, o Rio Angelim, no município de Areia (ROSA; GROTH, 2004).

Por estarem inseridos nas regiões de semiárido os brejos são considerados verdadeiras “ilhas” produtivas, quando comparados com as áreas adjacentes (COUTINHO, 1986). Desta forma, tornam-se áreas extremamente visadas para cultivo, e a consequência é uma alta exploração para a agricultura que disputa espaço com a vegetação nativa, comprometendo a quantidade e a qualidade

das águas dos córregos e mananciais que banham todo o seu território (JAIME *et al.*, 2004).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Caracterizar o ambiente aquático e a comunidade de invertebrados zooplanctônicos de dois brejos paraibanos, em reservatórios nos rios Paraíba e Mamanguape.

### **2.2 Objetivos específicos**

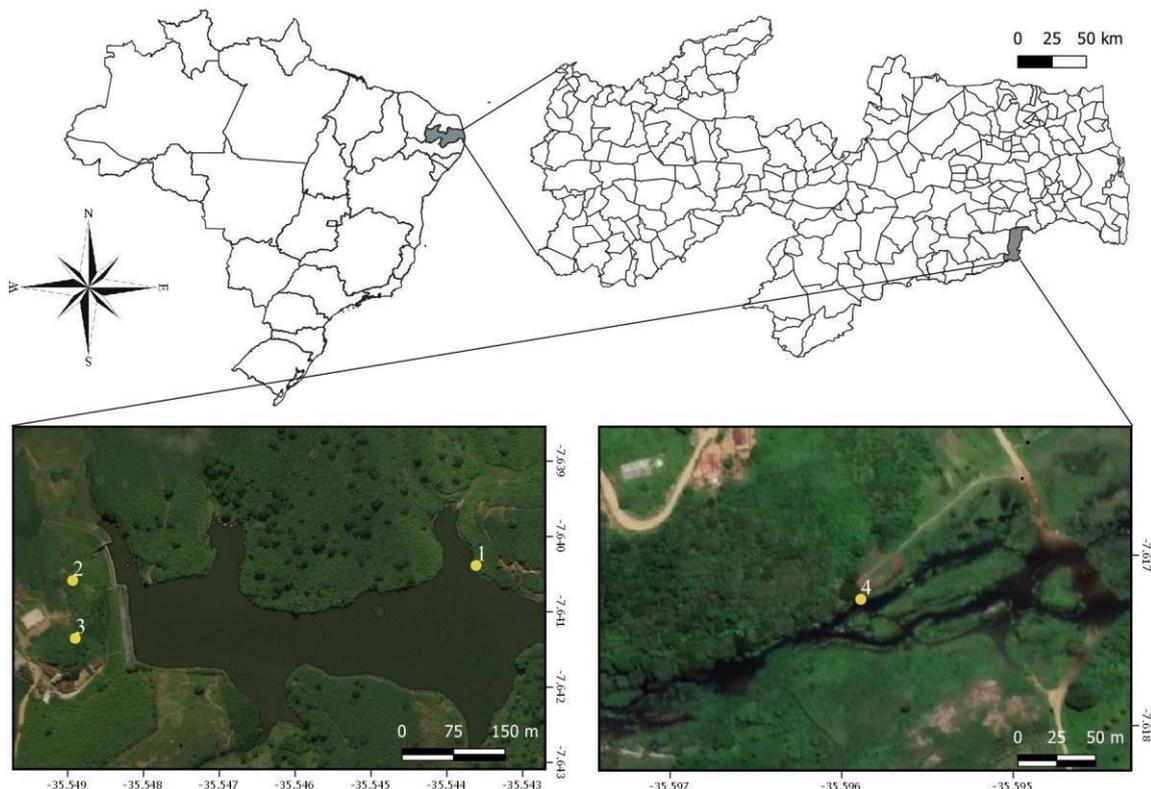
- Analisar as concentrações de amônia, nitrito, nitrato e fosfato na água, para caracterizar dois ambientes aquáticos em dois brejos de altitude da Paraíba;
- Determinar a densidade dos principais grupos representantes da comunidade zooplanctônica de duas localidades em brejos paraibanos;
- Estimar a qualidade de água de dois açudes do brejo paraibano em períodos de estiagem e chuvoso.

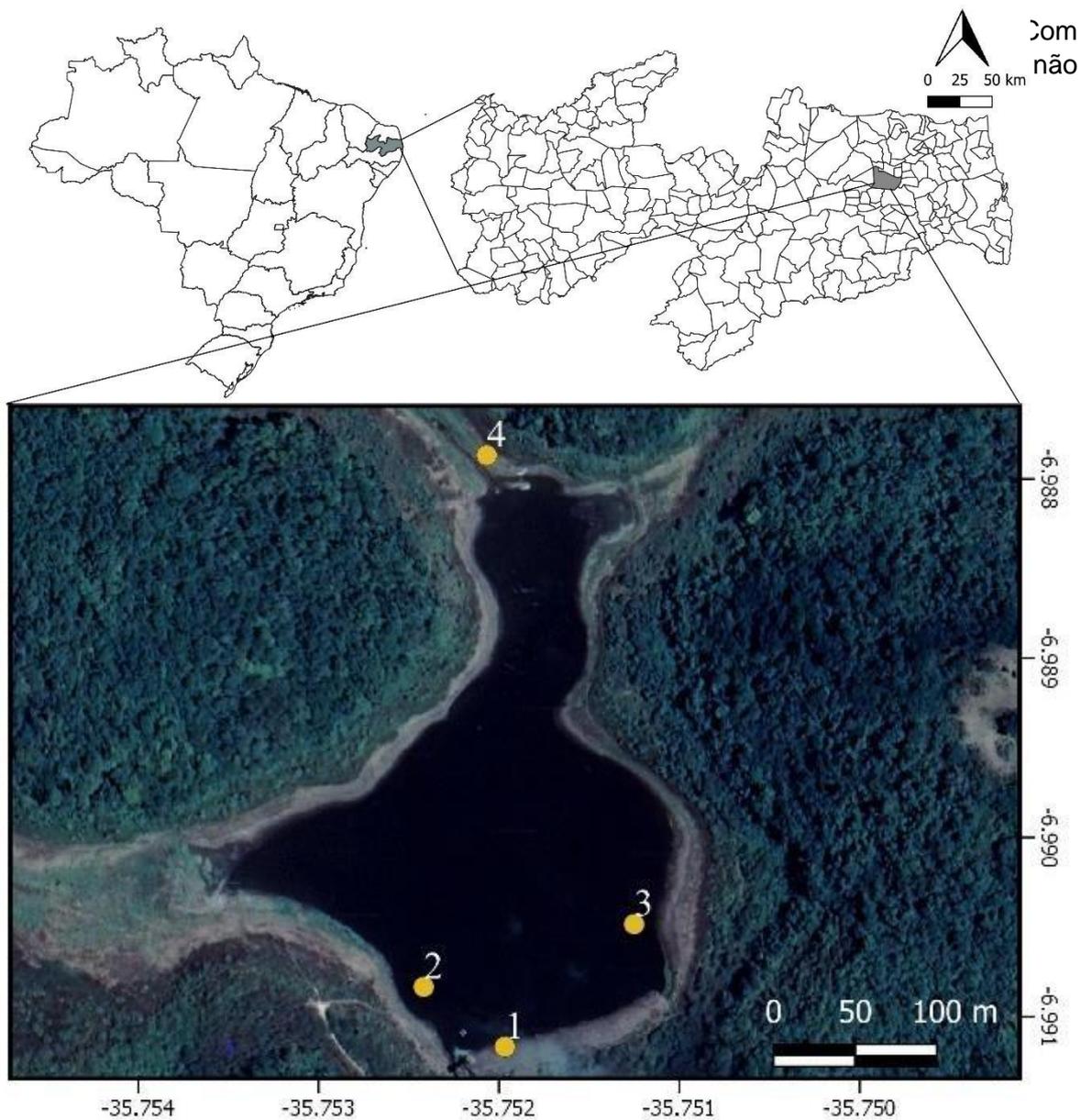
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

As coletas foram realizadas em duas áreas, sendo uma pertencente à bacia do Rio Paraíba - Rio Natuba, no município de Natuba, Paraíba, Brasil ( $7^{\circ} 38' 27''$ ,  $35^{\circ} 33' 0''$ ) (Fig. 3); e outra pertencente à bacia do Rio Mamanguape - reservatório Vaca Brava, no município de Areia, Paraíba, Brasil ( $6^{\circ} 57' 42''$  Sul,  $35^{\circ} 41' 43''$ ) (Fig. 4). Ambos os municípios estão situados em áreas de brejos de altitude, com altitude média de 600 m. A classificação do clima segundo Köppen-Geiger é As, quente com chuvas de inverno, assim como a maioria das áreas de brejos.

As influências antrópicas nas áreas confirmam o esperado para solos produtivos em meio às áreas de semiárido, como são os brejos de altitude. Assim, Natuba apresenta uma forte influência de plantações de bananas e uvas, além de efluentes domésticos lançados pelas áreas residenciais adjacentes em todo o território estudado. O reservatório Vaca Brava está localizado na Reserva Biológica do Pau-Ferro, localizada a 5 Km do município de Areia, com temperatura média anual de  $22^{\circ} \text{C}$  (Mayo e Fevereiro 1981), este abastece boa parte da população dos brejos paraibanos. De acordo com a Agência Executiva da Gestão das Águas (AESAs), a região leste do estado da Paraíba que abriga as áreas de brejo, em que ocupa em sua totalidade a bacia do Paraíba e o médio curso do Mamanguape, se enquadram na classificação de períodos chuvosos que definem os meses chuvosos entre abril e julho.





**Figura 4:** Área do reservatório Vaca Brava, no município de Areia, Paraíba, Brasil. Com determinação dos três pontos de coleta. (Fonte: CHAVES, 2020. Dissertação não publicada).

### 3.2 Coleta e triagem

As coletas foram divididas em estações estiagem e chuvosa: (1) dias 19 e 20 de março de 2019 foi realizada a primeira coleta em Natuba, referente ao período de estiagem; (2) 15, 16 e 17 de abril a coleta referente ao período de estiagem foi realizada em Areia; e em ambas as localidades no mês de novembro para a estação chuvosa (3 e 4), nos dias 10 e 11 em Natuba, e no

dia 12 de novembro em Areia. Em cada ponto de coleta, foram aferidos os parâmetros químicos e físicos da água, sendo eles: temperatura da água (°C), pH, condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), oxigênio dissolvido ( $\text{mg}/\text{L}$ ), potencial de oxirredução (ORMmv) e sólidos totais dissolvidos ( $\text{mg}/\text{L}$ ), utilizando uma sonda multiparâmetros Horiba/U-50.

Uma rede de zooplâncton de 50 micrômetros foi utilizada para a filtragem de ~200 L de águas superficiais de cada ponto, sempre na zona litorânea de cada corpo de água. As amostras foram armazenadas em garrafas pets de 200 a 500 mL com formol a 4% para fixação. Ainda foi coletado 1L de água em cada ponto, para análises de concentrações de nutrientes, de acordo com os métodos de Eaton e seus colaboradores (2005), em “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”. Todas as amostras foram levadas ao Laboratório de Hidrologia, Microbiologia e Parasitologia (LAHMP/UFPB). A contagem foi realizada através de subamostras de 1mL em câmara de Sedgwick-Rafter, em microscópio óptico Leica, para determinação da densidade (indivíduo.  $\text{L}^{-1}$ ), de acordo com a metodologia proposta por Pinto- Coelho (2004), em “Amostragem em Limnologia”. A contagem foi realizada através da separação dos grandes grupos: rotíferos, copépodos adultos, naúplios, cladóceros, e larvas de insetos.

### 3.3 Dados e análises estatísticas

As amostras foram analisadas através de uma Câmara de Contagem de Sedgwick-Rafter com capacidade para 1 mL, e um Microscópio Olympus CX31. Foram calculadas a densidade, dada em número de indivíduos do grupo por litro de amostra, de acordo com a fórmula:

$$\text{Densidade} = \frac{\text{volume da amostra} \times \text{indivíduos do táxon na amostra}}{\text{volume filtrado}}$$

E abundância relativa, dada em porcentagem, de acordo com a fórmula:

$$\text{Abundância relativa} = \frac{\text{densidade do táxon no local} \times 100}{\text{densidade total}}$$

As análises estatísticas foram realizadas no programa Statistica Release 7 da StatSoft, de 2006. O teste utilizado foi o de Mann-Whitney, em que dados não paramétricos são ordenados e tem como resultado a comparação de distribuição entre duas amostras independentes. Neste caso, foram realizadas as análises usando como variáveis dependentes cada um dos táxons, e como variáveis independentes o local (Areia e Natuba) e a estação (estagnação e chuvosa).

## 4 RESULTADOS

Os parâmetros ambientais utilizados para a caracterização do ambiente foram a temperatura da água, pH, potencial de oxirredução, condutividade, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos; além das concentrações de nutrientes: amônia, nitrito, nitrato e fosfato. As médias dos valores foram calculados como é possível observar no Quadro 2.

**Quadro 1:** Média dos valores de parâmetros ambientais para Areia e Natuba, categorizados por estações chuvosa e estiagem.

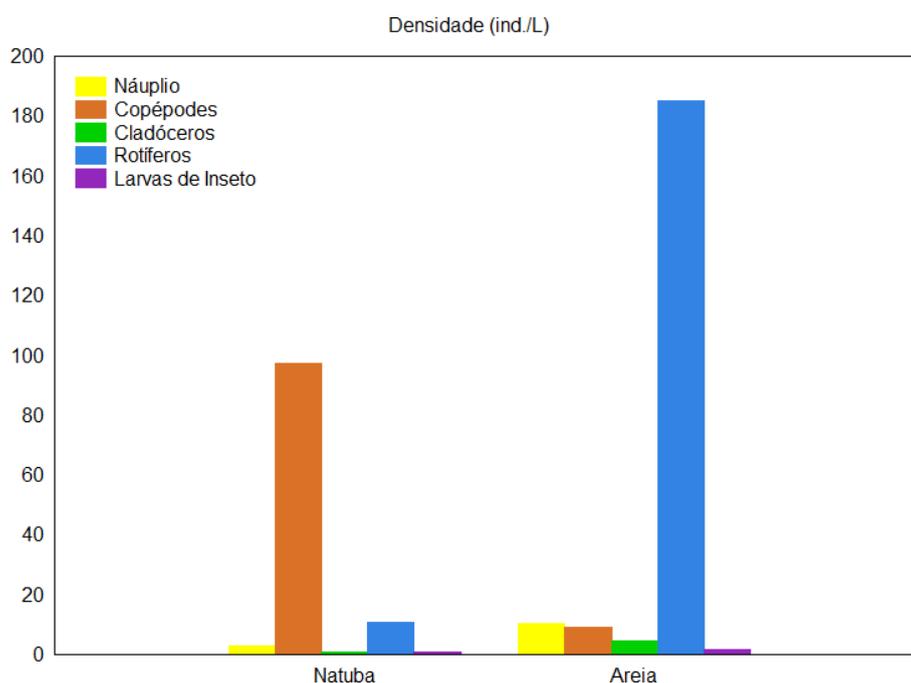
	Areia		Natuba	
	Estiagem	Chuvosa	Estiagem	Chuvosa
Temperatura da água (°C)	29,66	27,22 °C	29,98 °C	28,58 °C
pH	8,84	9,38	9,07	10,02
Potencial de oxirredução (ORPmV)	439,67	136,67	208,57	151,25
Condutividade (µS/cm)	0,90	0,30	0,24	0,24
Oxigênio dissolvido (mg/L)	9,71	5,31	8,27	7,75
Sólidos totais dissolvidos (g/L)	0,57	0,19	0,23	0,15
Amônia (mg/L)	3,11	0,00	0,04	0,10
Nitrito (mg/L)	0,00	0,02	0,00	0,02
Nitrato (mg/L)	0,06	0,02	0,08	0,062
Fosfato (mg/L)	0,02	0,00	0,04	0,075

As concentrações de nutrientes entre os dois ambientes revelam um pico de amônia em Areia no período da seca que atinge 3,11 mg/L. Sua concentração é indetectável no período da cheia, assim como valores próximos de zero são detectados para Nitrito, Nitrato e Fosfato em ambas as estações para o município de Areia. Em Natuba é possível observar um aumento na concentração de amônia após o período de chuvas. Nitrito, nitrato e fosfato também foram registrados para Natuba no período da cheia, porém com valores baixos que não excedem os limites estabelecidos pela Resolução 357 de 2005 do CONAMA (Figura 8).

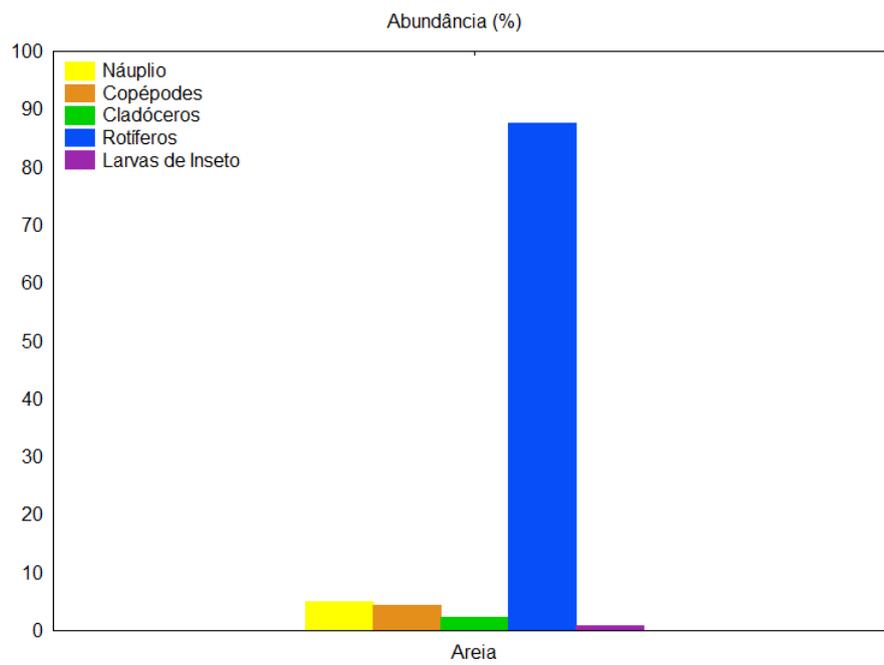
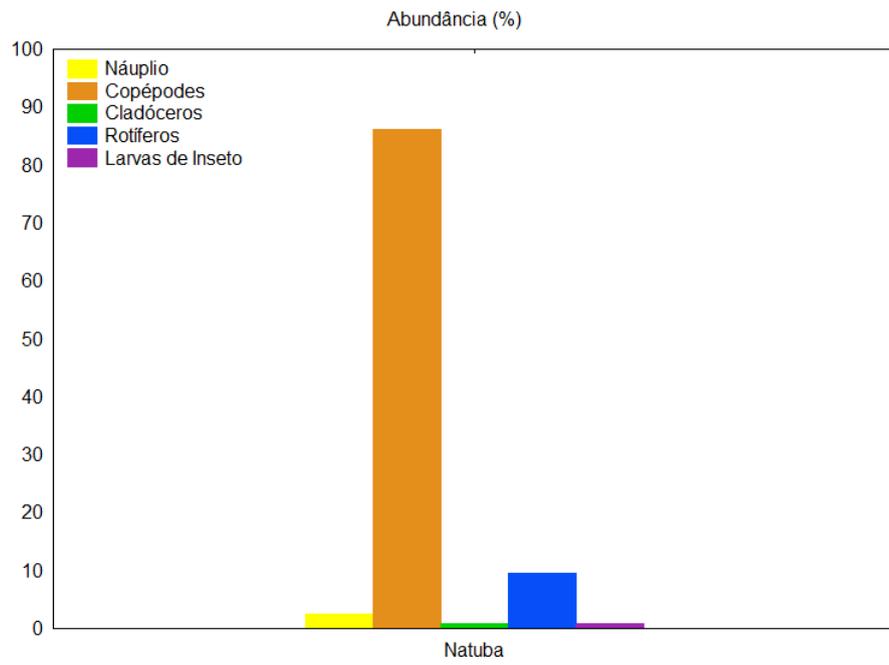
Em ambas as localidades do brejo paraibano foi possível registrar a ocorrência de todos os principais grupos que compõem a comunidade zooplanctônica: larvas de insetos, rotíferos, cladóceros, copépodos adultos e sua fase larval denominada náuplios. A densidade calculada mostra uma abundância bem

maior de rotíferos no reservatório Vaca Brava, na cidade de Areia, em que 87,64% dos indivíduos coletados pertenciam a este grupo, correspondendo a 185 ind. L<sup>-1</sup>. Náuplios representaram 4,91% das amostras do Vaca Brava com 10,3 ind. L<sup>-1</sup>, copépodos adultos 4,39% com 9,2 ind. L<sup>-1</sup>, cladóceros 2,25% com 4,7 ind. L<sup>-1</sup> e larvas de insetos representaram 0,8% com 1,6 ind. L<sup>-1</sup>.

No reservatório do município de Natuba, quem teve sua maior representatividade foram os copépodos adultos, com 86% correspondendo a 97,4 ind. L<sup>-1</sup>; Rotíferos corresponderam a 9,56% com 10,8 ind. L<sup>-1</sup>, náuplios representaram 2,6% com 2,9 ind. L<sup>-1</sup>, cladóceros 0,9% com 1 ind. L<sup>-1</sup> e larvas de insetos também com 0,9%, com densidade de 1 ind. L<sup>-1</sup> (Figura 5).



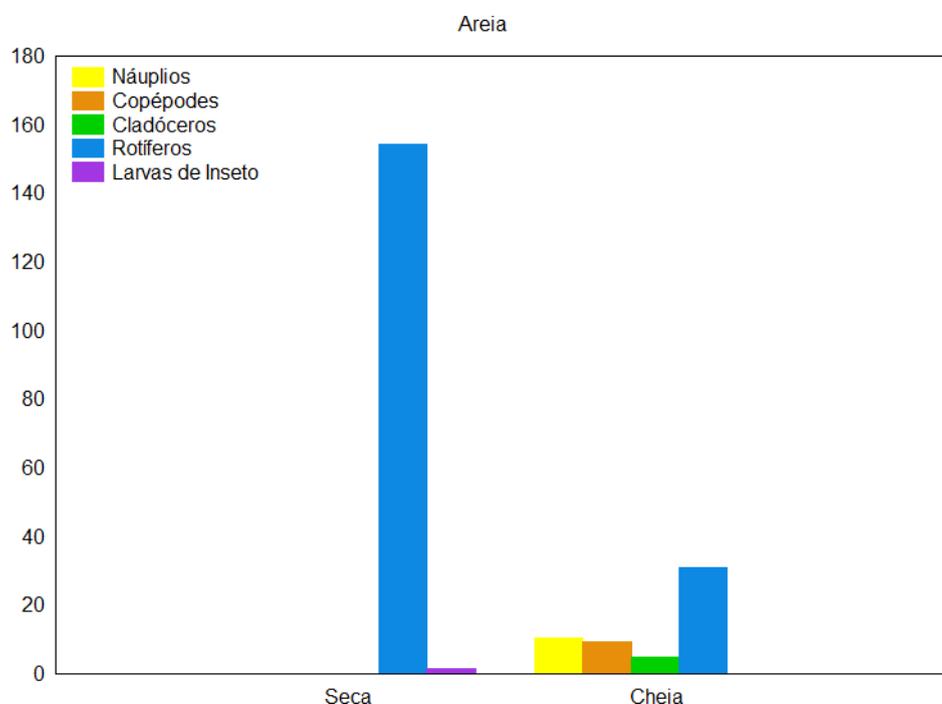
**Figura 5:** Densidade (ind. L<sup>-1</sup>) dos grupos de zooplâncton para os municípios de Areia e Natuba.

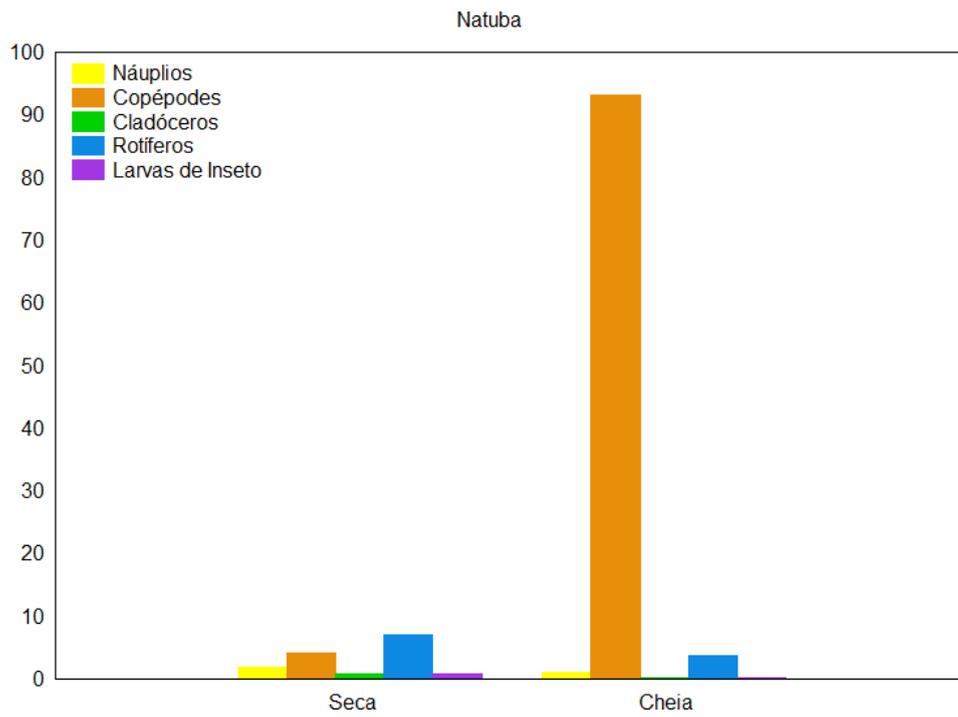


**Figura 6:** Abundância relativa de todos os grupos nos municípios de Natuba e Areia.

Em relação aos períodos de chuva e estiagem dos reservatórios, o município de Natuba apresenta uma grande mudança na abundância dos copépodos adultos após as chuvas; de 4,1 ind. L<sup>-1</sup> essa densidade atinge 93,2 ind. L<sup>-1</sup> na estação chuvosa. Os outros grupos permanecem com padrões semelhantes independente da estação (Figura 6).

Em Areia, os rotíferos são extremamente abundantes no período da estiagem, com uma densidade de 154 ind. L<sup>-1</sup> nesta estação. O outro grupo com ocorrência na estiagem em Areia é apenas o das larvas de insetos com uma densidade de 1,5 ind. L<sup>-1</sup>. Nenhum dos grupos de microcrustáceos foi registrado na estiagem em Areia. Após o período das chuvas, a densidade de rotíferos cai para 30 ind. L<sup>-1</sup>, e os outros grupos surgem: náuplios com 10 ind. L<sup>-1</sup>, copépodos adultos com 9,2 ind. L<sup>-1</sup>, cladóceros com 4,75 ind. L<sup>-1</sup> e larvas de inseto com 0,1 ind. L<sup>-1</sup> (Figura 7).





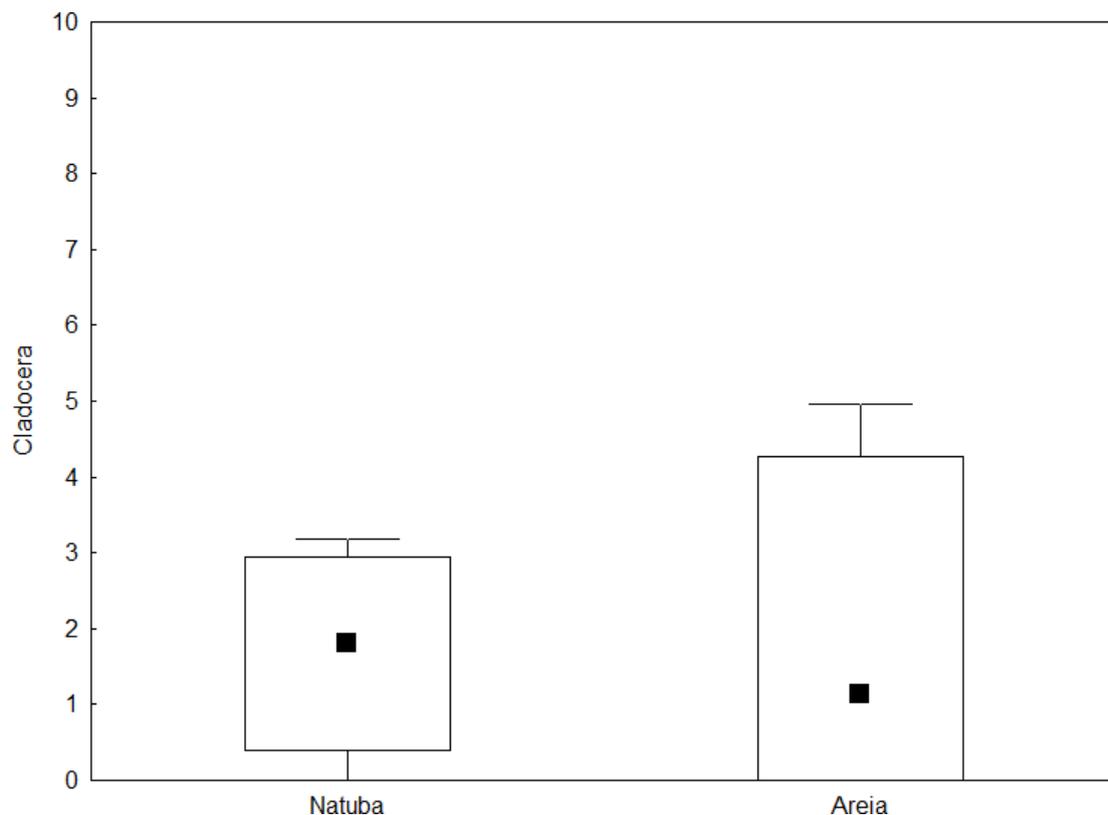
**Figura 7:** Valores de densidade da comunidade zooplanctônica de Areia e Natuba entre as estações de estiagem (Seca) e chuvoso (Cheia).

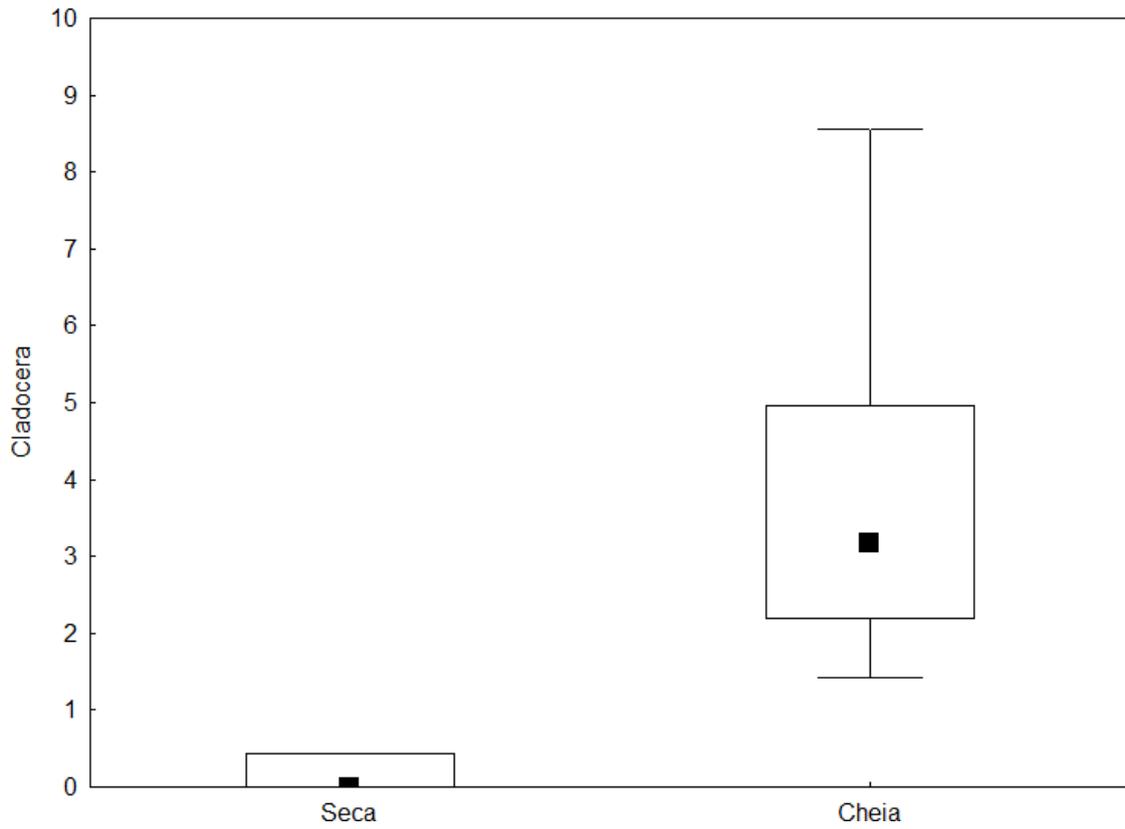
O teste de Mann-Whitney com variáveis independentes foi realizado a fim de identificar qual variável pode justificar uma diferença entre a abundância dos grupos em relação a estação (seca ou cheia) e local (Areia ou Natuba). Desta forma, em relação a estação obteve-se um resultado significativo para os grupos Cladóceras e Larva de inseto; e apenas o grupo rotífero em relação ao local, com valores de  $p < 0,05$  (Quadro 2).

**Quadro 2:** Teste U de Mann-Whitney relacionando as variáveis de abundâncias dos grupos com Estação (seca e cheia) e Local (Areia e Natuba).

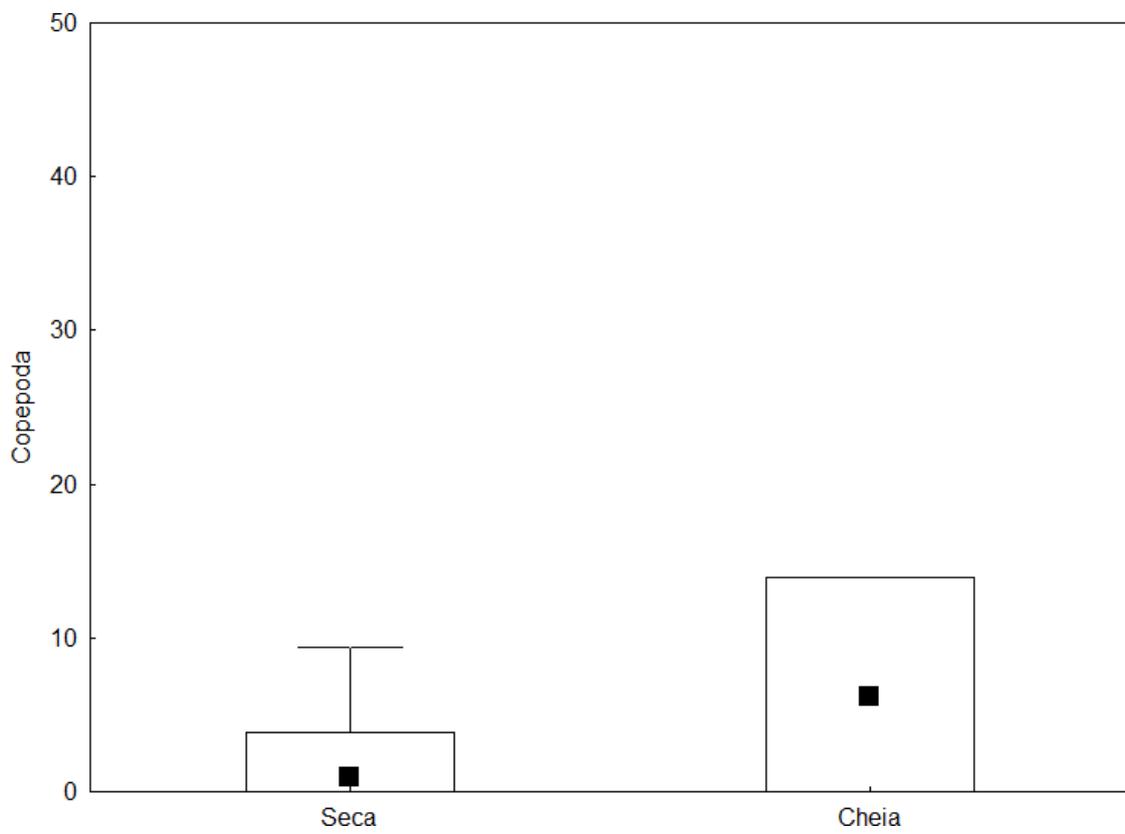
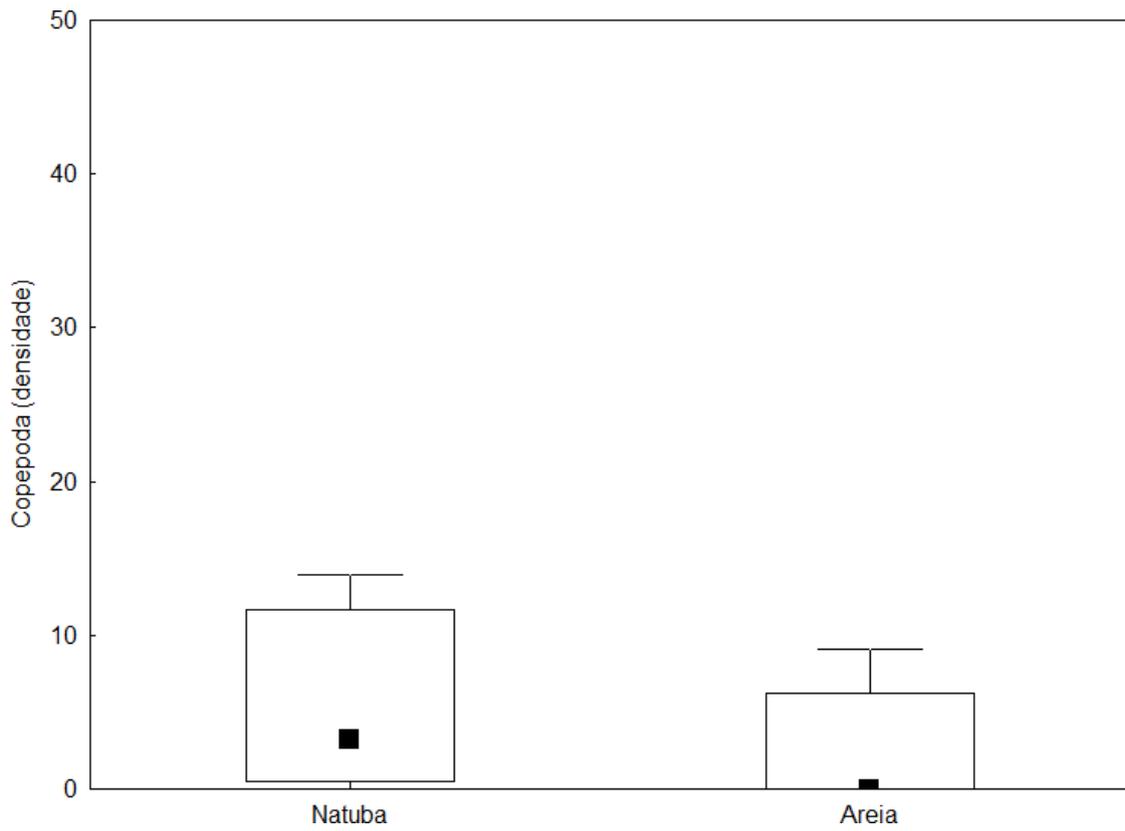
Grupo	Estação		Local	
	U	valor de p	U	valor de p
Náuplio	12	0,102	21	0,755
Copepoda	18,5	0,425	14	0,228
Cladóceras	3	<b>0,005</b>	20,5	0,662
Rotífera	15	0,225	1	<b>0,001</b>
Larva de inseto	6,5	<b>0,017</b>	17,5	0,414

As figuras de 8 a 12 mostram os resultados da correlação entre grupos e localidade, e entre grupos e estação.

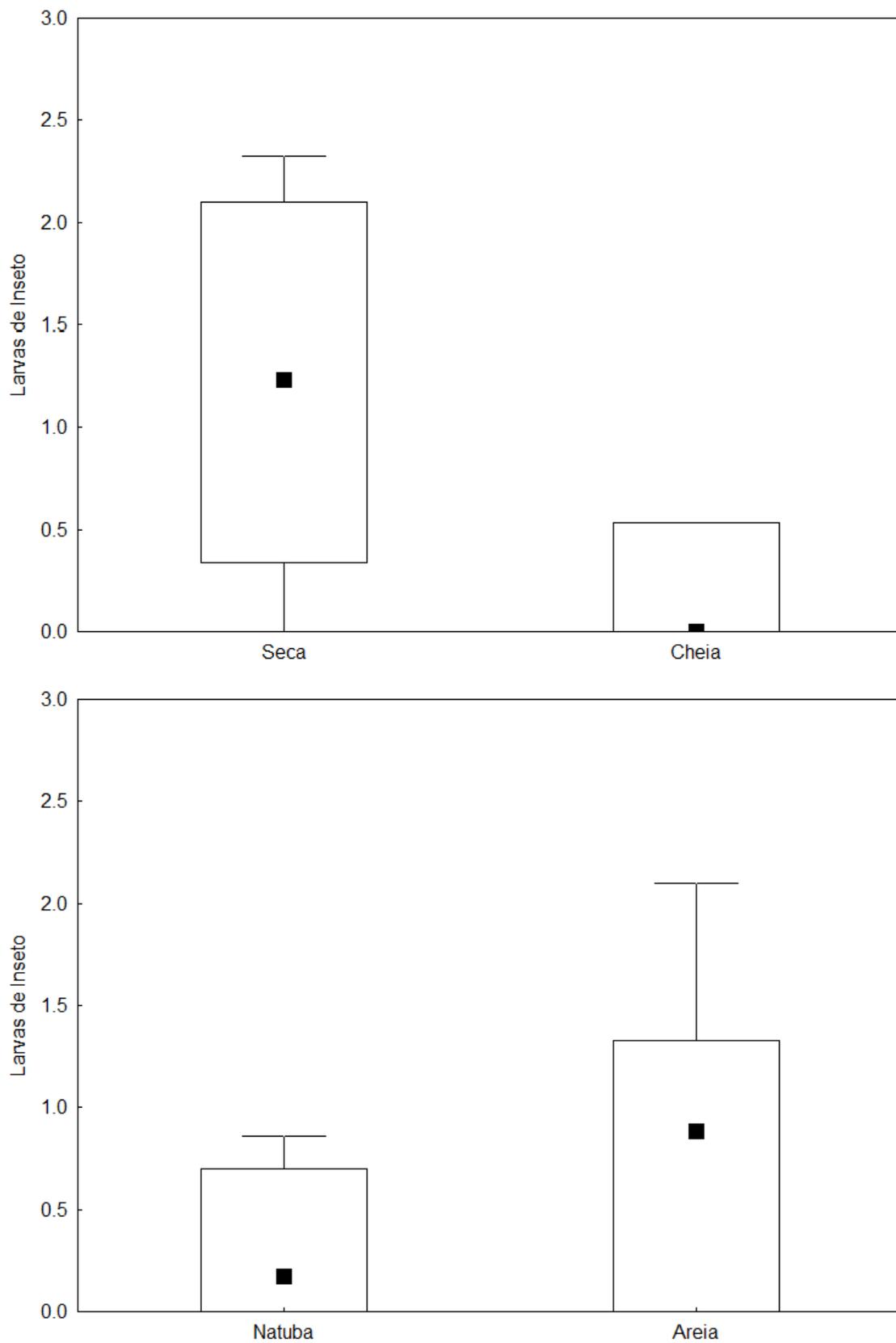




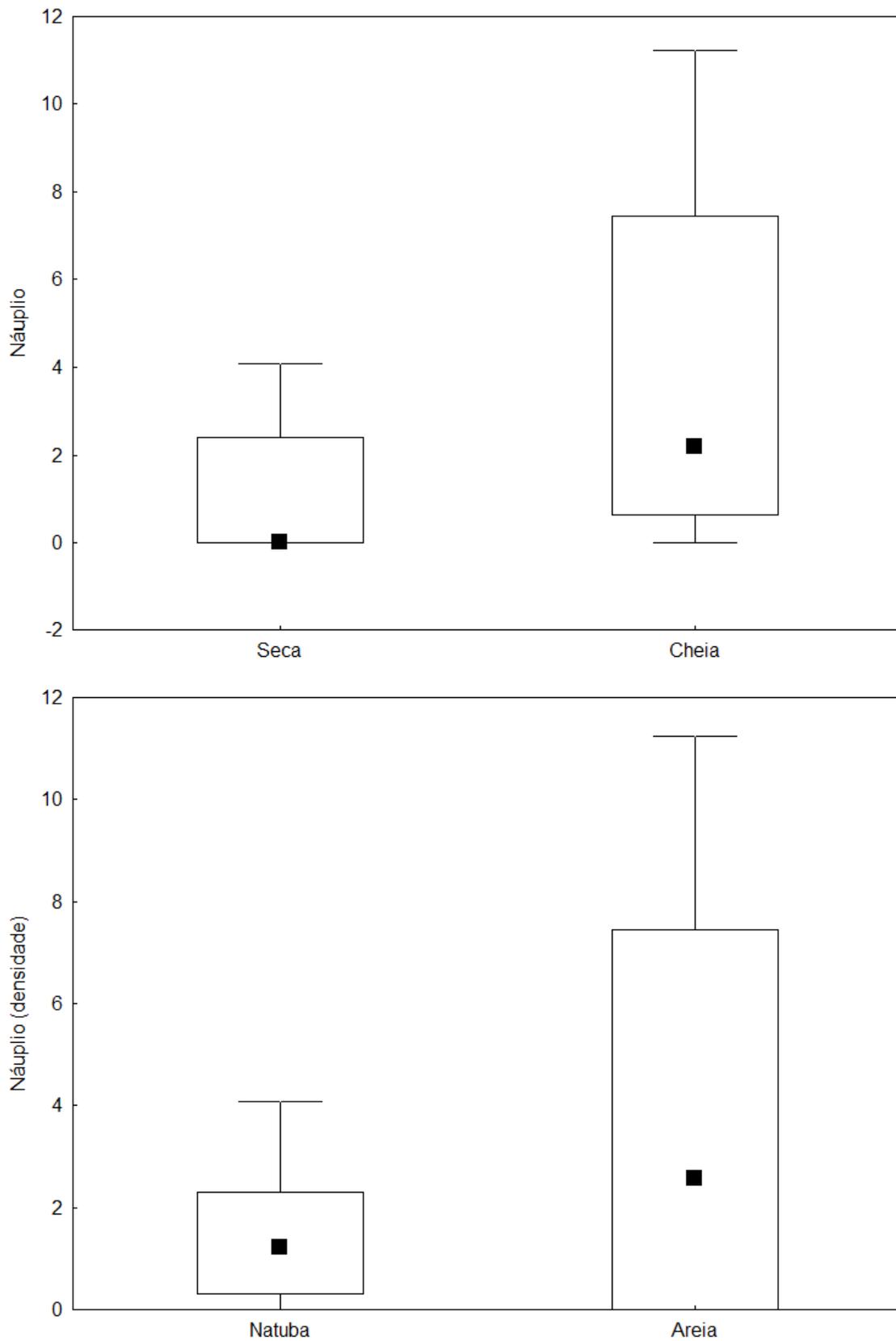
**Figura 8:** Gráfico da análise de correlação de Cladocera com Local (Natuba e Areia) e estações estiagem e chuvosa (Seca e Cheia, respectivamente).



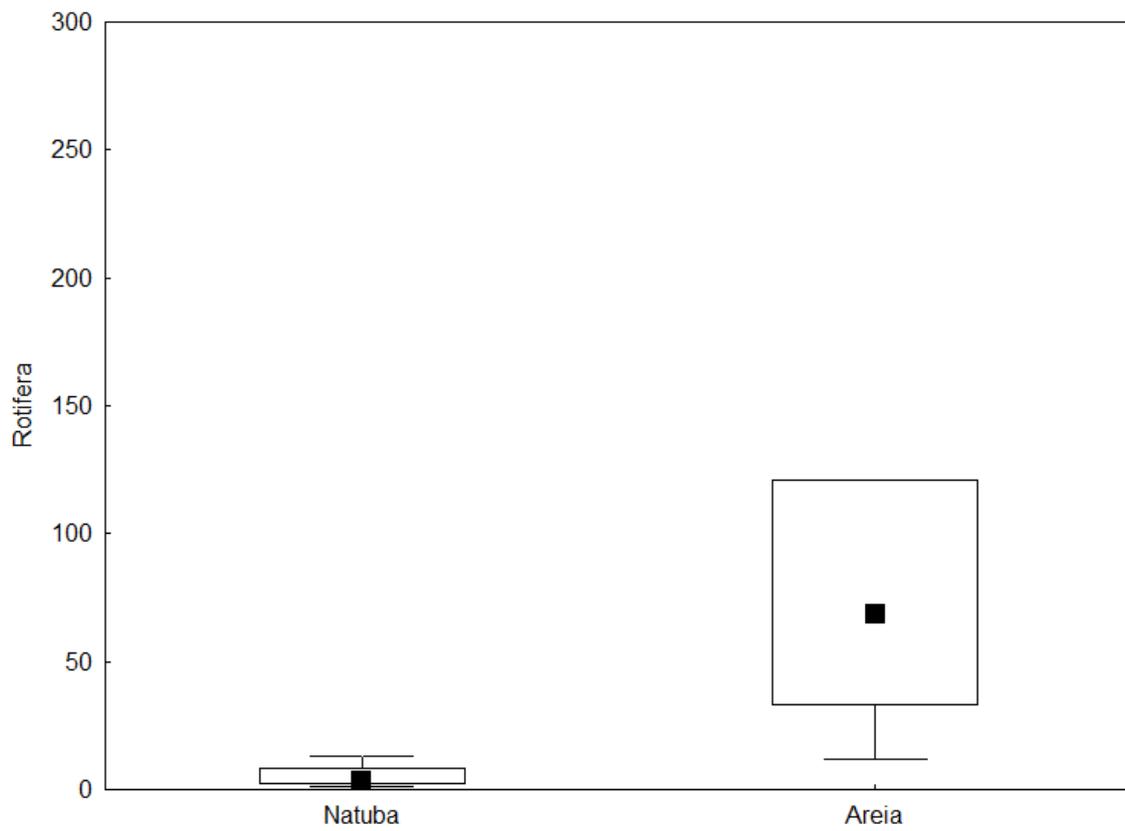
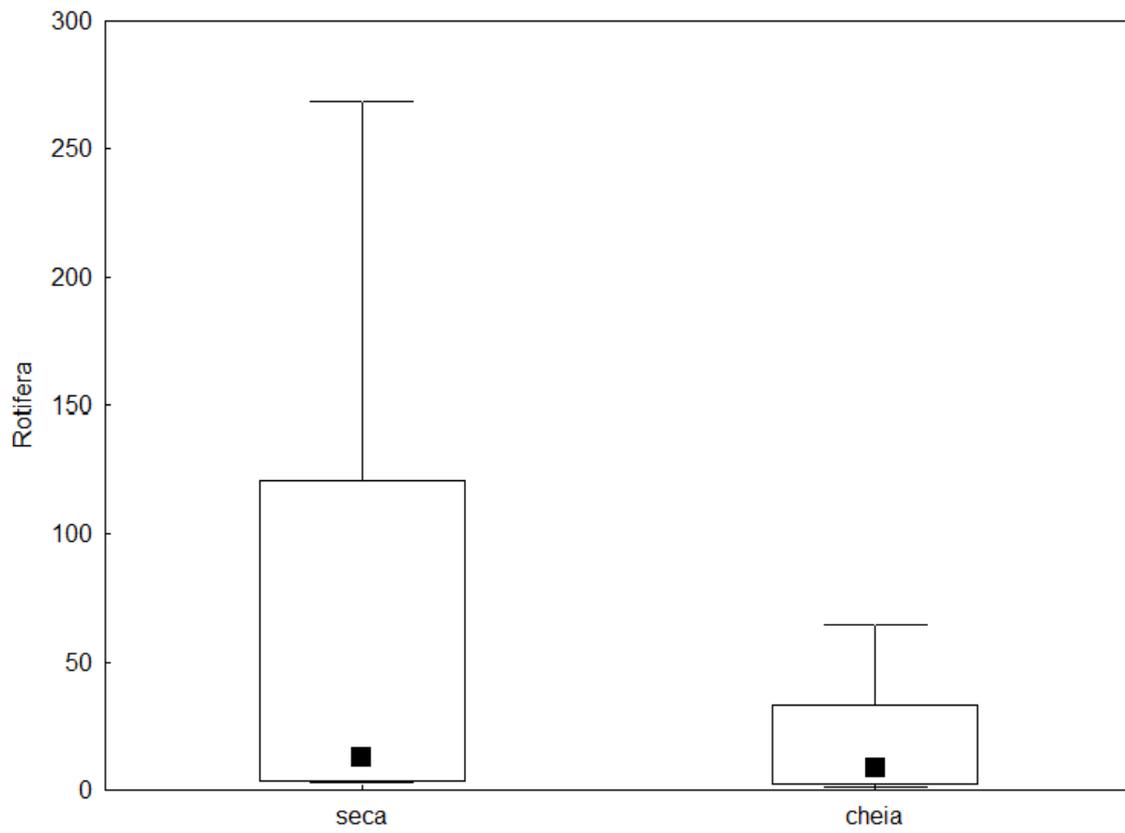
**Figura 9:** Gráfico da análise de correlação dos grupos de Copepoda com Local (Natuba e Areia) e estações estiagem e chuvosa (Seca e Cheia, respectivamente).



**Figura 10:** Gráfico da análise de correlação dos grupos de Larvas de inseto com Local (Natuba e Areia) e estações estiagem e chuvosa (Seca e Cheia, respectivamente).



**Figura 11:** Gráfico da análise de correlação dos grupos de Náuplios com Local (Natuba e Areia) e estações estiagem e chuvosa (Seca e Cheia, respectivamente).



**Figura 12:** Gráfico da análise de correlação dos grupos de Rotifera com Local (Natuba e Areia) e estações estiagem e chuvosa (Seca e Cheia, respectivamente).

## 5 DISCUSSÃO

Os dados abióticos de caracterização do ambiente foram comparados aos limites estabelecidos pela resolução 357 de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Ambos os ambientes são caracterizados como Classe 2 de acordo com a mesma, e os únicos valores que ultrapassaram os limites estabelecidos foram a concentração de amônia para o período da seca em Areia, e o valor de sólidos totais dissolvidos, para a mesma estação e local.

O pH manteve-se acima de 8 em todas as coletas, variando até 10,02. Esteves (2011) afirmou que o pH de ecossistemas aquáticos continentais são comumente classificados entre 6 e 8,5, e que as comunidades componentes desses ecossistemas possuem adaptações a viverem em condições mais ácidas ou mais alcalinas.

Estes valores podem representar uma grande quantidade de material orgânico na coluna d'água e pode ser justificado por uma elevação em processos como decomposição. Altas concentrações de amônia associadas ao baixo oxigênio dissolvido podem ser justificadas pela decomposição da vegetação aquática que consome parte do oxigênio presente na água, assim como um pH mais alcalino associado a um aumento de temperatura também dão indícios deste processo (HENRY *et al.*, 2005). O aumento na concentração de sólidos totais dissolvidos também tem sido registrado como um reflexo da entrada de material alóctone no ambiente, como resultado de processos de decomposição, seja de origem natural ou antrópica, como carreamento de materiais de agricultura ou esgotos domésticos para essa área (TOWNSEND *et al.*, 2010)

A área de Natuba possui diversas influências antrópicas nas margens do reservatório, desde extensas plantações de bananas até residências que poderiam estar lançando efluentes domésticos no corpo d'água. Gomes e colaboradores (2016) evidenciam a facilidade com que períodos chuvosos podem aumentar a variação de parâmetros físicos e químicos da água, e como todos esses fatores podem influenciar na dinâmica do ecossistema aquático. Com tudo isso, áreas com influências antrópicas podem chegar a receber e agregar a sua matéria orgânica materiais como metais, pesticidas e nutrientes provindos do uso agrícola, todos drenados direto para o ecossistema.

Nos estudos de descrição de comunidades zooplanctônicas de água doce, os componentes do microzooplâncton do filo Rotifera são comumente registrados como os mais abundantes (GANNON & STEMBERGER, 1978; SLÁDECK, 1983; BLANCHER, 1984; BERZINS & PEJLER, 1989; MATSUMURA-TUNDISI *et al.*, 1990; PONTIN & LANGLEY, 1993; TORRES-OROZCO & ZANATT, 1998), sendo os mais encontrados principalmente em ambientes eutrofizados (VIEIRA *et al.*, 2009). Em Areia, estes representaram 87,64% da abundância, correspondendo a 185 ind. L<sup>-1</sup>. Já no município de Natuba, os rotíferos não foram os mais abundantes: representaram 9,56%, enquanto os copépodes dominaram o ambiente com 86% de abundância.

Pejler (1983) estudou a relação do estado trófico com a composição da comunidade e percebeu que quanto maior o nível do estado trófico, maior a abundância de grupos do microzooplâncton, como os rotíferos e os náuplios, devido ao favorecimento de uma alimentação especializada em pequenas partículas, além de sua plasticidade trófica (XI *et al.*, 2002). Porter e McDonough observaram que formas menores apresentam maiores taxas de filtração quando o alimento não é limitante; outro fator que contribui para o desenvolvimento dos rotíferos em ambientes mais propensos a eutrofização.

Os copépodes são o grupo mais abundante no município de Natuba, e tem uma alta abundância no período da cheia, atingindo 93,2 ind./L. Os copépodes calanóides, por apresentarem hábito alimentar filtrador, estão mais relacionados a ambientes pouco eutrofizados, pois há uma menor possibilidade de ingestão de toxinas provindas de cianobactérias geralmente extremamente abundantes quando os níveis de nutrientes são mais elevados, deixando esse ambiente pouco aproveitável para os macrofiltradores (LAMPERT, 1982). Porém, os ciclopóides, que se alimentam majoritariamente dos rotíferos, são comumente registrados em ambientes com altas concentrações de nutrientes, considerados eutrofizados ou até mesmo hipereutrofizados (LEITÃO *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2009).

Os cladóceros apresentam uma maior diversidade em hábito e morfotipo, desta forma os organismos pertencentes a este grupo tendem a se relacionar de diferentes formas e se adaptar a ambientes tanto mais eutrofizados, quanto com menores concentrações de nutrientes. Também tem uma alta plasticidade, o que pode ser potencializado pela sua capacidade de diapausa (ESTEVES & SENDACZ, 1988; CRISPIM & WATANABE, 2001).

Dentre os fatores que podem ter influência nessa estruturação da comunidade, predação, competição e principalmente disponibilidade de recursos são os mais citados (ARORA & MEHRA, 2003; Wen *et al.*, 2011). Em relação aos fatores abióticos, Wang e colaboradores em 2010 afirmaram que temperatura, pH e disponibilidade de nitrogênio estão entre os principais fatores de influência para a estruturação da comunidade zooplanctônica.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho foi possível descrever e caracterizar através de dados biológicos, químicos e físicos dois corpos d'água dos brejos de altitude paraibanos. Foi descrita em grandes grupos a comunidade zooplanctônica, uma comunidade com predominância do grupo Rotifera foi registrada para o município de Areia, e para o município de Natuba ocorreu a predominância dos copépodos adultos. Também foi possível avaliar as alterações estruturais que ocorreram nestas comunidades de acordo com as estações de cheia e seca, em Areia há uma redução da população de rotíferos após a cheia, permitindo assim o surgimento dos outros grupos que antes estavam ausentes. Em Natuba, após as chuvas há um super crescimento da abundância de copépodos adultos, porém os outros grupos permanecem com a densidade pouco alterada entre estações. Cladóceros e larvas de inseto tiveram resultados significativos ao correlacionar com a estação, assim como Rotífero foi significativo para o local. Os dados abióticos indicaram ambos os corpos de água como pertencentes à Classe 2 da Resolução 357/05 da CONAMA, em que os resultados dos parâmetros analisados, em sua maioria, respeitaram os limites máximos estabelecidos pela mesma para essa classe.

## REFERÊNCIAS

Anderssen, A. & D.O. Hessen. **Carbon, nitrogen, and phosphorus contents of freshwater zooplankton.** Limnology and Oceanography. 1991.

Andrade-Lima, D. **Present day forest refuges in Northeastern Brazil.** Biological Diversification in the Tropics. Columbia University Press, New York. 1982.

Berzins, B. & Pejler, B. **Rotifer occurrence and trophic degree.** Hydrobiologia. 1989.

Blancher, E. C. **Zooplankton trophic relationships in some north and central Florida lakes.** Hydrobiologia. 1984.

Coutinho, S.F.S. **Geografia e uso da terra nos trópicos - Degradação dos recursos naturais nas áreas de “brejos” do agreste pernambucano.** 1º Congresso Brasileiro de Tropicologia. (Anais). Recife. 1986.

Crispim, M. C., Watanabe, T. **What can dry reservoir sediments in a semi-arid region in Brazil tell us about cladocera?** Hydrobiologia. 2001.

Dhanapathi M. V. S. S. **Taxonomic notes on the rotifers from India (from 1989 – 2000).** Indian Association of Aquatic Biologists (IAAB). 2000.

Eaton, A. D., Clesceri, L. S., Rice, E. W., Greenberg, A. E. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 21<sup>st</sup> edition. Washington, DC. American Public Health Association, American Water Associations and Water Environment Federation. 2005.

Esteves, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** 2ª ed. Rio de Janeiro. Ed. Interciência. 1998.

Ferdous, Z. And Muktadir, A. K. M. **Review: Potentiality of Zooplankton as Bioindicator.** American Journal of Applied Sciences. 2009.

Gajbihye, S. N. **Zooplankton – study methods, importance and significant observations.** Proc. The National Seminar on Creeks, Estuaries and Mangroves – Pollution and Conservation. 2002.

Gannon, J. E. & Stemberger, R. S. **Zooplankton (Especially Crustaceans and Rotifers) as Indicators of water quality.** Transactions of the American Microscopical Society. 1978.

Gomes, W. K. A. M., Souza, R. F., Medeiros, G. F., Crispim, M. C. **Resposta ecotoxicológica e parâmetros físicos e químicos em rio de área costeira do nordeste brasileiro.** Gaia Scientia. 2016.

Henry, R. *et al.* **Interações Hidrológicas entre Lagoas Marginais e o rio Paranapanema na sua zona de desembocadura na Represa de Jurumirim.** In: (Org.). M.G. Nogueira, A. Jorcin and R. Henry, Ecologia de Reservatórios:

Impactos potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata. São Carlos. RiMa. 2005.

IBGE. **Atlas nacional do Brasil: região Nordeste**. IBGE, Rio de Janeiro. 1985.

Lampert, W. **Zooplankton research: the contribution of limnology to general ecological paradigms**. Aquatic Ecology. 1997.

Leitão, A. C., Freire, R. H. F., Rocha, O. & Santaella, St. **Zooplankton community composition and abundance in two Brazilian semiarid reservoirs**. Acta Limnologia Brasiliensia. 2006.

Matsumura-Tundisi, T., Neumann-Leitão, S., Agüena, Ls. & Miyahara, J. **Eutrofização da represa de Barra Bonita: estrutura e organização da comunidade de Rotifera**. Brazilian Journal of Biology. 1990.

Melo, M.L. **Paisagens do Nordeste em Pernambuco e Paraíba**. Conselho Nacional de Geografia. Rio de Janeiro. 1958.

Moura, W. K. A, Souza, R. F., Souza, C. R., Petta, R. A., Diniz Filho, J. B. Algumas implicações ambientais da horticultura na região do baixo curso do rio Doce, ZPA-9, zona norte do Natal/R in (Org.) Maria de Fátima Freire de Melo Ximenes e Raquel Franco de Souza: **Meio ambiente e saúde humana: práticas, vivências e saberes**. Capítulo 11. Natal. 2013

Pinto-Coelho, R. M. **Métodos de Coleta, Preservação, Contagem e Determinação de Biomassa em Zooplâncton de águas epicontinentais** in (Org.) Bicudo, C. E. M. & Bicudo, D. C.: Amostragem em Limnologia. São Paulo. Capítulo 9. Ed. Rima. 2004.

Pontin, R. M. & Langley, J. M. **The use of rotifer communities to provide a preliminary national classification of small water bodies in England**. Hydrobiologia. 1993

Porto, K. C., Cabral, J. J. P., Tabarelli, M. **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Ministério do Meio Ambiente (Série Biodiversidade, 9). Brasília. 2004.

Ruttner-Kolisko, A. **Plankton rotifers: biology and taxonomy**. Die Binnengewasser. 1974.

Silva, A. M. A., Barbosa, J. E. L., Medeiros, P. R., Rocha, R. M., Lucena-Filho, M. A. & Silva, D. F. **Zooplankton (Cladocera and Rotifera) variations along a horizontal salinity gradient and during two seasons (dry and rainy) in a tropical inverse estuary (Northeast Brazil)**. Pan-American Journal of Aquatic Sciences. 2009.

Sládeck, V. **Rotifers as indicators of water quality**. Hydrobiologia. 1983.

Sos Mata Atlântica. **Mapa de remanescentes da floresta Atlântica nordestina**, in: Sociedade Nordestina de Ecologia, Conservation International

& Fundação Biodiversitas (eds.) Workshop Prioridades para a Conservação da Floresta Atlântica do Nordeste. Recife. 1993.

Torres-Orozco, R. E. & Zanatt, S. A. **Species composition, abundance and distribution of zooplankton in a tropical eutrophic lake: Lake Catemaco, México.** Revista de Biologia Tropical. 1998.

Townsend, C. R.; Begon, M.; Harper, J. L. **Fundamentos em Ecologia.** 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

Vasconcelos Sobrinho, J. **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização.** Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, Recife. 1971.

Veloso, H.P., A.L.R. Rangel-Filho & J.C.A. Lima. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** IBGE, Rio de Janeiro. 1991.

Vieira, A. C. B., Ribeiro, L. L., Santos, D. P. N. & Crispim, M. C. **Correlation between the zooplanktonic community and environmental variables in a reservoir from the Northeastern semi-arid.** Acta Limnologica Brasiliensia. 2009.

Wang, S., Xie, P. And Geng, H. **The relative importance of physicochemical factors and crustacean zooplankton as determinants of rotifer density and species distribution in lakes adjacent to the Yangtze River, China.** Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters. 2010.

Xi, Y.L., Liu, G.Y., Jin, H.J. **Population growth, body size, and egg size of two different strains of *Brachionus calyciflorus* Pallas (Rotifera) fed different algae.** Journal of Freshwater Ecology. 2002.