



**Universidade Federal do Pará  
Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Amazônia Oriental  
Universidade Federal Rural da Amazônia  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal**

**Silvia Helena Oliveira dos Reis**

**Variação Espaço-Temporal do Zooplâncton no Estuário do Rio Quatipuru -  
Pará**

**Belém  
2011**

**Silvia Helena Oliveira dos Reis**

**Variação Espaço-Temporal do Zooplâncton no Estuário do Rio Quatipuru -  
Pará**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pará, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental, Universidade Federal Rural da Amazônia como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Ecologia Aquática e Aqüicultura.

Orientador: Prof. Dr. Helder Queiroz

Co-orientador: Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo

**Belém  
2011**

**Silvia Helena Oliveira dos Reis**

**Variação Espaço-Temporal do Zooplâncton no Estuário do Rio Quatipuru -  
Pará**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pará, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental, Universidade Federal Rural da Amazônia como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Ecologia Aquática e Aqüicultura.

Data da aprovação. Belém - PA: 25/11/2011

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Helder Queiroz (Orientador)  
Universidade Federal do Pará

---

Prof. Dr. Israel Hidenburgo Aniceto Cintra  
Universidade Federal Rural da Amazônia

---

Prof. Dr. Eduardo Tavares Paes  
Universidade Federal Rural da Amazônia

Aos meus queridos Pais, M<sup>a</sup> Célia de Oliveira dos Reis e Expedito Gabriel dos Reis

Aos meus irmãos Macelo e Maciel

Dedico

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus pela força de vontade que me garantiu durante estes dois últimos anos e que me manteve firme e perseverante nessa jornada.

Em especial, agradeço à minha querida mãe pelo privilégio e orgulho de ser sua filha. Mais do que ter me dado à luz, minha mãe, é a verdadeira luz da minha vida. Obrigada minha mãe querida.

Não poderia deixar de agradecer em especial ao meu anjo, o mais sublime dos homens, ao meu Patrão de pesca, também meu pai (Te amo).

Aos meus irmãos Macelo e Maciel por torcerem por mim.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal pela oportunidade e todos os ensinamentos que seus mestres me repassaram.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

À minha querida e eterna amiga Telma Rufino por acompanhar de perto minha caminhada, por ter me ajudado e nunca negado apoio.

À minha grande amiga Mirtes Saraiva, pelo sorriso e orações.

A todos os meus amigos pela amizade que sempre me dedicaram em todos os momentos de minha vida na Universidade Federal Rural da Amazônia; Rayette Silva, Ingrid Lins e Vera Lúcia.

Ao meu orientador Prof. Dr. Nuno Melo, pelo acolhimento oferecido e incentivo para encarar o mestrado e continuar estudando, pela oportunidade de trabalhar com o zooplâncton, e por me fazer reconhecer a importância de estudar esta comunidade, e por toda estrutura concedida. Que Jesus o abençoe.

Não poderia deixar de agradecer a minha amiga de turma Potira Fernandes, exemplo de amizade, fidelidade, companheirismo, luta e garra. Potira e eu compartilhamos muitas alegrias, angústias, perrengues e lágrimas e isso de certa forma fortaleceu e engrandeceu a nossa amizade. Desejo que nossa amizade extrapole a vida acadêmica e que não se perca pelos caminhos da vida. Deus abençoe a sua vida e de sua família.

À Prof.<sup>a</sup> Dra. Cristina Senna pesquisadora do Museu Emílio Goeldi, pelo convite oferecido para trabalhar em seu projeto, pela confiança na minha capacidade em gerar dados referentes à comunidade zooplânctônica do estuário do rio

Quatipuru, mais do que isso pela pessoa responsável de tamanha seriedade. Além disso, pela amizade. Meu obrigada!

À FAPESPA pelo financiamento do projeto Universal: Análise Palinológica e Sucessão Vegetal Durante o Holoceno nos Ecossistemas costeiros do Município de Quatipuru-Pará, tendo como proponente Prof. Dra Cristina Senna.

Meu sincero obrigada à equipe de campo de Quatipuru: Profº Dr. Agnaldo Nepomuceno, Profº Dr Eduardo Paes, M.Sc Fábio Pamplona, Prof.<sup>a</sup> Dra Cristina Senna, Benedito, Álvaro e Paulo.

Ao Prof. Dr Eduardo Paes pela maneira ímpar em repassar conhecimentos que somaram para que este viesse a ser concluído. Exemplo de profissional comprometido com a educação, que sabe reconhecer o desempenho de um aluno e parabenizá-lo, professor que não só me ensinou o caminho do conhecimento, mas a alcançá-lo também.

Deixo meus agradecimentos à equipe Lecatiana: Estevam, Caio, Rafaela Araújo, Alexandre Vasconcelos, Djair, Anderson Mangas, Guilherme, pelos momentos de descontração e espírito de equipe.

Ao Prof. M.Sc. Glauber Palheta pela orientação concedida, pela oportunidade de realizar o estágio de docência. Além de tudo, pela amizade.

Ao Estevam, vulgo Estevito, pela força nos procedimentos laboratoriais, pelos momentos de descontração e pelo amigo que é.

Ao M.Sc Fábio Pamplona por ouvir meus gritos de socorro. Obrigada, Fabinho.

À Prof.<sup>a</sup> Maria de Lourdes Santos pela força garantida no entendimento de algumas análises.

Ao Átila Melo pela força na taxonomia, por ter disponibilizado algumas horas do seu precioso tempo.

Ao amigo Benedito, pela paciência e confecção das imagens. Obrigada, Bené!

Ao Profº Dr. Helder Queiroz por todo o apoio, boa vontade e atenção na finalização deste trabalho. Obrigada, Professor!

E, a todos que me motivaram, para que minha fragilidade humana não me fizesse desistir, obrigada!

Nada temas, porque estou contigo,  
não lance olhares desesperados,  
pois, eu sou teu Deus,  
eu te fortaleço e venho em teu socorro,  
eu te amparo com minha destra vitoriosa.

Isaías 41:10

## RESUMO

A partir da hipótese de que a salinidade influencia fortemente a comunidade zooplanctônica, o objetivo deste trabalho é analisar a influência deste fator sobre essa comunidade no estuário do rio Quatipuru, Estado do Pará. Foram realizadas amostragens zooplanctônicas e de variáveis físicas e químicas da água ao longo do estuário, contemplando diferentes faixas de salinidade. As coletas foram realizadas em marés vazantes e enchentes. Os resultados mostraram que este estuário possui uma variação temporal de características física, química e biológica. A salinidade, em especial, sofreu variações decorrentes das mudanças de marés, bem como da variação sazonal da pluviosidade. A salinidade variou de 1,4 a 33,5 ups no período seco e de 0 a 17,9 ups no período chuvoso. Esta amplitude de salinidade possibilitou determinar para a área diferentes condições hidrológicas (limnética, oligohalina, meso-polihalina e euhalina). Foram identificados 48 taxa, destacando os Copepoda como o grupo mais importante em termos quali-quantitativos, sendo adultos de *Parvocalanus crassirostris*, *Pseudodiaptomus richardi*, *Acartia tonsa*, *Acartia lilljeborgi*, *Paracalanus quasimodo*, *Euterpina acutifrons* e copepoditos os principais responsáveis pela sua dominância. Mollusca foi o segundo grupo dominante, onde véligeres de gastrópodes representaram 95% do total. A densidade total do zooplankton variou entre 993,9 e 13254,7 Ind. m<sup>-3</sup> no verão e entre 944,3 e 35908,8 Ind. m<sup>-3</sup> no inverno. As maiores abundâncias em maio e novembro foram em ocasião de maré vazante e enchente, respectivamente. Os baixos valores de diversidade e equitabilidade encontrados na faixa zero na condição de enchente mostram o predomínio de determinado grupo sobre os demais (larvas de Gastropoda). A maior diversidade e uniformidade da comunidade zooplanctônica ocorreram no verão. A comunidade zooplanctônica respondeu as variações de salinidade com espécies adaptadas aos maiores valores de salinidade na porção inferior do estuário, no verão, assim como espécies adaptadas as condições de mixohalinização na porção mais a montante, em maio. A maior abundância de copepoditos esteve associada negativamente com a salinidade, demonstrando que as espécies que estão recrutando os copepoditos são mais estuarinas verdadeiras do que costeiras. As análises de agrupamento e de componentes principais revelou grupos definidos, distribuídos em diferentes faixas de salinidade, este parâmetro sozinho explicou 56% (p=0,028) da variação da fauna no estuário do rio Quatipuru.

A distribuição dos organismos, de uma maneira geral, esteve de acordo com a hipótese de que a salinidade influencia fortemente a comunidade zooplanctônica no sistema estuarino de Quatipuru - Pará.

Palavras-chave: Zooplâncton. Composição. Abundância. Salinidade. Estuário.

## ABSTRACT

From the hypothesis that salinity strongly influences the zooplankton community, the objective of this work is to analyze the influence of this factor on this community in the of the River Quatipuru Estuary, Pará State. Were samplings of zooplankton and physical and chemical variables of water along the estuary, covering different zone of salinity. Samples were collected at low and flood tides. The results showed that this estuary has a temporal variation of physical, chemical and biological. Salinity, in particular, suffered variations due to changes in tidal and seasonal variations in rainfall. The salinity ranged from 1, 4 to 33, 5 ups in the dry season and from 0 to 17,9 ups in the rainy season. In may the range of salinity, which allowed the area to determine different hydrological conditions (limnetic, oligohaline, meso- polyhaline and euhaline). A total of 48 taxa were identified in the spatial variation, highlighting the Copepoda as the most important qualitative and quantitative terms, and adults *Parvocalanus crassirostris*, *Pseudodiaptomus richardi*, *Acartia tonsa*, *Acartia lilljeborgi*, *Paracalanus quasimodo*, *Euterpina acutifrons* and immature forms for its dominance . Mollusca was the second dominant group of gastropod veliger which represented 95% of the total. The total density of zooplankton ranged between 993,9 and 13254,7 Ind m<sup>-3</sup> in summer and between 944,3 and 35908,8 Ind m<sup>-3</sup> in winter. The greatest abundance in May and November were in time of low and flood tide, respectively. The low values of diversity and evenness in the range found in the condition of zero flood show the dominance of certain groups over others (Gastropoda larvae). The greatest diversity and uniformity of the zooplankton community occurred in the summer. The zooplankton community responded to salinity variations with species adapted to higher salinity values in the lower estuary, in the summer, as well as species adapted to the conditions mixo-haline in the upstream portion in May. The greater abundance of copepodids was negatively associated with salinity, showing that species that are recruiting the copepodids are more true than coastal estuarine. Cluster analysis and principal components showed defined groups, distributed in different ranges of salinity, this parameter alone explained 56% (p = 0.028) of the variation of the fauna in the river Quatipuru estuary.

Key words: Zooplankton. Composition. Abundance. Salinity. Estuary.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01.	Localização da área de estudo, indicando as estações de coleta.	30
Figura 02.	Detalhe dos momentos de maré vazante (A) e enchente (B) no estuário do rio Quatipuru - Pará.	33
Figura 03.	Representação da rede de plâncton utilizada para coleta do zooplâncton. (Adaptado de Martinelli, 2005).	34
Figura 04.	Detalhe da embarcação, de pequeno porte, utilizada nas campanhas de coleta do zooplâncton no estuário do rio Quatipuru - Pará.	35
Figura 05.	Detalhe do arrasto do zooplâncton na subsuperfície durante as campanhas de coleta.	35
Figura 06.	Detalhe da análise quantitativa do zooplâncton em câmara de contagem do tipo Bogorov.	39
Figura 07.	Análise quantitativa do zooplâncton em lâmina de Sedgwick-Rafter.	40
Figura 08.	Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm), no ano de 2009 e 2010, comparada com a média mensal dos últimos onze anos (2000-2010) registrada pela Estação Meteorológica de Primavera - Pará.	47
Figura 09.	Variação da precipitação pluviométrica diária (mm) do mês de maio de 2010, registrada pela Estação Meteorológica de Primavera - Pará.	47
Figura 10.	Distribuição das faixas de salinidade ao longo do estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2010 (seco) e maio/2010 (chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).	48
Figura 11.	Variação espacial da salinidade nas estações de coleta no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro (Seco) e maio (Chuvoso).	49
Figura 12.	Variação espacial da condutividade elétrica da água no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2010 (seco) e maio/2010 (chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).	50
Figura 13.	Variação espacial do pH nas estações de coleta no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso). Em condições de enchente (E) e vazante (V).	50

Figura 14.	Variação espacial da temperatura nas estações de coleta no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).	51
Figura 15.	Variação espacial dos teores de oxigênio dissolvido nas estações de coleta no estuário rio do Quatipuru-Pará, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V). Valores absolutos (ml/L) e relativos (saturação).	52
Figura 16.	Comportamento da transparência da água nas estações de coleta no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).	53
Figura 17.	Variação espacial da Clorofila <i>a</i> nas estações de coleta no estuário rio Quatipuru - Pará, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).	54
Figura 18.	Variação espacial da concentração de nitrato, em $\mu\text{mol.L}^{-1}$ , das estações amostrais no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).	55
Figura 19.	Distribuição espacial da concentração de nitrito, em $\mu\text{mol.L}^{-1}$ , das estações amostrais, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso) no estuário do rio Quatipuru-Pará, em condições de enchente (E) e vazante (V).	55
Figura 20.	Distribuição espacial da concentração de Amônia ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ), das estações amostrais em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso) no estuário do rio Quatipuru-Pará, em condições de enchente (E) e vazante (V).	56
Figura 21.	Distribuição espacial da concentração de fósforo total em $\mu\text{mol.L}^{-1}$ , das estações amostrais, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso) no estuário do rio Quatipuru-Pará, em condições de enchente (E) e vazante (V).	57
Figura 22.	Distribuição espacial da concentração de fosfato, em $\mu\text{mol.L}^{-1}$ , das estações amostrais, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso) no estuário do rio Quatipuru-Pará, em condições de enchente (E) e vazante (V).	57

Figura 23.	Distribuição espacial da concentração de silicato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ), das estações amostrais em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso) no estuário do rio Quatipuru-Pará, em condições de enchente (E) e vazante (V).	58
Figura 24.	Frequência de ocorrência total do zooplâncton no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso).	65
Figura 25.	Abundância relativa total do zooplâncton, em novembro (2009) e maio (2010), no estuário do rio Quatipuru - Pará.	70
Figura 26.	Abundância relativa do holoplâncton, meroplâncton e ticolpâncton no período seco (novembro/2009) e chuvoso (maio/2010) no sistema estuarino de Quatipuru - Pará, em condições de enchente e vazante.	71
Figura 27.	Abundância relativa do zooplâncton, por faixas de salinidade, em novembro de 2009, no estuário do rio Quatipuru - Pará, em condições de enchente (E) e vazante (V).	74
Figura 28.	Abundância relativa do zooplâncton, por faixas de salinidade, em maio de 2010, no estuário do rio Quatipuru - Pará, em condições de enchente (E) e vazante (V).	74
Figura 29.	Abundância relativa de copépodes no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro de 2009 (Período seco).	75
Figura 30.	Abundância relativa de copépodes no estuário do rio Quatipuru - Pará, em maio de 2010 (Período chuvoso)	76
Figura 31.	Abundância relativa quanto ao estágio ontogênico dos copépodes, em novembro de 2009 (Período seco), em condições de enchente (E) e vazante (V).	77
Figura 32.	Abundância relativa quanto ao estágio ontogênico dos copépodes, em maio de 2010 (Período chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).	77
Figura 33.	Variação espacial da densidade total do zooplâncton (Zototal) e copépodes (Copep) no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2009 (Período seco), em condições de enchente (E) e vazante (V).	79
Figura 34.	Variação espacial da densidade total do zooplâncton (Zototal) e copépodes (Copep) no estuário do rio Quatipuru - Pará, em maio/2010 (período chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).	80

Figura 35.	Distribuição espacial da densidade de copépodes no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro de 2009 (período seco).	81
Figura 36.	Distribuição espacial da densidade de copépodes no estuário do rio Quatipuru - Pará, em maio de 2010 (período chuvoso).	82
Figura 37.	Diversidade e equitabilidade do zooplâncton no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).	83
Figura 38.	Pesos das variáveis nas duas primeiras componentes principais com os dados abióticos do estuário do rio Quatipuru - Pará, durante o período chuvoso e seco.	84
Figura 39.	Escores nas duas primeiras componentes, na análise feita com os dados abióticos e variáveis biológicas do estuário do rio Quatipuru - Pará, com estratificação entre o período chuvoso (maio/ 2010) e o seco (Novembro/2009).	85
Figura 40.	Escores nas duas primeiras componentes, na análise feita com os dados abióticos e variáveis biológicas do estuário do rio Quatipuru - Pará, sem estratificação entre as marés vazante e enchente.	86
Figura 41.	Análise de agrupamento do zooplâncton (modo r) utilizando distância de Hellinger como medida de semelhança, para os dados de fauna encontrados em novembro (2009) e maio (2010) no estuário do rio Quatipuru - Pará.	88
Figura 42.	Análise de agrupamento modo Q das faixas de coleta, utilizando distância de Hellinger como medida de semelhança, para o estuário do rio Quatipuru - Pará, nos meses de novembro (2009) e maio (2010).	89
Figura 43.	Diagrama de dispersão das faixas de salinidade no plano fatorial 1-2, da Análise Q-PCA (Q- Análise de Componentes Principais), em função da densidade do zooplâncton (Ind.m <sup>-3</sup> ) no estuário do rio Quatipuru - Pará.	90
Figura 44.	Diagrama de dispersão das faixas de salinidade no plano fatorial 3-2, da Análise Q-PCA (Q - Análise de Componentes Principais), em função da densidade do zooplâncton (Ind.m <sup>-3</sup> ) no estuário do rio Quatipuru - Pará.	90
Figura 45.	Análise de Componentes Principais (ACP), das principais variáveis bióticas e abióticas do estuário do rio Quatipuru - Pará, durante os períodos estudados.	91

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>21</b>
2.1	OBJETIVO GERAL	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>22</b>
3.1	DIVERSIDADE ZOOPLANCTÔNICA EM SISTEMA ESTUARINOS	22
3.2	DIVERSIDADE ZOOPLANCTÔNICA EM SISTEMA ESTUARINOS: REGIÃO NORTE	26
<b>4.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>30</b>
4.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	30
4.1.1	<b>Clima</b>	<b>30</b>
4.1.2	<b>Geologia e relevo</b>	<b>31</b>
4.1.3	<b>Vegetação</b>	<b>31</b>
4.1.4	<b>Hidrografia</b>	<b>32</b>
4.2	METODOLOGIA DE CAMPO	32
4.2.1	<b>Estratégia amostral</b>	<b>32</b>
4.2.1.1	Parâmetros Bióticos	34
4.2.1.2	Parâmetros Abióticos	36
4.3	PROCESSAMENTOS DAS AMOSTRAS	36
4.3.1	<b>Distribuição das Amostras nas Faixas de Salinidade</b>	<b>36</b>
4.3.2	<b>Análise da Assembléia Zooplanctônica</b>	<b>38</b>
4.3.2.1	Composição	38
4.3.2.2	Densidade Específica	39
4.4	TRATAMENTO NUMÉRICO DOS DADOS	40
4.4.1	<b>Densidade dos Organismos (<math>D^\circ</math>)</b>	<b>40</b>
4.4.2	<b>Abundância Relativa dos Organismos (<math>A_r</math>)</b>	<b>41</b>
4.4.3	<b>Freqüência de Ocorrência dos Organismos (<math>F_o</math>)</b>	<b>41</b>
4.5	ÍNDICES DE DIVERSIDADE	42

<b>4.5.1</b>	<b>Índice de Diversidade de Shannon (H')</b>	<b>42</b>
<b>4.5.2</b>	<b>Índice de Equitabilidade de Pielou (J')</b>	<b>42</b>
<b>4.6</b>	<b>ANÁLISE DOS DADOS</b>	<b>42</b>
<b>4.6.1</b>	<b>Análise de Agrupamento</b>	<b>43</b>
<b>4.6.2</b>	<b>Análise dos Componentes Principais</b>	<b>43</b>
<b>4.6.3</b>	<b>Teste de Mantel</b>	<b>44</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>46</b>
<b>5.1</b>	<b>VARIAÇÃO ESPAÇO TEMPORAL</b>	<b>46</b>
<b>5.1.1</b>	<b>Caracterização Ambiental do Estuário do Rio Quatipuru</b>	<b>46</b>
5.1.1.1	Precipitação Pluviométrica (mm)	46
5.1.1.2	Salinidade	47
5.1.1.3	Condutividade (mS/cm)	49
5.1.1.4	Potencial Hidrogeniônico (pH)	50
5.1.1.5	Temperatura (°C)	51
5.1.1.6	Oxigênio Dissolvido (OD)	51
5.1.1.7	Transparência da Água	52
5.1.1.8	Clorofila <i>a</i>	53
5.1.1.9	Nitrato e Nitrito ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	54
5.1.1.10	Amônia ( $\mu\text{mol.l}^{-1}$ )	55
5.1.1.11	Fósforo Total e Fosfato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	56
5.1.1.12	Sílicato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )	57
<b>5.1.2</b>	<b>Caracterização Biológica do Estuário do Rio Quatipuru - Pará</b>	<b>58</b>
5.1.2.1	Composição do Zooplâncton	58
5.1.2.2	Frequência de Ocorrência do Zooplâncton	63
5.1.2.3	Característica Ecológica da Fauna	68
5.1.2.4	Abundância Relativa do Zooplâncton	69
5.1.2.5	Abundância Relativa do Zooplâncton por Faixas de Salinidade	72
5.1.2.6	Abundância Relativa Total dos Copépodes	74
5.1.2.7	Abundância Relativa por Faixas de Salinidade dos Estágios Ontogênico dos Copépodes	76

5.1.2.8	Distribuição Espaço Temporal da Densidade Total do Zooplâncton	78
5.1.2.9	Distribuição Espaço Temporal das Principais Espécies de Copepoda	80
5.1.2.10	Índices de Diversidade Específica (bit. ind <sup>-1</sup> ) e Equitabilidade	82
<b>5.1.3</b>	<b>Análise dos Dados</b>	<b>84</b>
5.1.3.1	Análise dos Componentes Principais dos Dados Abióticos	84
5.1.3.2	Análise de agrupamento do zooplâncton	86
5.1.3.3	Análise dos Componentes Principais (PCA)	89
5.1.3.4	Análise dos Componentes Principais (PCA) das Principais Variáveis Biológicas e Não Biológicas Estudadas no Estuário do Rio Quatipuru – Pará	91
5.1.3.5	Teste de Mantel	92
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>93</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>113</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>115</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os ecossistemas estuarinos constituem uma importante interface entre os ambientes dulcícolas e marinhos, recebendo nutrientes e sedimentos oriundos da drenagem continental e exportando matéria orgânica, organismos e detritos particulados e dissolvidos para o oceano. Em média, as águas estuarinas são biologicamente mais produtivas do que as do rio e do oceano adjacente, devido às características hidrodinâmica da circulação que, aprisionando nutrientes, algas e outras plantas, estimula a produtividade desses corpos d'águas (MIRANDA et al., 2002; RICKLEFS, 2003).

Esta produtividade proporciona às comunidades biológicas residentes e estuarinas dependentes condições favoráveis à sobrevivência e ao crescimento de larvas e indivíduos jovens, sendo, portanto denominadas áreas berçários. Devido a essa alta produtividade e ao abrigo que oferecem aos organismos, os estuários com seus manguezais são áreas de alimentação importantes, sustentando populações abundantes de espécies estuarinas e marinhas, como as diversas fases iniciais do ciclo de vida de muitos peixes e invertebrados, que completam seu ciclo de vida no mar (SILVA, 2002).

A costa amazônica apresenta uma geomorfologia com planície costeira extremamente irregular e cortada por vários estuários que sofrem a influência da descarga de um elevado volume de água doce proveniente dos rios e da drenagem continental, e da ação do regime de macro marés, favorecendo a penetração de água marinha para o interior do sistema e contribuindo para uma elevada variação de salinidade e para renovação das águas intersticiais (COSTA, 2007). Por isso, apesar de abrigarem espécies oriundas da porção limnética, trazidas pela força do fluxo dos rios, e de organismos migrantes do ambiente marinho, são encontrados nas zonas estuarinas organismos adaptados à vida exclusivamente nesses ambientes, caracterizando-os como um ecoclina de duplo sentido em função do gradiente de salinidade: um a partir da água doce, outro partindo do ambiente marinho, ambos em direção ao médio estuário (ATTRILL; RUNDLE, 2002).

Em áreas estuarinas e costeiras, as condições ambientais oscilam em diferentes escalas de tempo e espaço, sujeitando, organismos que habitam regiões pelágicas, as marés e mudanças ambientais diurnas e sazonais (JESSOPP et al., 2007). Neste ambiente, o zooplâncton se comporta como um dos grupos mais importantes na teia trófica, sendo definido como o conjunto de protistas e animais

(metazoários), não fotossintéticos, geralmente microscópicos, que variam desde formas unicelulares até pequenos vertebrados (BONECKER et al., 2002), que influenciam e determinam as comunidades nectônicas e bentônicas que têm estágio no plâncton, além de atuar na ciclagem de energia de um ambiente para outro (PARANAGUÁ et al., 2004).

Conhecimento da variabilidade das comunidades de zooplâncton em diferentes escalas espaciais e temporais é, portanto, um pré-requisito para compreensão de sua dinâmica. Processos físicos, tais como correntes de maré e circulação estuarina associada com configurações de costa e topografia do fundo são bem conhecidos, fenômenos estes que contribuem na variação horizontal do zooplâncton (JESSOPP et al., 2007).

Em virtude das amplas variações que ocorrem no estuário, esses ambientes são considerados estressantes. Isso impõe limitações fisiológicas à biota, e somente poucas espécies desenvolveram mecanismos para tolerar tais condições (SAIZ-SALINAS; GONZÁLEZ-OREJA, 2000), isto é, diferenças geográficas na distribuição e composição de organismos zooplanctônicos podem estar associadas com a capacidade de tolerância das espécies às variações de salinidade e também com a preferência por determinados intervalos halinos (UYE et al., 2000; COYLE; PINCKUK, 2003). O regime de salinidade no estuário não só influencia a distribuição das espécies de diferentes origens, como também a sua diversidade, que aumenta com a salinidade, indicando o papel principal deste parâmetro na ocorrência e distribuição de espécies eurihalinas, como os Copepoda (SILVA et al., 2003; MARQUES et al., 2009).

Outra característica do zooplâncton é a sua distribuição vertical na coluna d'água. Além das mudanças de marés, variações de curto prazo na comunidade zooplanctônica podem ser resultados de ciclos diurnos (MARQUES et al., 2009). Abundância de zooplâncton atinge significativamente maiores densidades à noite do que durante o dia, independente de corrente de maré, seguindo o padrão mais comum de migração vertical: migração noturna, caracterizada por uma subida durante a noite e uma descida pela manhã. A amplitude e padrão de migração podem diferir muito entre espécies e entre os estágios ontogênicos da mesma espécie (RAWLINSON et al., 2004).

Os organismos que possuem um comportamento diferente do esperado provavelmente estão sob a influência de outros fatores como a distribuição do

alimento, a estratificação térmica e de oxigênio (PREVIATTELLI et al., 2005). O estudo das variações nictemerais (24 horas) tem grande importância para indicar os principais mecanismos e as interações que ocorrem em curtos períodos de tempo nos sistemas aquáticos (DINIZ et al., 2003).

O zooplâncton estuarino vem sendo estudado sob diferentes aspectos ecológicos, informações sobre a composição específica; a abundância e a distribuição espaço-temporal do zooplâncton estão disponíveis para vários ambientes estuarinos da costa brasileira. Estes dados podem servir como ferramentas para elaboração de planos que objetivem o uso ecologicamente correto dos sistemas aquáticos, cooperam para solução de problemas ligados ao mau aproveitamento e conservação da biodiversidade, minimizando impactos naturais e antrópicos decorrentes do uso desses ambientes.

Apesar da importância que os estuários desempenham no desenvolvimento das espécies, raros são os trabalhos desenvolvidos neste ambiente na costa paraense. A carência de dados sobre a distribuição espaço-temporal do zooplâncton na costa norte brasileira dificulta o acesso ao conhecimento sobre o modo de vida das espécies.

O estuário do rio Quatipuru desempenha um papel fundamental para as populações que desenvolvem atividades pesqueiras e que vivem às suas margens. O conhecimento da dinâmica da comunidade zooplanctônica do estuário do rio Quatipuru é de grande relevância, por contribuir para um maior conhecimento de um dos mais importantes ecossistemas estuarinos do ponto de vista sócio-econômico para o Estado do Pará, onde grande parte da população da área depende da pesca. Além disso, sobre o estuário de Quatipuru - PA, pouco conhecimento existe acerca da composição, densidade e/ou distribuição espaço-temporal da comunidade zooplanctônica. Neste sentido, os resultados deste trabalho além de inéditos, contribuirão para o conhecimento destes organismos de elevada importância ecológica. Assim, o presente trabalho propõe estudar a variação espaço-temporal da composição, densidade específica da comunidade zooplanctônica e relacionar com as variáveis físico-químicas em diferentes períodos de maré (enchente/ vazante) e épocas do ano (Cheia/seca) ao longo do Estuário do Rio Quatipuru, Pará, Brasil.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar a variação espaço temporal da comunidade zooplanctônica, em diferentes faixas de salinidade, ao longo do estuário do rio Quatipuru, nordeste paraense.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar um levantamento faunístico da comunidade zooplanctônica do estuário do rio Quatipuru - PA;
- Caracterizar a comunidade zooplanctônica em termo de composição, diversidade específica e abundância em relação a diferentes épocas sazonais (inverno/verão) e regimes de marés (enchente/vazante) no estuário do rio Quatipuru - PA;
- Caracterizar a área de estudo em relação aos parâmetros ambientais e suas inter-relações com as variáveis do zooplâncton (ontogênica, funcional, taxonômica) em relação a diferentes épocas sazonais (inverno/verão) e regimes de marés (enchente/vazante) no estuário do rio Quatipuru - PA;
- Correlacionar os parâmetros ambientais abióticos ao zooplâncton, procurando evidenciar grupos com características ecológicas distintas.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 DIVERSIDADE ZOOPLANCTÔNICA EM SISTEMA ESTUARINOS

A palavra plâncton é originária do grego “plagktón”, que significa “errante ao sabor das ondas”. Essa expressão foi utilizada pela primeira vez por Victor Hensen em 1887 (RÉ, 2000).

O plâncton é constituído por uma comunidade de organismos com poder limitado de locomoção, sendo ou não transportados passivamente pelas correntes ou movimentos de água e pode ser classificado em diferentes critérios como tamanho, habitat, tempo de permanência no ambiente pelágico e outros (SOARES-GOMES et al., 2002). É composto basicamente de microalgas (fitoplâncton), animais (zooplâncton), protistas (protozooplâncton) e organismos procariontes autótrofos e heterótrofos (bacterioplâncton) (JOHNSON; ALLEN, 2005).

A fauna planctônica de estuários é composta principalmente, por espécies pertencentes aos grupos Protozoa, Cnidaria, Aschelminthes, Mollusca, Annelida, Crustacea (copepoda, peracarida e decapoda, principalmente), Echinodermata, Chaetognata, Thaliacea e Chordata. Destaca-se em importância numérica o filo Crustacea, sobretudo os copepodas e os decapodas cuja soma pode, por exemplo, representar mais de 70% dos organismos do macrozooplâncton estuarino (PARANAGUÁ et al., 2000).

O zooplâncton forma uma comunidade animal, bastante ampla e variada, compreendendo protozoários, rotíferos, microcrustáceos e estágios larvais de peixes e tem em comum, a coluna d'água como habitat principal. Este grupo é muito importante na cadeia alimentar, principalmente, como consumidores de primeira ordem, podendo ser bacteriófagos, detritívoros, herbívoros e carnívoros (POLI et al., 2003).

O zooplâncton pode ser dividido em dois grupos básicos: o holoplâncton, que inclui aqueles organismos que passam todo o ciclo de vida no plâncton; e o meroplâncton, que engloba os ovos, larvas e juvenis daqueles organismos cujos adultos fazem parte, ou de comunidades bênticas ou nectônicas (JOHNSON; ALLEN, 2005).

Por ser o táxon dominante no zooplâncton, a história do conhecimento sobre os copépodes planctônicos marinhos e estuarinos brasileiros coincide com a evolução da planctologia no Brasil. Um estudo pioneiro sobre o zooplâncton foi conduzido por Dahl (1894), porém numa escala amostral bastante restrita, com

ênfase no estudo da fauna de copepoda no sul do Amazonas, e nesta mesma região descreveu o primeiro copepoda calanoida da região, enquanto Burckhardt (1912) descreveu o primeiro cyclopoida.

Um estudo realizado por Neumann-Leitão (1995) concluiu que pesquisas sobre o zooplâncton estuarino no Brasil foram intensificadas praticamente a partir dos anos 1960, tendo sido registrados até aquele momento várias publicações, das quais 86 se apresentaram em forma de trabalho completo, 42 como resumo, uma tese titular, nove teses de doutorado e doze dissertações de mestrado, sendo a maioria dos estudos votados para os centros Sul e Sudeste do país.

Com o intuito de complementar descrições originais, atualizar a distribuição das espécies e fornecer os subsídios taxonômicos básicos necessários para uma identificação segura de copépodes planctônicos Silva et al. (1989) elaboraram um atlas de Copépodes Planctônicos, Calanoida e Cyclopoida (Crustacea) da Amazônia Brasileira. Esta série está baseada em espécies que ocorrem, mas não necessariamente restritas, na Amazônia Brasileira. Desde então os conhecimentos tem aumentado muito e a maior parte das pesquisas realizadas correspondem a trabalhos que retratam a fauna planctônica como um todo, Tundisi (1970), por exemplo, estudou o plâncton estuarino em geral, evidenciando a relevância de se conhecer a distribuição espaço-temporal do fitoplâncton e do zooplâncton, e suas inter-relações com as variações ambientais e entre si.

Pekala (1980) estudou a composição do zooplâncton do estuário do rio Paraíba do Norte (Paraíba), registrando o maior biovolume na maré alta, cujos principais componentes encontrados foram Foraminifera, Medusae, Chaetognatha, Copepoda, Appendicularia e Dolliolida, sendo os Copépodes os mais abundantes.

Eskinazi-Sant' Anna e Tundisi (1996) realizaram estudos sobre a composição e variação diurna do zooplâncton do estuário do Pina (PE), sendo encontrados 19 taxa pertencentes ao holoplâncton, além do meroplâncton. Destacam-se náuplius de Copepoda, espécie *Oithona oswaldocruzi*. As maiores densidades foram registradas no período seco: Janeiro a fevereiro, sendo o valor máximo 411.749 ind/m<sup>3</sup> e o mínimo de 2.623 ind/m<sup>3</sup>.

Neumann-Leitão et al. (1999) desenvolveram estudos no estuário do rio São Francisco, próximo a sede municipal de Brejo Grande, Sergipe (Brasil) em 1997 e 1998 e concluíram que o microzooplâncton esteve representado por 71 taxa, predominando Rotifera com 41 espécies, grupo indicador de regime limnético.

Dentre os Rotifera destacaram-se *Rotaria* sp, *Keratella americana*, *K. cochlearis* e *Lecane bulla*. O mínimo de microzooplâncton foi 468 org.m<sup>-3</sup> (preamar, período seco, estação 2) e o máximo foi 3.257 org.m<sup>-3</sup> (maré secante, período chuvoso, estação 1). Estes dados quantitativos indicam que a maior contribuição vem do rio São Francisco. A influência marinha na área é pequena, pelo menos nas estações amostradas, fato evidenciado pela pouca representatividade de espécies planctônicas marinhas eurihalinas.

Ara (2001) estudou a variabilidade temporal e a produção de *Euterpina acutifrons* no estuário da Lagoa sistema de Cananéia, São Paulo e revelou que Copepoditos e adultos de *E. acutifrons* estiveram presentes no plâncton ao longo do ano. A maior abundância foram registradas nos momentos em que salinidade foi maior.

Magris e Loureiro Fernandes (2005) concluíram, estudando a distribuição espaço-temporal das larvas meroplanctônicas no estuário do rio Piraquê-açú, (ES), que os principais grupos taxonômicos encontrados foram Cirripedia, Decapoda, Stomatopoda, Gastropoda, Bivalvia, Polychaeta, Echinodermata e Bryozoa. Entre estes, as larvas de Decapoda, de Cirripedia e de Gastropoda se destacaram pela dominância e ocorrência nas amostras.

Lira e Medeiro (2008) estudaram a composição do zooplâncton no sistema estuarino do rio São Francisco, Alagoas, registrando uma relativa riqueza de espécies (85 taxa), com predominância de espécies de sistemas limnológicos. Os grupos mais representativos foram Rotifera, Cladocera e Copepoda. Apenas o Rotifera *Polyarthra vulgaris* foi dominante, cuja espécie é indicadora de poluição orgânica. As densidades mais elevadas foram registradas no mês de janeiro nas marés de quadratura e sizígia (preamar e baixa-mar).

Santos et al. (2009) apresentaram resultados referentes ao papel do zooplâncton como indicador da qualidade ambiental em dois estuários dos rios Carrapicho e Botafogo, Itamaracá – PE. Foram identificados 31 taxa para o estuário do rio Carrapicho, destacando-se como dominantes: *Acartia lilljeborgi*, *Lucifer faxoni* (zoea) e *Temora turbinata*. Foram identificados 24 taxa para o estuário do rio Botafogo, destacando-se como dominantes: *Brachyura* (zoea) e *Acartia lilljeborgi*.

A maioria dos estudos, anteriores, em estuário tem sido limitada a composição de espécies, espécies dominantes e a sucessão sazonal da comunidade zooplanctônica. Outros autores têm estudado a influência da variação

da salinidade sobre a comunidade zooplanctônica, tais como Souza-Pereira et al (2004), Zakaria et al. (2007), Harris (2007), Gao et al. (2008), Primo et al. (2009), Hwang et al. (2010), Medeiros et al. (2010) e muitos outros.

Souza-Pereira et al (2004), realizaram amostragens do zooplâncton em quatro estações de coleta no estuário do rio Itanhaém no sudeste brasileiro, com intuito de verificar a influência da salinidade e do lançamento de efluentes orgânicos sobre a comunidade zooplanctônica. No inverno os valores de salinidade foram maiores, em relação ao verão, explicado pela maior influência marinha devido aos menores valores de precipitação nesta época do ano. Este estuário apresenta baixos valores de salinidade e espécies zooplanctônicas típicas de ambientes oligohalinos e de água doce. Em ambas as épocas do ano, a maior parte das espécies de copepoda (*Paracalanus crassirostris*, *Oithona hebes*, *Hemicyclops thalassius*, *Euterpina acutifrons*, *Acartia lilljeborgi*, *Corycaeus* sp., *Calanopia* sp. e *Oncaea* sp.) está associado as águas com maior salinidade e temperatura.

Zakaria et al. (2007) buscaram ilustrar a influência de variações de salinidade na abundância e estrutura da comunidade de zooplâncton na baía de El-Mex. Em coletas bimestrais por dois anos consecutivos, sete estações foram escolhidas para representar os diferentes habitats da Baía, onde quatro tipos de águas foram observadas; drenagem mista (L) salinidade <10,00 ppt; água misturada (M) 10,00 a 30,00 ppt; água do mar diluída (D) 30,00-38,50 ppt; e água do Mediterrâneo (S) salinidade > 38,50 ppt. A maior abundância do zooplâncton foi encontrada na água do tipo L, onde a estrutura da comunidade é afetada pela drenagem de água.

Harris (2007) realizou experimento de laboratório a fim de verificar a tolerância de grupos individuais, como copépodes e nauplios de crustáceos (75-125 organismos-alvo), a diferentes níveis de salinidade, tendo como referência níveis de salinidades reais encontrados na Baía de Cook, situado na Ilha Moorea, Polinésia Francesa. Populações de copépodes diminuíram significativamente quando a salinidade se aproximou a níveis de água doce, apoiando a hipótese de que há uma correlação positiva entre os níveis mais baixos de salinidade e um aumento nas taxas de mortalidade.

No estuário do Changjiang (Yangtze River) Gao et al. (2008) estudaram a relação entre a distribuição do zooplâncton e a salinidade em 16 estações. A salinidade mudou sazonalmente, maior nas estações seca e menor nas estações de inundação. Na estação seca houve o aumento da abundância total do zooplâncton.

Tal abundância demonstrou uma relação linear positiva e significativa com salinidade de todas as estações. O efeito da salinidade aliado ao da temperatura controlou a distribuições do zooplâncton, especialmente os copépodes.

Primo, et al. (2009), em seu trabalho estudaram a influência da variabilidade climática sobre a comunidade zooplanctônica na região costeira de Portugal, no estuário de Mondego. O zooplankton alcançou uma abundância média mensal em torno de 21 (janeiro) a 1102 ind,m<sup>-3</sup> (novembro 2006). Um total de 109 espécies foram identificadas, sendo copepódes (75%) mais abundantes seguido por Cladoceras (15%). No verão, copépodes como *Acartia tonsa*, *Acartia clausi* e organismos gelatinosos estiveram presentes em maior abundância. Durante os anos de seca de 2004 e 2005, a comunidade mudou.

Hwang et al. (2010) desenvolveram um estudo no ecossistema estuarino de Danshuei, o maior sistema estuarino do Norte de Taiwan em 3 contíguos ecossistemas: marinho, estuarino e ribeirinho. No total, 52 espécies de copépodes pertencentes a 30 gêneros foram identificados ao longo do estuário. A diversidade geral foi significativamente menor ( $p < 0,01$ ) no estuário, em relação a plataforma continental e obteve correlação positiva com a salinidade ( $r = 0,764$ ).

Medeiros et al. (2010) estudando os rotíferos no estuário do rio Mossoró (RN) verificaram a predominância de regimes oligohalinos e polihalino, com um gradiente de salinidade perceptível a montante crescente do estuário, onde a influência negativa da salinidade e a influência positiva da descarga de água doce desempenharam um papel preponderante na determinação da distribuição de rotíferos no estuário, e as demais variáveis pareciam mostrar muito pouca importância.

### 3.2 DIVERSIDADE ZOOPLANCTÔNICA EM SISTEMA ESTUARINOS: REGIÃO NORTE

Segundo Araújo (1996), a região menos estudada do Brasil, no que diz respeito ao zooplâncton, é a região Norte. Como estudos pioneiros da zona costeira amazônica, destacam-se os trabalhos realizados por Dahl (1894) e Wright (1936), os quais estudaram a composição específica dos copépodes coletados na foz do rio Amazonas. Na década de 1960 Bjornberg (1963) apresentou resultados sobre a ocorrência e biomassa dos copépodes na foz do Amazonas/Tocantins, indicando a dominância de *Acartia giesbrechti* seguida de *Corycaeus amazonicus*.

No início da década de 1970, Balech (1971) contribuiu com informações sobre o protozooplâncton, mais especificamente os tintídeos da região Norte. Estudos mais recentes forneceram dados sobre a taxonomia e a ecologia de copépodes e anfípodos capturados na região Norte do Brasil. Entre estes, pode ser citado o trabalho de Montú (1994).

Com o passar dos anos uma série de estudos sobre a comunidade planctônica foram realizados no Pará. Os referidos estudos deram abrangência aos organismos ictioplanctônicos, zooplanctônicos e fitoplanctônicos, levando em consideração os aspectos ambientais que influenciam no habitat destes animais. Até o ano de 1995, a maioria dos trabalhos desenvolvidos em território paraense, concentrou-se em ambientes de água doce (LIBÓRIO, 2007).

Durante o Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recurso Vivos na Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE), tiveram destaque os trabalhos desenvolvidos por Reis (1999), o qual estudou a composição e abundância das comunidades zooplanctônica na costa Norte do Brasil.

Melo (2004) realizou estudos sobre a influência da pluma estuarina do rio Amazonas na comunidade macrozooplânctônica, relacionando a distribuição dos organismos aos parâmetros físico-químicos, identificou 109 espécies de Copépodes, destacaram-se *Undinula vulgaris*, *Euchaeta marina*, *Nannocalanus minor*, *Clausocalanus furcatus*, *Scolecitrix danae*, *Calocalanus pavo*, *Corycaeus* (C.) *speciosus*, *Farranula gracilis* e *Oithona plumifera*, grupo indicador de águas oceânicas oligotróficas.

Magalhães et al. (2005) apresentam um estudo baseado nos aspectos ecológicos do Mesozooplâncton no estuário de Taperuçu, nas proximidades do município de Bragança (PA). O grupo Copepoda foi o mais freqüente, destacando-se *Acartia* (*Acanthacartia*) *tonsa*, *Pseudodiaptomus marshi*, *Acartia* (*Odontacartia*) *lilljeborgii*, *Pseudodiaptomus acutus* e *Labidocera fluviatilis*. Outras taxa como zoea e megalopa de Brachyura, *Sagitta tenuis*, veliger de Gastropoda e *Oikopleura dióica* foram também muito freqüentes. A espécie *Pseudodiaptomus marshi* foi a mais abundante.

Cavalcanti e Larrazábal (2004) estudando a Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil verificaram que em termos de freqüência de ocorrência Crustacea e Chaetognatha foram muito freqüentes; Cnidaria e Teleostei (ovos e

larvas) freqüentes; Mollusca, Annelida e Chordata pouco freqüentes e Protozoa raros.

Magalhães et al. (2006) realizaram estudos com copépodes planctônicos *Pseudodiaptomus richardi* e *Pseudodiaptomus acutus*, ao longo de um gradiente de salinidade no estuário do rio Caeté (Norte do Brasil). O Estuário do Rio Caeté caracterizou-se por uma grande variação espacial e sazonal na salinidade (0,8-37,2‰). Os resultados revelaram que a contribuição de *Pseudodiaptomus richardi* para a produção secundária no estuário do rio Caeté é mais importante na zona limnética que em outras zonas onde foram dominantes os regimes eurihalino-polihalino. Contudo, para *Pseudodiaptomus acutus* não foi possível observar de forma clara um padrão de distribuição espacial e temporal para a área estudada.

Na região Bragantina o trabalho preliminar de Melo et al. (2006) reporta a variação diurna da densidade planctônica na praia de Ajuruteua, Bragança-PA.

Costa et al. (2008) estudaram a distribuição nictemeral e sazonal do zooplâncton do estuário do Taperaçu e o efeito dos parâmetros hidrológicos na dinâmica desses organismos, nos meses de março (período chuvoso) e setembro (período seco) de 2005, foram identificados 50 táxons incluídos nos seguintes grupos: Arthropoda, Sarcomastigophora, Cnidaria, Mollusca, Nematoda, Platyhelminthes, Bryozoa, Chordata, Annelida e Chaetognatha. Os copépodes dominaram quantitativamente o zooplâncton local com 50% dos organismos. A densidade total do zooplâncton variou de 16.491 a 397.476 ind.m<sup>-3</sup> durante os períodos seco e chuvoso, respectivamente.

Costa et al. (2009) estudaram, no estuário do rio Curuçá, a variação espacial e temporal da composição e abundância do mesozooplâncton e sua relação com os parâmetros abióticos (salinidade, temperatura, pH, oxigênio e partículas em suspensão). Onde quatro estações foram amostradas a cada dois meses. Foram identificados cinquenta e sete grupos taxonômicos, dentre estes Copepoda (*Acartia tonsa*) e Cirripedia (náuplios) foram os grupos mais abundantes. *A. tonsa* foram registrados na estação chuvosa, enquanto náuplios de cirripedia foram coletados durante todo o período de estudo, com a maior densidade em março de 2004.

Magalhães et al. (2009a) investigaram as variações temporais na estrutura da comunidade dos copépodes do estuário do Taperaçu, Pará, Brasil. *Pseudodiaptomus marshi*, *Acartia lilljeborgi*, *Acartia tonsa* e *Paracalanus quasimodo*

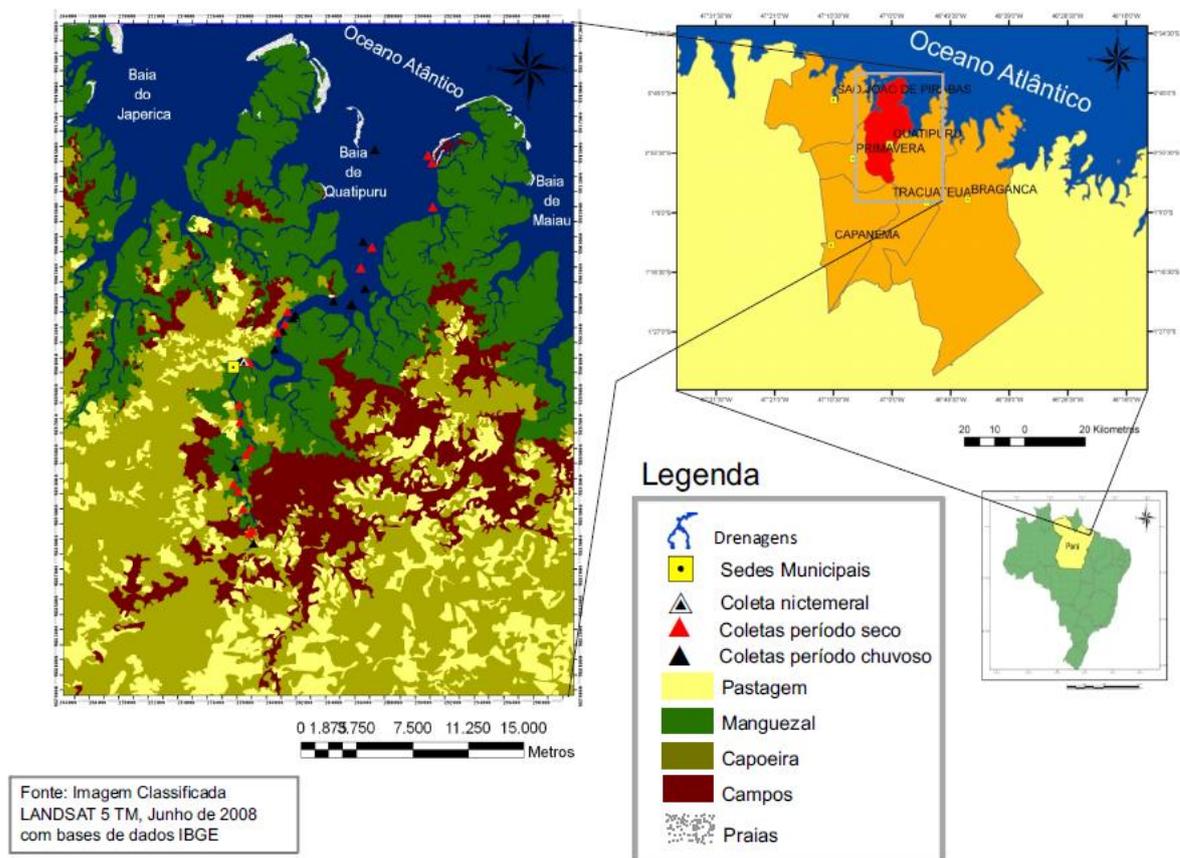
foram os táxons numericamente mais representativos, sendo as suas densidades correlacionadas de forma significativa apenas com a salinidade.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Quatipuru, integrante da Mesoregião Nordeste Paraense e da Microrregião Bragantina, localiza-se na latitude 00°53'49" Sul e longitude 47°00'19" Oeste, com uma altitude de 29 metros, fazendo limite ao Norte, com o oceano Atlântico, a Leste e ao Sul, respectivamente com os municípios de Tracuateua e Capanema e a Oeste, com os municípios de Primavera e São João de Pirabas (Figura 1) (SEPOF-PA, 2007).

Figura 1 – Localização do estuário do rio Quatipuru - Pará, indicando as estações de coleta.



Fonte: Benedito de Souza Neto

#### 4.1.1 Clima

O clima do município é do tipo Awi, segundo a classificação de Köppen, apresentando reduzida amplitude térmica e índice pluviométrico médio anual de cerca de 2.100 mm. Desta pluviosidade, 90% distribuem-se nos seis primeiros meses do ano, produzindo assim, um excedente hídrico anual, entre fevereiro e

junho, enquanto a deficiência hídrica ocorre entre agosto e dezembro (SEPOF-PA, 2007).

#### **4.1.2 Geologia e Relevo**

Os depósitos geológicos estão representados principalmente, por sedimentos silissiclásticos inconsolidados da Formação Barreiras (Mio-Plioceno), enquanto os sedimentos lamosos constituem o substrato de manguezais, os feixes de cordões arenosos formam as restingas costeiras, que fazem limite com as várzeas de maré e campos inundáveis da baía interna de Quatipuru, provavelmente holocênica. Há registros localizados da ocorrência de depósitos fossilíferos constituídos por calcários e paleomangues da Formação Pirabas, do Mioceno Inferior, subjacentes à Formação Barreiras.

O relevo de Quatipuru relaciona-se com a estrutura geológica, sendo representado por tabuleiros aplainados, terraços e várzeas, que estão inseridos na unidade morfoestrutural Planalto Rebaixado da Amazônia (Região Bragantina), caracterizado por áreas dissecadas em colinas de topo aplainado, com vales pouco profundos. A planície flúvio-marinha é conhecida como a "região de rias" (SEPOF-PA, 2007). A topografia acompanha as formas de relevo, apresentando, na sede, uma cota de 10 metros de altitude, aproximadamente, cujo nível altimétrico predomina em quase a totalidade de seu território.

Quatipuru tem um relevo plano, com solos predominantemente do tipo latossolo amarelo de textura arenosa e de podzóis hidromórficos em menor proporção, que resultam nas formações de mangues (ALVES, 2007).

#### **4.1.3 Vegetação**

A cobertura vegetal é constituída, predominantemente, pelas florestas secundárias (capoeiras), em diversos estágios de regeneração, que substituíram a cobertura florestal primária de Floresta Tropical Úmida, subtipo Densa dos Baixos Platôs. Às margens dos pequenos rios, inside a floresta de várzea ainda preservada, com sua vegetação típica de espécies ombrófilas dicotiledôneas e abundantes palmeiras. No extenso litoral, que adentra até 40 km em direção ao continente, é nítida a influência da cunha salina, com os bosques de mangue dominando a paisagem. Nota-se no contato da planície costeira com a terra firme, uma extensa planície inundável, com campos dominados por gramíneas e ciperáceas, no entanto as observações de campo mostram frequentes e expressivos mosaicos de

vegetação de floresta aluvial e de manguezal no campo inundável (SEPOF-PA, 2007).

Nas áreas próximas a estuários, a dinâmica de marés e as condições edáficas propiciam formação de espécies comuns dos manguezais ao longo do estuário, tais como mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), mangue branco ou tinteiro (*Laguncularia racemosa*) e o mangue preto ou siriúba (*Avicennia germinans*). Essas vegetações possuem necessidades ecológicas distintas e, portanto explicam sua participação e o lugar que ocupam na zonação dessa vegetação costeira (BOHRER; GONÇALVES, 1991).

#### **4.1.4 Hidrografia**

A bacia do rio Quatipuru está inserida na bacia Costa Atlântica – Nordeste tem como principal rio, o Quatipuru, que deságua no Oceano Atlântico, formando a Baía de Quatipuru.

O rio Quatipuru serve de limite natural, à leste, entre os municípios de Primavera e Bragança, constituindo a principal drenagem da área de estudo. Outros cursos d água como os rios Japerica e Primavera fluem para outra baía próxima a de Japerica, formando um complexo hidrológico-estuarino, que tem grande importância na locomoção e transporte da população ribeirinha e litorânea entre Quatipuru e Bragança (SEPOF-PA, 2007).

### **4.2 METODOLOGIA DE CAMPO**

#### **4.2.1 Estratégia Amostral**

As estações foram distribuídas ao longo de um gradiente de salinidade previamente observado em coleta piloto. As amostragens do zooplâncton foram realizadas no mês de novembro de 2009 (campanha I) e maio de 2010 (campanha II) nas fases enchente e vazante da maré. O plano amostral constou de 20 pontos na primeira campanha e 14 na segunda. A diferença na quantidade de pontos entre as campanhas é explicada pelo fator salinidade que foi o principal referencial para as coletas. Para isso foram estabelecidas faixas de salinidade obedecendo a intervalos de 5 ups (unidade padrão de salinidade). Então as amostras de zooplâncton foram coletadas em diferentes faixas de salinidade, definidas através de medições de salinidade *in situ* ao longo do estuário. Para as faixas que apresentaram mais de uma coleta calculou-se, dentro das suas respectivas marés, a média entre elas

A estratégia de coleta empregada resultou em 34 estações amostrais (Tabelas 2 e 3). Para efeito didático utilizou-se categorias de zero a sete, de acordo

com a salinidade, para nomear as faixas, e a classificação de Smayda (1983) para qualificar os regimes de salinidade de acordo com as estações amostradas (Tabela 1).

Figura 2 – Detalhe dos momentos de maré vazante (A) e enchente (B) no estuário do rio Quatipuru –Pará.



Fonte: Próprio autor.

Tabela 1 – Faixas de salinidade e condições hidrológicas, segundo a classificação de águas marinha de Smayda (1983).

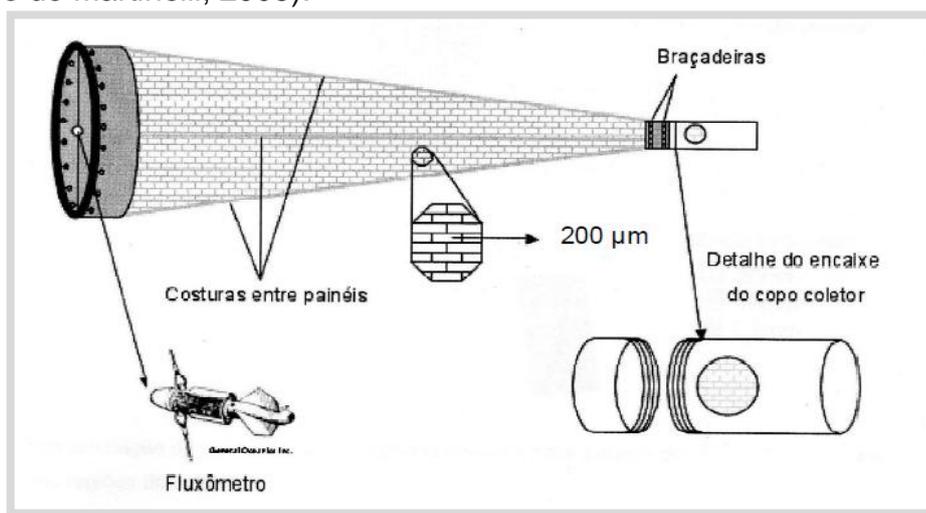
Intervalos de Salinidade	Faixas de Salinidade	Classificação adaptada, segundo a classificação de águas marinha de SMAYDA, 1983
0<0,5	0	Água doce
0,5- 5	1	Água Oligohalina
05  10	2	Água Mesohalina
10  15	3	
15  20	4	
20  25	5	Água Polihalina
25   30	6	
30  35	7	Água Euhalina

Fonte: Smayda (1983)

#### 4.2.1.1 Parâmetros Bióticos

Em arrastos horizontais (Figura 5), na subsuperfície, a bordo de uma embarcação de pequeno porte (Figura 4), por 2 minutos, as amostras de zooplâncton foram obtidas com o auxílio de uma rede de plâncton, com malha de 200  $\mu\text{m}$  e abertura de boca de 60 cm, com fluxômetro (marca General Oceanics, modelo 2030R) acoplado (Figura 3).

Figura 3 – Representação da rede de plâncton utilizada para coleta do zooplâncton. (Adaptado de Martinelli, 2005).



Fonte: Marques (2009).

As amostras foram acondicionadas em reservatórios de polietileno de 500 mL devidamente etiquetadas e imediatamente fixadas em formol tamponado com

tetraborato de sódio (Borax), com solução final a 4%, satisfatório para fixar os organismos zooplanctônicos, seguindo-se as técnicas descritas por Newell e Newell (1966), posteriormente as amostras foram transportadas para o Laboratório de Ecologia Aquática e Aqüicultura Tropical (LECAT), situado nas dependências da UFRA (Universidade Federal Rural da Amazônia), para análises quali-quantitativas.

Figura 4 – Detalhe da embarcação, de pequeno porte, utilizada nas campanhas de coleta do zooplâncton no estuário do rio Quatipuru-Pará.



Fonte: Próprio autor.

Figura 5 – Detalhe do arrasto do zooplâncton na subsuperfície durante as campanhas de coleta.



Fonte: Próprio autor.

#### 4.2.1.2 Parâmetros Abióticos

Para os dados de precipitação pluviométrica utilizaram-se dados fornecidos pela Agência Nacional das Águas - ANA, da Estação Meteorológica de Primavera-PA.

Considerando os dias das coletas os níveis e os regimes de marés foram obtidos na Tábua de Marés fornecida pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), Marinha do Brasil para a localização mais próxima da região estudada (Fundeadoiro de Salinópolis, estado do Pará).

Simultaneamente às coletas do zooplâncton, foram coletados dados de qualidade da água. Os parâmetros estimados *in situ* incluíram oxigênio dissolvido (OD), saturação (OD%) que foram estimados com oxímetro de Marca Oxi330i set, condutância específica (mS/cm), salinidade (ups), temperatura (°C) e potencial hidrogeniônico (pH), foram estimados com auxílio de sonda multi-parâmetros YSI 30 e transparência da água com o uso do disco de Secchi.

As demais variáveis Nitrato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ), Nitrito ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ), Fosforo total ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ), Fosfato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ), Silicato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) e Amônia ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ) foram estimadas em laboratório seguindo técnicas padrão de colorimetria de acordo com Grasshoff et al. (1983), para determinação da clorofila-“a” foi realizada em espectrofotômetro de acordo com Unesco (1966).

### 4.3 PROCESSAMENTOS DAS AMOSTRAS

#### 4.3.1 Distribuição das Amostras nas Faixas de Salinidade

Após analisado os dados ambientais (abióticos e bióticos), estes foram agrupados em suas respectivas faixas de salinidade (Tabela 2 e 3). Para as faixas que apresentaram mais de uma coleta calculou-se a média entre elas. Tomando como exemplo a tabela abaixo, as faixas 1, 2 e 4 possuem mais de um ponto dentro na mesma faixa, então as médias foram calculadas para estas amostras dentro das suas respectivas marés.

Na presença de valores discrepantes entre os pontos, estes foram desconsiderados e levados em conta valores mais homogêneos para representatividade da faixa, neste caso somente a clorofila a e a amônia necessitaram de tal ajuste, pois suas análises geraram valores indetectáveis pelo método empregado durante o estudo.

Tabela 2 – Estações de coleta, durante os dias 10, 11,13 e 14 de novembro de 2009. (n=20 amostras).

DATA	ESTAÇÃO	COORDENADAS (UTM)		IT	FAIXAS	MARÉS	
		LATITUDE	LONGITUDE			VAZANTE	ENCHENTE
10/Nov	1	279378	9887722	0,5- 5	1		x
13/Nov	2	277842	9889382	0,5- 5	1	x	
10/Nov	3	278056	9889550	0,5- 5	1		x
10/Nov	4	277398	9890992	05  10	2		x
13/Nov	5	277075	9892162	05  10	2	x	
10/Nov	6	276766	9892646	10  15	3		x
13/Nov	7	277596	9894622	10  15	3	x	
13/Nov	8	277118	9897888	15  20	4	x	
10/Nov	9	277940	9895022	15  20	4		x
10/Nov	10	277136	9897878	20  25	5		x
13/Nov	11	277609	9900706	20  25	5	x	
11/Nov	12	277180	9896784	25   30	6		x
13/Nov	13	280238	9903252	25   30	6	x	
14/Nov	14	279704	9902726	25   30	6	x	
11/Nov	15	277837	9900690	30  35	7		x
14/Nov	16	290167	9910992	30  35	7	x	
14/Nov	17	289863	9914436	30  35	7	x	
14/Nov	18	290138	9913906	30  35	7	x	
14/Nov	19	286148	9908322	30  35	7		x
14/Nov	20	283402	9904656	30  35	7		x

Fonte: Dados da pesquisa.  
IT(Intervalo de salinidade)

Tabela 3 – Estações de coleta, durante os dias 7, 8, 9 e 10 de maio de 2010 (n=14 amostras).

DATA	ESTAÇÃO	COORDENADAS (UTM)		IT	FAIXAS	MARÉS	
		LATITUDE	LONGITUDE			VAZANTE	ENCHENTE
09/mai	1	9888724	278108	0 <0,5	0		x
09/mai	2	9892204	277007	0 <0,5	0	x	
07/mai	3	9893810	276871	0,5- 5	1	x	
08/mai	4	9900810	277303	0,5- 5	1		x
08/mai	5	9901572	279544	05  10	2		x
10/mai	6	9902818	280087	0,5- 5	1	x	
07/mai	7	9903634	280778	05  10	2	x	
07/mai	8	9903840	280935	05  10	2	x	
08/mai	9	9904764	283553	10  15	3		x
10/mai	10	9904560	284717	10  15	3	x	
10/mai	11	9904488	284826	15  20	4	x	
08/mai	12	9905586	285670	05  10	2		x
08/mai	13	9908726	285557	15  20	4		x
08/mai	14	9914796	286324	15  20	4		x

Fonte: Dados da pesquisa  
IT(Intervalo de salinidade)

### 4.3.2 Análise da Assembléia Zooplanctônica

#### 4.3.2.1 Composição

Para determinação da composição do zooplâncton as amostras foram analisadas até que não ocorresse nenhuma espécie nova e a identificação taxonômica dos organismos foi realizada sempre que possível em nível de espécie, por meio de técnicas usuais e específicas de microscopia óptica, lupa binocular, chaves taxonômicas, comparação com pranchas ilustrativas e consultas à literatura especializada: Davis (1955), Björnberg (1963; 1965), Einsle (1996), Herbst (1967), Tregouboff e Rose (1957), Rose (1933), Robertson e Hardy (1984), Boltovskoy et al., (1999ab), Mazzocchi et al. (1995), Smirnov (1996), Elmoor-Loureiro (1997), Dussart e Defaye (2001), Nogrady e Segers (2002), dentre outros. A sinopse taxonômica foi

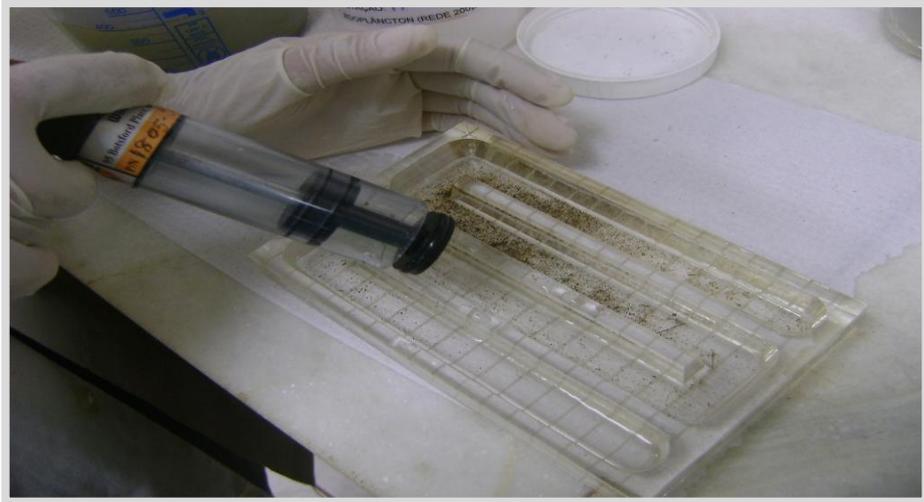
baseada, principalmente, na classificação apresentada por Boltovskoy (1999a). A identificação dos Copépodes foi realizada de acordo com Björnberg (1981).

#### 4.3.2.2 Densidade Específica

Seguiram-se duas etapas para o estudo quantitativo do zooplâncton. Para os grupos Chaetognatha, Decapoda e Larvas de Peixes, utilizou-se uma placa de contagem do tipo Bogorov e esta levada a Lupa da marca Zeiss. Para os demais componentes a contagem foi realizada por meio da lâmina de contagem de Sedgwick-Rafter e levada ao microscópio óptico.

Cada amostra foi colocada em um béquer de 1000 mL, sendo adicionada água destilada para diluição até 500 mL. As amostras foram devidamente homogeneizadas e com o auxílio de uma “Stempel Pipete”, extraiu-se uma subamostra de 10 mL para contagem em placa de Bogorov e duas sub-amostras de 1 mL para contagem na lâmina de Sedgwick-Rafter (Figuras 6 e 7).

Figura 6 – Detalhe da análise quantitativa do zooplâncton em câmara de contagem do tipo Bogorov.



Fonte: Próprio autor.

Figura 7 – Análise quantitativa do zooplâncton em lâmina de Sedgwick-Rafter.



Fonte: Próprio autor.

#### 4.4 TRATAMENTO NUMÉRICO DOS DADOS

##### 4.4.1 Densidade dos Organismos ( $D^\circ$ )

As contagens levaram em consideração o valor encontrado na alíquota multiplicado pelo fator de subamostragem para obtenção do valor total de organismos encontrados expressos em indivíduos por metro cúbico ( $\text{ind.m}^{-3}$ ) (2) com base no volume de água filtrada pela rede (1) segundo as fórmulas:

$$V=A.R.C \quad (1)$$

onde:

- $V$ = volume de água filtrada em  $\text{m}^3$ ;
- $A$ = área da boca da rede em  $\text{m}^2$ ;
- $R$ = número de rotações do fluxômetro durante o arrasto ( $FF - FI$ );
- $C$ = fator de aferição após calibração do aparelho em metros por rotações; e

$$N = n_i / V \quad (2)$$

onde:

- $N$  = abundância total da espécie em cada amostra;
- $n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$  observados na amostra,
- $V$  = volume de água filtrado pela rede ( $\text{m}^3$ ).

$$\text{Volume} = 3,14 \times (\text{Diâmetro da Rede}^2) \times \text{Distancia}$$

$$\text{Distancia} = \frac{\text{Contagem} \times \text{Constante do Rotor}}{999999}$$

O volume de água filtrado pela rede foi calculado por meio de um fluxômetro acoplado à esta, que registra as rotações de seu rotor, similar a um odômetro. Para o procedimento de cálculo foram utilizadas equações disponibilizadas pelo fabricante. Onde, para se obter volume em metros cúbicos, as unidades devem estar em metros.

#### 4.4.2 Abundância Relativa dos Organismos (Ar)

A abundância relativa do zooplâncton foi obtida com o emprego da seguinte fórmula:

$$\text{Ar} = \frac{N}{N_t} \times 100 \quad (3)$$

onde:

**Ar** = Abundância relativa expressa em percentagem (%). **N** = Densidade total de organismos de cada táxon nas amostras. **N<sub>t</sub>** = Densidade total de organismos nas amostras.

Os resultados serão dados em percentagem, utilizando o seguinte critério de classificação: > 70% - dominante; < 70% - 40% - abundante; < 40% - 10% - pouco abundante; ≤ 10% - esporádico (adaptado por Dajoz, 1978).

#### 4.4.3 Frequência de Ocorrência dos Organismos (Fo)

A frequência de ocorrência foi calculada pela fórmula:

$$F^{\circ} = \frac{T_a}{T_A} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

**T<sub>a</sub>** = Número de amostras em que o táxon ocorre. **T<sub>A</sub>** = Total de amostras.

Os resultados serão apresentados em percentagem (%). Para interpretação do resultado da frequência de ocorrência será utilizada a seguinte escala: **F<sub>o</sub>** ≥ 70 % muito freqüente; 70% < **F<sub>o</sub>** < 40% freqüente; 40% < **F<sub>o</sub>** < 10% pouco freqüente e **F<sub>o</sub>** ≤ 10% esporádica (adaptado por Dajoz, 1978).

## 4.5 ÍNDICES DE DIVERSIDADE

### 4.5.1 Índice de Diversidade de Shannon (H')

O Índice de diversidade de Shannon (1948) foi calculado para cada amostra pela fórmula abaixo:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{N} \cdot \ln \frac{n_i}{N} \right) \quad (5)$$

Onde:

H' = Índice de Diversidade específica (bit/ind);

$n_i$  = é o número de indivíduos do *taxon*  $i$  na amostra;

$N$  = é o número total de indivíduos da amostra.

Os valores obtidos serão enquadrados na classificação de Valentin et al. (1991):

- $H' \geq 3,0$  bit.  $\text{Ind}^{-1}$ : alta diversidade
- $3,0 > H' \geq 2,0$  bit.  $\text{Ind}^{-1}$ : média diversidade
- $2,0 > H' \geq 1,0$   $\text{Ind}^{-1}$ : baixa diversidade
- $H' < 1,0$  bit.  $\text{Ind}^{-1}$ : muito baixa diversidade

### 4.5.2. Índice de Equitabilidade de Pielou (J')

A equitabilidade de Pielou (1966), componente da diversidade que representa a uniformidade na abundância das espécies capturadas, foi obtida através da expressão:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\text{máx}}} \quad (6)$$

Onde:

- $J'$  = Índice de Equitabilidade
- $H'$  = Índice de Diversidade calculado
- $H'_{\text{máx}} = \log_{10} K$  (sendo  $K$  o número de espécies presentes na amostra)

## 4.6. ANÁLISE DOS DADOS

Foi realizada, inicialmente, uma análise exploratória dos dados abióticos e bióticos, utilizando os métodos descritivos básicos (mínimo, máximo, média e desvio

padrão) para caracterizar o ambiente durante o período de estudo e o comportamento do zooplâncton frente às variações espaço-temporal.

Os dados foram submetidos, também, às análises multivariadas dos grupos/espécies, onde a matriz inicial dos dados foi a da densidade (Ind.m<sup>-3</sup>). Os taxa com frequência de ocorrência menor que 6% não foram considerados nesta análise. Os dados foram, portanto tabelados em três matrizes: (i) de dados físicos, químicos e biológicos (transparência da água, temperatura, salinidade, condutividade, pH, oxigênio dissolvido, saturação, nitrito, nitrato, fósforo total, fosfato, amônia, silicato, e clorofila a); (ii) táxons do zooplâncton por faixas e período de coleta.; (iii) principais variáveis do zooplâncton (abundância total de copépodes e das principais espécies pertencente a este grupo, copepoditos, Cladocera e abundância total de Gastropoda e riqueza), clorofila-a, temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade e silicato, além de variáveis categóricas (chuvoso/seco).

#### **4.6.1 Análise de Agrupamento**

Para os dados obtidos espacialmente a análise de agrupamento foi empregada utilizando-se a matriz de espécies (ii). O cálculo de similaridade foi baseado na distancia de Hellinger (**a**) (Legendre e Gallego, 2001), cuja construção do dendograma foi feita através do algoritmo de aglomeração de WARD (variâncias mínimas), a fim de evidenciar os padrões de similaridade entre as estações de coletas. O método de ligação WARD foi escolhido em função de sua eficiência em gerar grupos reais (segundo sugestão de Milligan e Cooper, 1987).

Uma matriz inicial de dados de densidade dos organismos foi elaborada. Esse cálculo permitiu visualizar agrupamentos formados pelos grupos/espécies e amostras que têm relação entre si. Foram utilizadas tanto matriz modo Q (Classificação amostras) como modo r (Classificação espécies) para variação espaço-temporal. Para estas análises utilizou-se o software livre Past (Hammer et al., 2001).

#### **4.6.2 Análise dos Componentes Principais**

Para o presente estudo foram realizadas três análises de componentes principais:

- (1) Q-PCA da matriz de fauna por faixas e período de coleta (ii);
- (2) PCA da matriz de variáveis abióticas (i) e
- (3) PCA da matriz iii.

(1) A matriz modo Q expressa nos planos da PCA (Q-PCA) baseou-se na mesma matriz empregada na análise de agrupamento, onde os quatro grupos gerados foram ordenados no plano da análise de componentes principais, mostrando a ordenação dos táxons em diferentes cores. Para esclarecimento visual e evitar sobreposição as elipses, estas foram plotadas utilizando uma concentração de 55%. A análise Q-PCA foi executada segundo Socorro et al. (2011) e Fasham (1977), usando o software livre Past (Hammer, Harper et al., 2001).

(2) A análise de componentes principais a partir da matriz de correlação de variáveis ambientais foi empregada para identificação das relações entre as forçantes ambientais dentro do estuário. Os escores resultantes desta análise foram utilizados para análise de estratificação entre os períodos sazonais como entre os regimes de marés. Todos estes cálculos foram realizados utilizando o programa computacional Statistica 6.0.

(3) Esta última análise foi empregada com o intuito de verificar a relação existente entre as principais variáveis do zooplâncton com as forçantes ambientais mais significativas, que melhor caracterizaram o período sazonal no estuário do rio Quatipuru. Os parâmetros ambientais foram submetidos a uma padronização, para reduzir os efeitos das diferentes escalas, onde para dados biológicos a densidade foi transformado em raiz quarta e o dado não biológico padronizado em Ranging **(b)**. Para esta análise utilizou-se o programa computacional Canoco 4.5.

$$\begin{array}{ccc}
 \text{(a) Dist. de Hellinger} & \text{(b) Ranging} & \\
 D_{\text{Hellinger}}_{i,j} = \sqrt{\sum \left[ \left[ \sqrt{\frac{X_i}{\sum X_i}} - \sqrt{\frac{X_j}{\sum X_j}} \right]^2 \right]} & Y_{i,j} = \frac{X_{i,j} - \text{Min}(X_j)}{\text{Max}(X_j) - \text{Min}(X_j)} & (7)
 \end{array}$$

#### 4.6.3 Teste de Mantel

Para testar a relação entre a variação da fauna e a salinidade foi realizado um teste de Mantel (10000 permutações), por meio do software livre Past.

Para testar a relação entre a fauna e a salinidade, utilizou-se duas matrizes, uma contendo abundância total de cada taxa nas diferentes faixas de salinidade (matriz ii) e noutra os valores de salinidade. A métrica de semelhança empregada

para matriz (ii) foi Bray curtis e para matriz de salinidade utilizou-se distância euclidiana.

## **5 RESULTADOS**

### **5.1 VARIAÇÃO ESPAÇO TEMPORAL**

#### **5.1.1 Caracterização Ambiental do Estuário do Rio Quatipuru**

##### **5.1.1.1 Precipitação Pluviométrica (mm)**

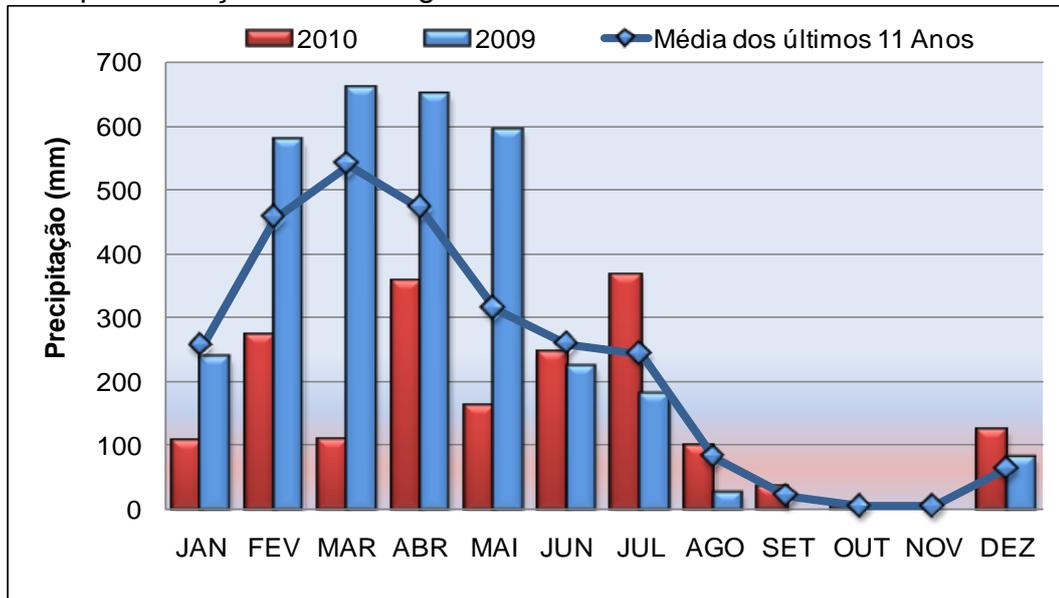
Dados obtidos através das médias mensais de precipitação pluviométrica dos últimos 11 anos (2000-2010), registrados pela estação meteorológica de Primavera-PA fornecidos pela AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA) evidenciaram um padrão sazonal definido, com dois períodos distintos: o período chuvoso, que se estende do mês de janeiro a junho, e o período seco, que compreende os meses de julho a dezembro.

Os resultados dos índices pluviométricos referentes ao ano de 2009 registraram mínimos de 0,0 mm, em setembro, outubro e novembro e 25.9 mm, em agosto, e o máximo de 657,6 mm em março, com precipitação total anual de 3.225 mm (Figura 8). Para o ano de 2010 foi registrados mínimos de 0,0 mm, em novembro e 4,8 em outubro, e o máximo 367 em julho, com precipitação total anual de 1.875 mm.

Em 2009 destacaram-se, acima da média, os meses de fevereiro, março, abril e maio, enquanto em 2010, somente o meses de julho e dezembro (Figura 8).

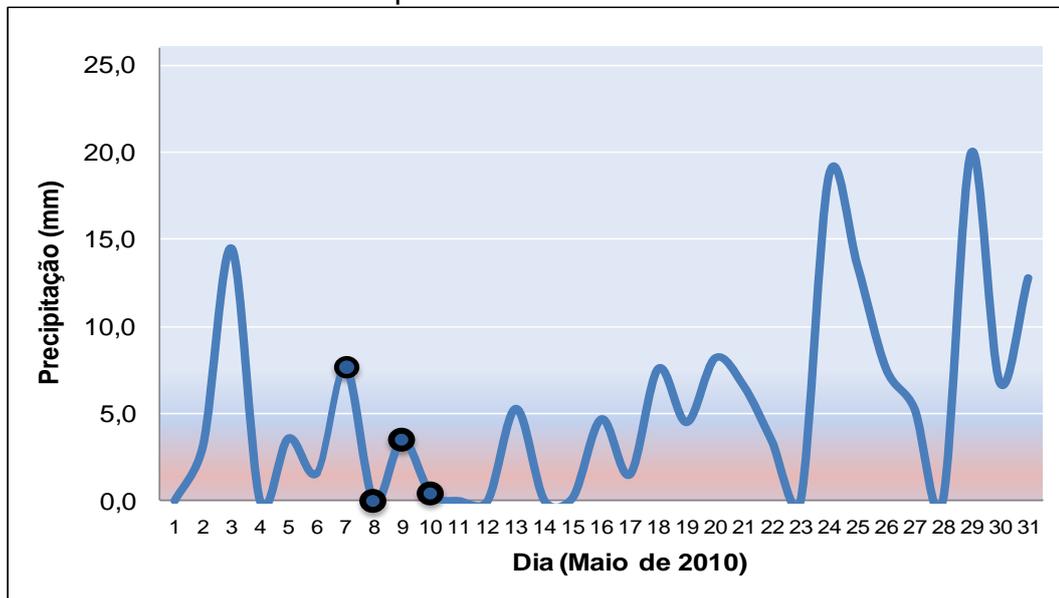
A média da precipitação pluviométrica dos 31 dias do mês de maio/2010 foi de 5,2 mm. No período de coleta (7, 8, 9,10), os valores pluviométricos foram sempre inferiores a 7 mm, os maiores valores de precipitação estiveram concentrados no início (dia 3) e final do mês (dias 24, 25 e 31) (Figura 9). Por outro lado os registros dos 30 dias de novembro de 2009 não evidenciaram precipitação na região, por conta disso a figura 9 só contém os registros de maio.

Figura 8 – Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm), no ano de 2009 e 2010, comparada com a média mensal dos últimos onze anos (2000-2010) registrada pela Estação Meteorológica de Primavera - Pará.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 9 – Variação da precipitação pluviométrica diária (mm) do mês de maio de 2010, registrada pela Estação Meteorológica de Primavera- Pará. Os círculos indicam os dias de coleta do zooplâncton.



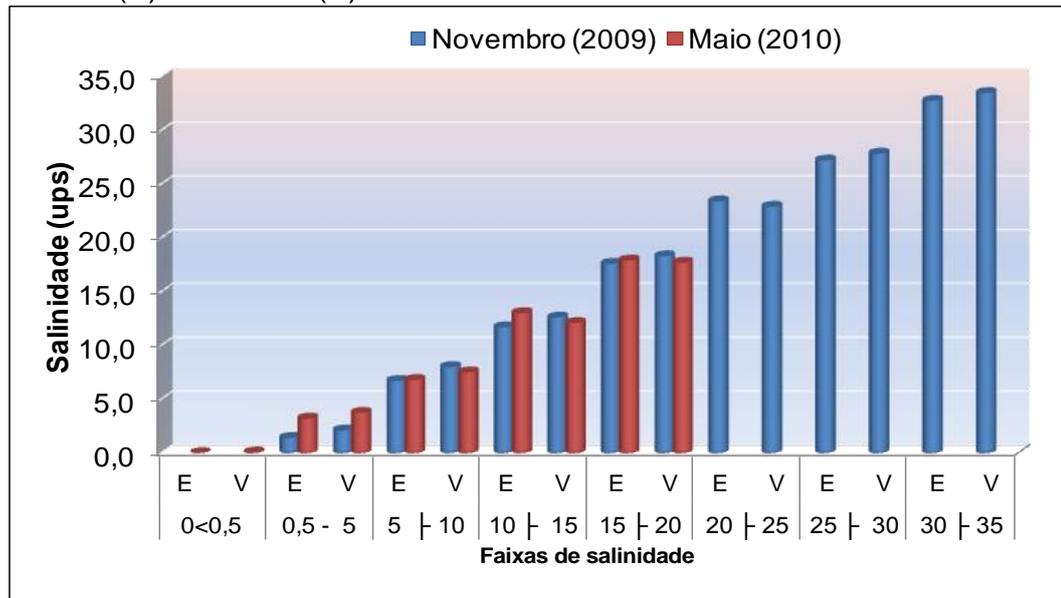
Fonte: Dados da pesquisa.

#### 5.1.1.2 Salinidade

A salinidade variou de 1,4 a 33,5 ups no período seco e de 0 a 17,9 ups no período chuvoso. A concentração média para o período seco foi de 17,5 ( $\pm 10,8$ ) (Figura 10) e para período chuvoso (maio/10) foi de 8,2 ups ( $\pm 6,7$ ) (Figura 10).

O valor máximo de salinidade foi de 33,5 na estação mais externa ao estuário, no mês de novembro, já os menores valores foram registrados na estação mais interna (0,0) no mês de maio (Figura 10).

Figura 10 – Distribuição das faixas de salinidade ao longo do estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2010 (seco) e maio/2010 (chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).

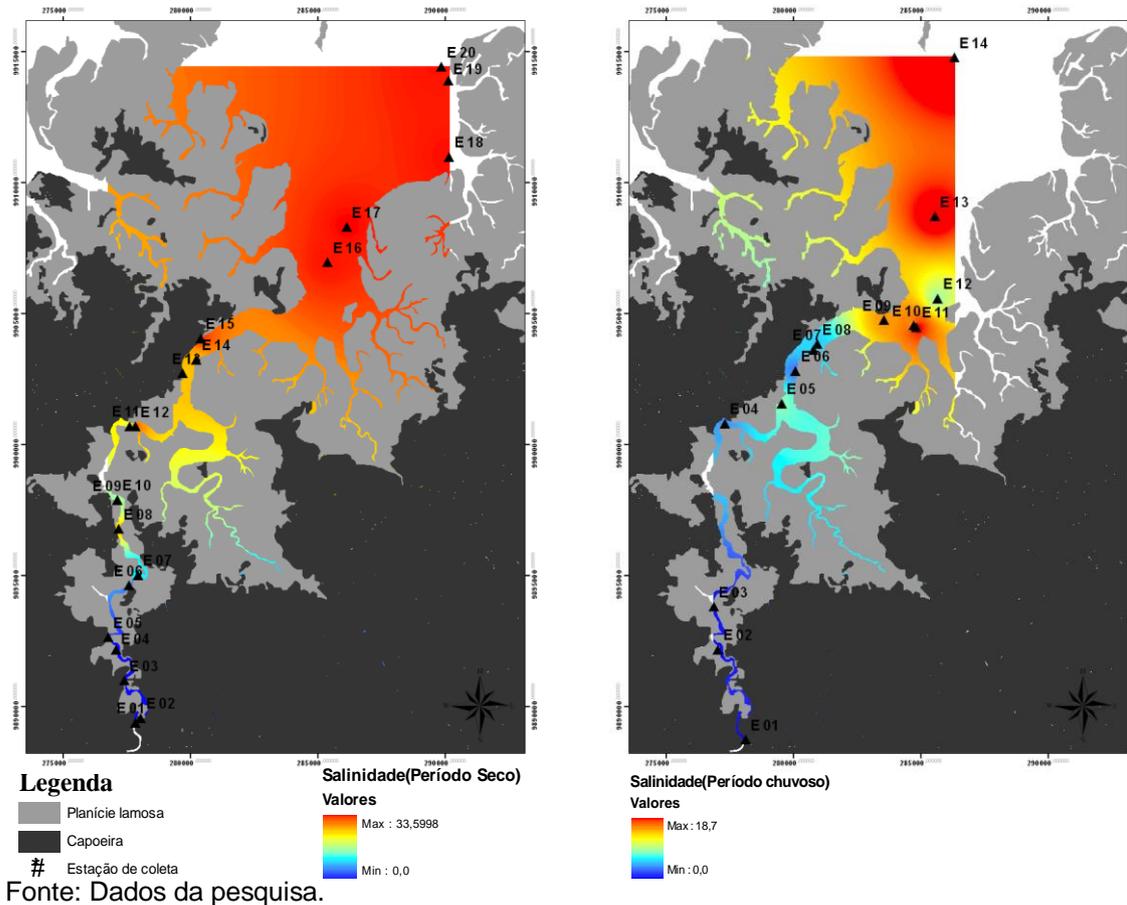


Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 11 mostra o comportamento geral da salinidade nas duas épocas estudadas. A variação da salinidade apresentou uma mudança sazonal, o que gerou sete faixas de salinidade em novembro de 2009 e cinco faixas em maio de 2010. A formação de um maior número de faixas no mês de novembro coincide com uma precipitação menos elevada neste período, em relação a maio. Este fato demonstra que as chuvas têm uma marcada influência no regime de salinidade desta região.

Tomando-se como base o mês de novembro para representar o período seco e maio para o período chuvoso foi possível determinar para a área as condições límnic, oligohalina, meso-polihalina e euhalina. Entre os pontos, a salinidade aumentou em direção à desembocadura. No período seco, observou-se um domínio do regime meso-polihalino e euhalino. Já o período chuvoso caracterizou-se pelo regime límnic e mesohalino. De uma maneira geral a área de estudo foi dominada por água meso-polihalina.

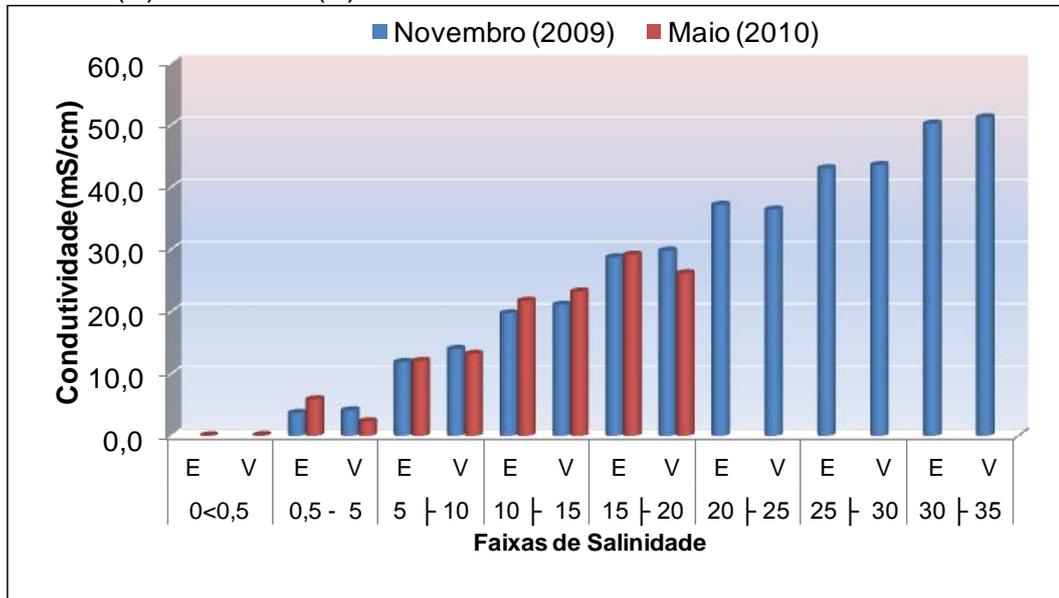
Figura 11– Variação espacial da salinidade nas estações de coleta no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro (seco) e maio (chuvoso)



### 5.1.1.3 Condutividade Elétrica (mS/cm)

Assim como a salinidade, a condutividade se comportou de forma progressiva ao longo das faixas amostrais no sentido montante/jusante, tanto para o período seco como para o chuvoso (Figura 12). Os valores mais elevados de condutividade foram registrados na faixa de salinidade sete, nas marés vazante e enchente em novembro/09, com 51,20 mS/cm e 50,20 mS/cm, respectivamente, enquanto que os menores valores foram registrados na faixa de salinidade zero, nas marés vazante e enchente (0,09 e 0,16 mS/cm, respectivamente) em maio/10. A concentração média para o período chuvoso foi de 16,71 ( $\pm 9,77$ ) mS/cm e para o período seco foi de 28,17 ( $\pm 16,15$ ) mS/cm (Figura 12).

Figura 12 – Variação espacial da condutividade elétrica da água no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2010 (seco) e maio/2010 (chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).

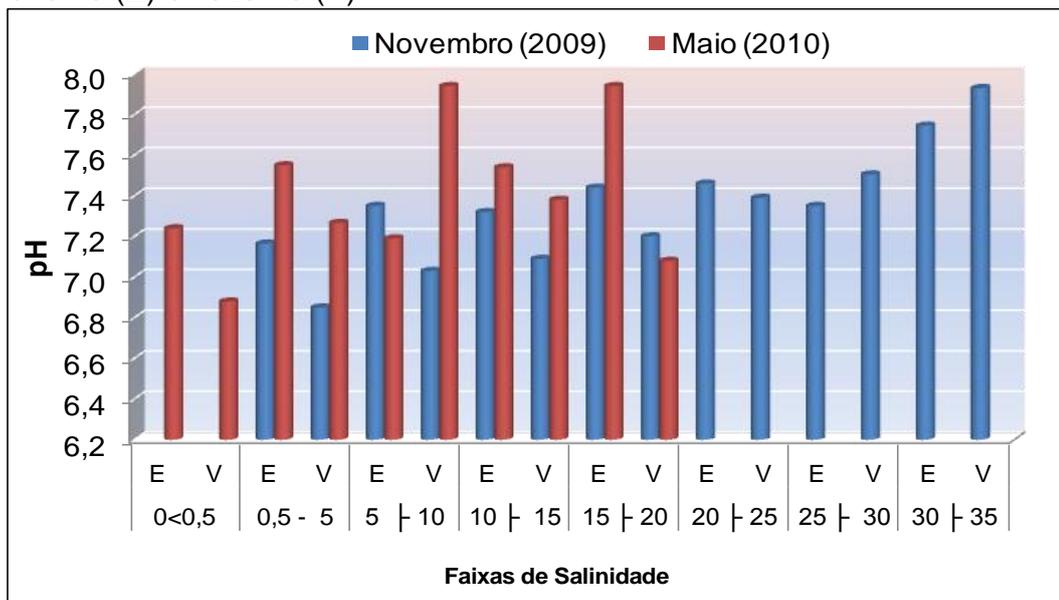


Fonte: Dados da pesquisa.

#### 5.1.1.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico variou de 6,9 a 7,9 tanto para o período seco como para o chuvoso. A concentração média para o período chuvoso (maio/10) foi de 7,4 ( $\pm 0,4$ ) e para o período seco foi de 7,3 ( $\pm 0,3$ ) (Figura 13).

Figura 13 – Variação espacial do pH nas estações de coleta no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso). Em condições de enchente (E) e vazante (V).

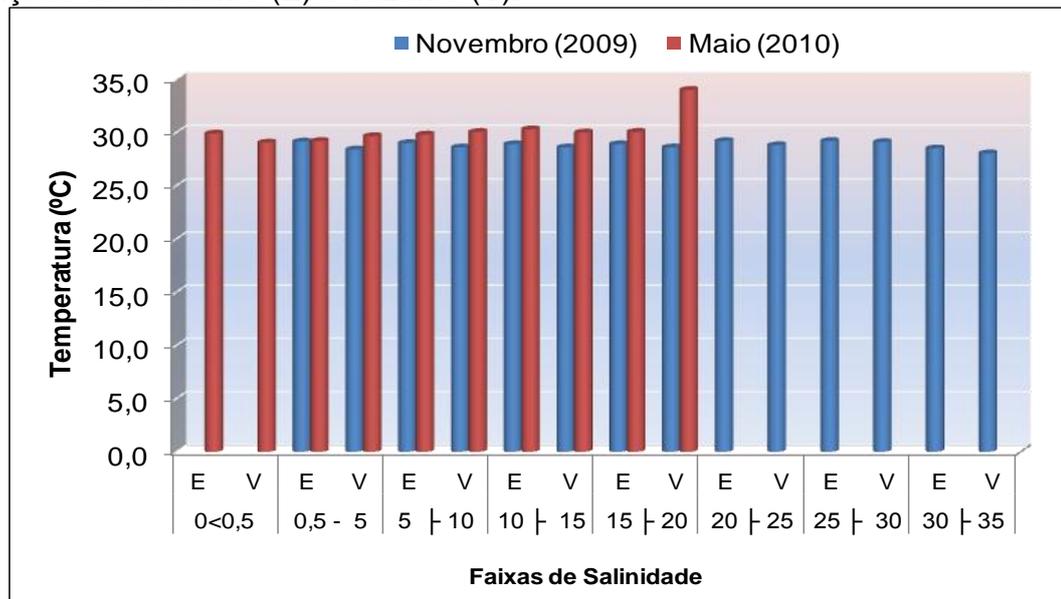


Fonte: Dados da pesquisa.

### 5.1.1.5 Temperatura (°C)

Analisando a temperatura superficial da água, pode-se observar que ocorre uma estabilidade térmica ao longo do período de estudo, verificando-se apenas uma ligeira diminuição dos valores de temperatura no período de coleta no mês de novembro/2009, onde a amplitude térmica registrada foi de 1,2°C. Já em maio, a temperatura variou de 29,1 a 34,0°C, o que gerou uma amplitude térmica de 4,5°C, o menor valor foi registrado na porção límnica do estuário, e o maior na outra extremidade do estuário, na região euhalina. Os valores mínimos foram observados durante o período seco e os máximos, no período chuvoso (Figura 14).

Figura 14 – Variação espacial da temperatura nas estações de coleta no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).



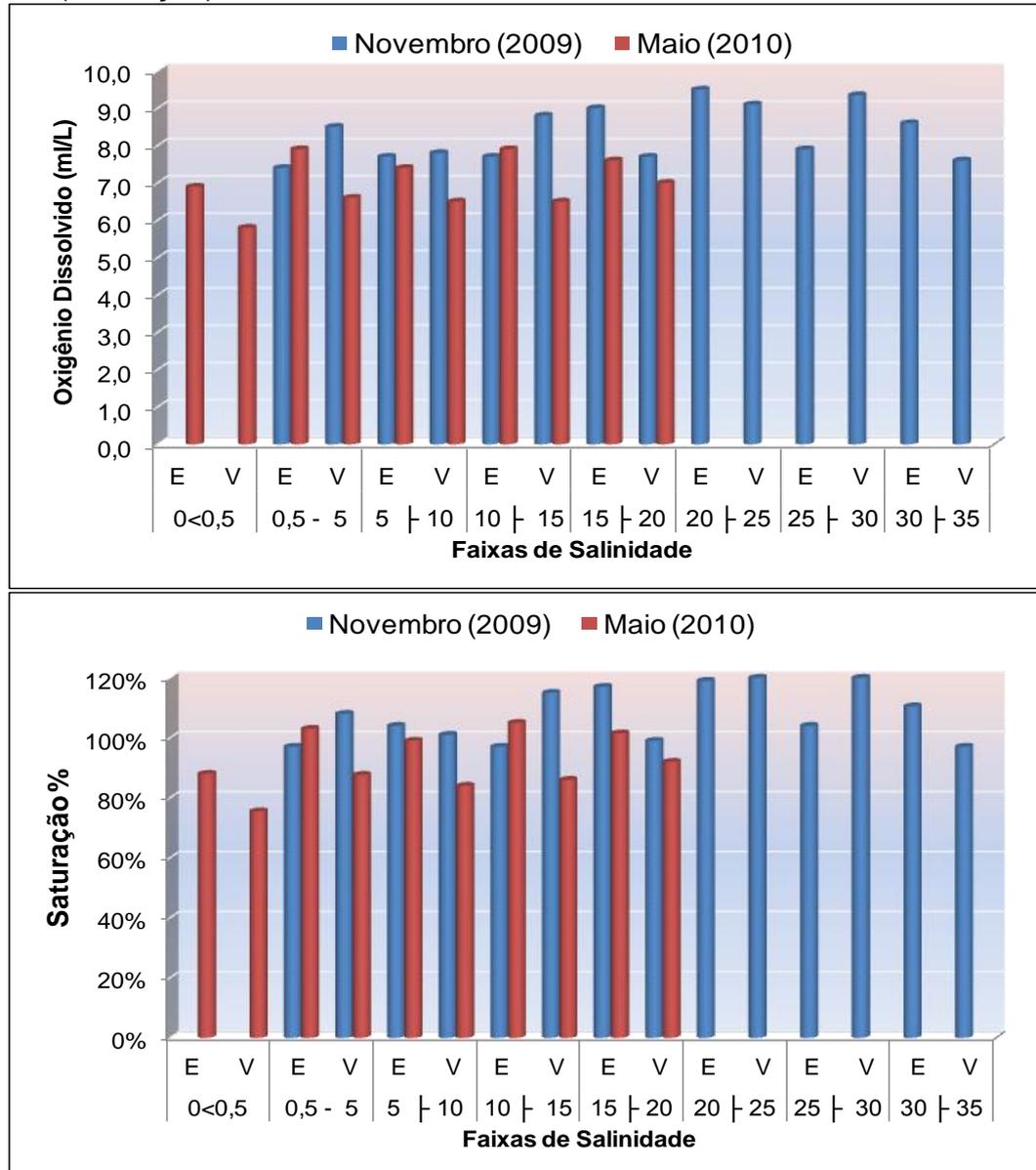
Fonte: Dados da pesquisa.

### 5.1.1.6 Oxigênio Dissolvido (OD)

Os teores de oxigênio dissolvido na água apresentaram variações sazonais consideráveis. Observou-se que o oxigênio dissolvido atingiu os valores mais baixos em torno 5,8 m/L e 6,5 ml/L (76% e 84% de saturação) no período chuvoso (maio/2010) nas faixas 0, 2 e 3 e especialmente na vazante (Figura 15). Os valores de oxigênio dissolvido mais elevados concentraram-se no período seco 9,5 e 9,3ml/L (119% e 123% de saturação, respectivamente), os quais foram registrados nas faixas de salinidade 5 e 6, respectivamente, esta na maré enchente e aquela na maré vazante (Figura 15). Para o mesmo período os menores valores (7,4 e 7,7 ml/L) concentraram-se na maré enchente. As faixas 0, 2 e 4 em maio, apresentaram

de um modo geral, teores com baixa saturação, mesmo assim não alcançaram valores críticos (Figura 15). A concentração média para o período chuvoso (maio/10) foi de 7,0 ( $\pm 0,7$ ) e para o período seco foi de 8,3 ( $\pm 0,7$ ).

Figura 15 – Variação espacial dos teores de oxigênio dissolvido nas estações de coleta no estuário rio Quatipuru-Pará, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V). Valores absolutos (ml/L) e relativos (saturação).



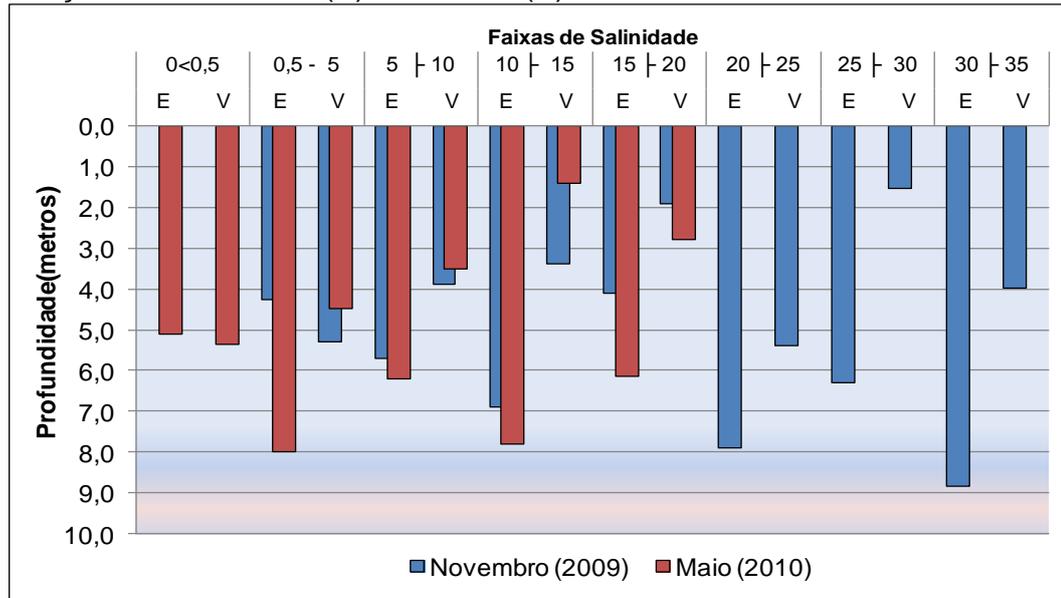
Fonte: Dados da pesquisa.

#### 5.1.1.7 Transparência da Água

Os valores de transparência da água resultantes da leitura do disco de secchi, registrados na área estudada variaram de 0,28 a 0,58 m. O menor valor foi aferido no mês de novembro/09, durante a enchente, na faixa de salinidade 6, e o máximo

no período chuvoso, durante a enchente, na porção limnética do estuário. A amplitude foi, portanto, 0,3 m e a média de 0,35 ( $\pm 0,17$ ) em maio e 0,41 ( $\pm 0,07$ ) em novembro. Mostrando a ligeira variação existente entre as faixas de salinidade (Figura 16).

Figura 16 – Comportamento da transparência da água nas estações de coleta no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).

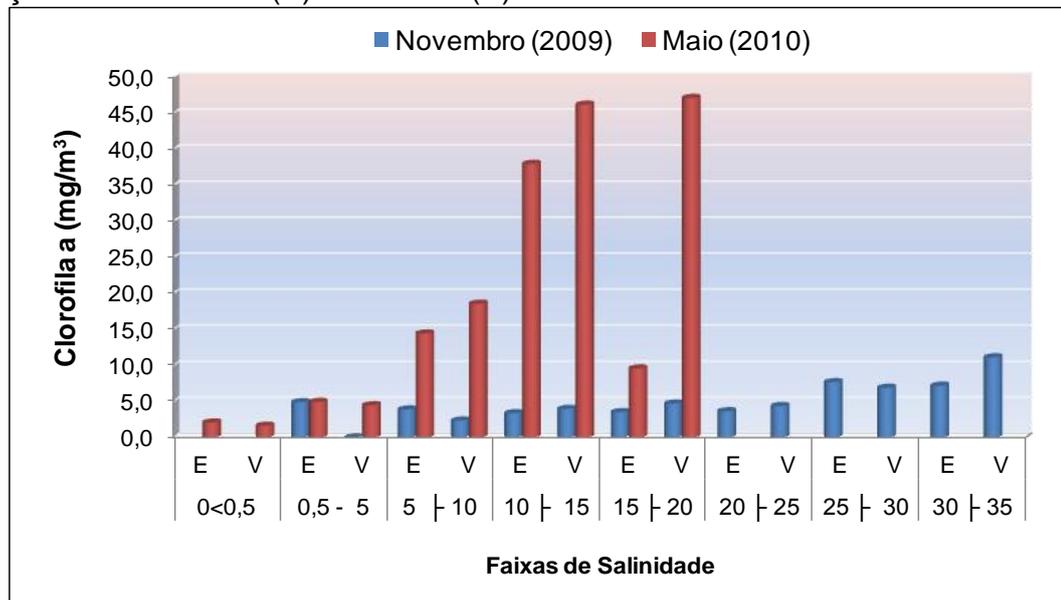


Fonte: Dados da pesquisa.

#### 5.1.1.8 Clorofila a

A biomassa algal, medida através da concentração de Clorofila a, foi bastante elevada no período chuvoso, isto é, a variação espacial foi mais evidente na estação chuvosa, onde os pontos mais intermediários do estuário apresentaram os maiores valores, com máximo registrado nas faixas de salinidade 3 e 4. As concentrações de clorofila a variaram de 1,6 mg.m<sup>-3</sup>, na faixa de salinidade 0 a 47,1 mg.m<sup>-3</sup> na faixa 4, em maio de 2010. Enquanto, em novembro as concentrações de clorofila a variaram de valores indetectáveis na faixa de salinidade 1 na maré vazante e 11,1 mg.m<sup>-3</sup> na faixa 7. A concentração média para o período chuvoso (maio/10) foi de 18,7 ( $\pm 18,3$ ) e para o período seco foi de 4,6 ( $\pm 2,6$ ) (Figura 17).

Figura 17 – Variação espacial da Clorofila-a nas estações de coleta no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).



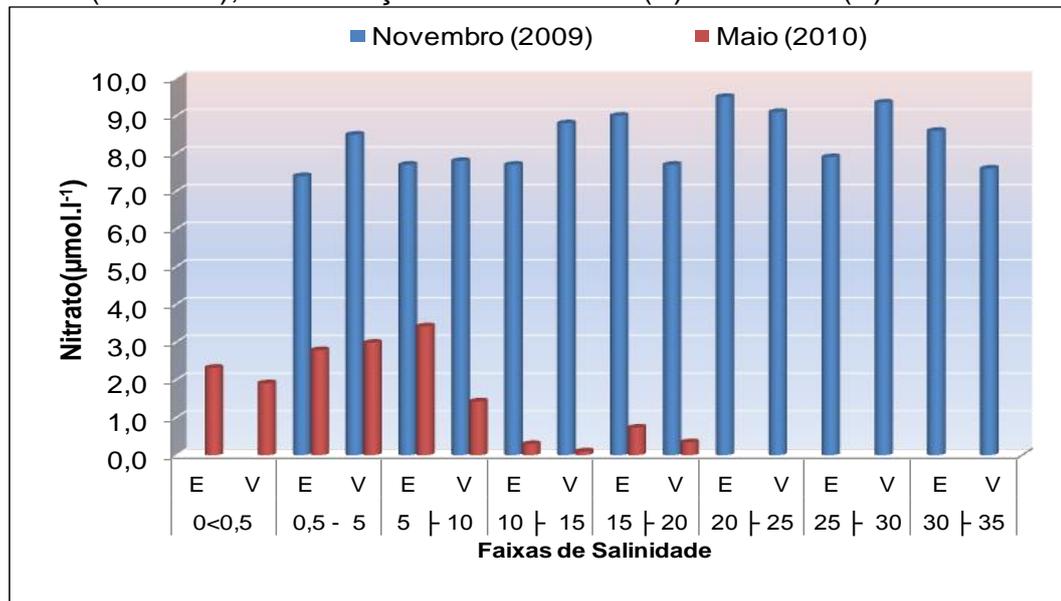
Fonte: Dados da pesquisa.

#### 5.1.1.9 Nitrato e Nitrito ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )

As concentrações de nitrato variaram de  $0,1 \mu\text{mol.L}^{-1}$  a  $15,3 \mu\text{mol.L}^{-1}$ , sendo o teor mínimo registrado em maio/2010, na faixa de coleta 3, e o valor máximo registrado na faixa 3, em novembro/2009. A concentração média para o período chuvoso foi de  $1,6 (\pm 1,3) \mu\text{mol.L}^{-1}$  e para o período seco foi de  $7,1 (\pm 4,5) \mu\text{mol.L}^{-1}$ . Em geral, os valores de nitrato foram maiores no período seco (Figura 18).

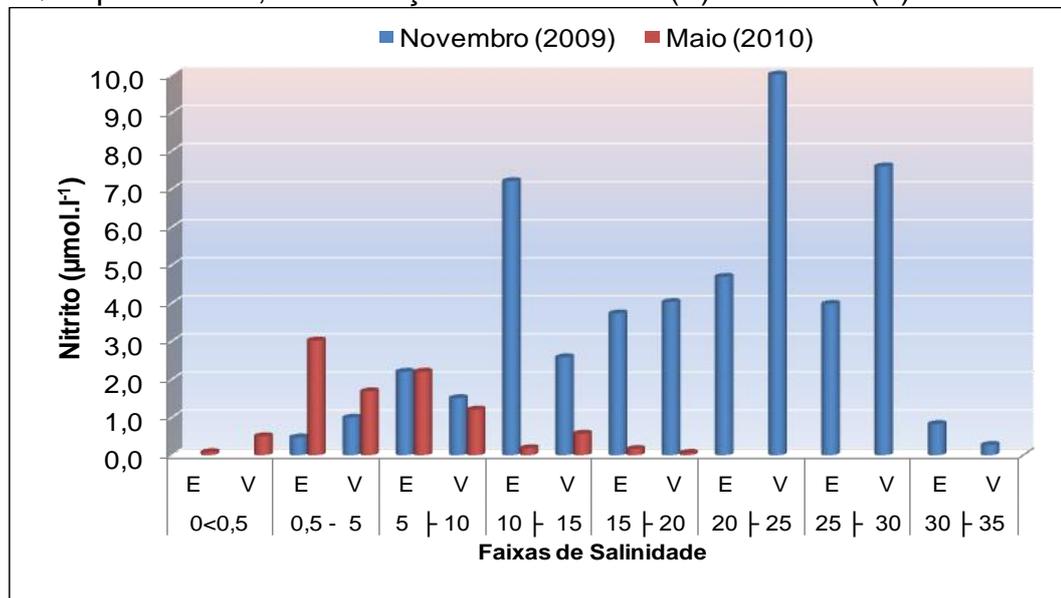
Com relação aos teores de nitrito na água, pode se observar uma variação de  $0,3$  a  $10,1 \mu\text{mol.L}^{-1}$  para o mês de novembro e  $0,06$  a  $3,01 \mu\text{mol.L}^{-1}$  para o período seguinte, mostrando que as concentrações de nitrito foram muito maiores na primeira campanha do que na segunda. A concentração média para o período chuvoso foi de  $1,0 (\pm 1,0) \mu\text{mol.L}^{-1}$  e para o período seco foi de  $3,6 (\pm 3,0) \mu\text{mol.L}^{-1}$  (Figura 19).

Figura 18 – Variação espacial da concentração de nitrato, em  $\mu\text{mol.L}^{-1}$ , das estações amostrais no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2009 (seco) e maio/20010 (chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 19 – Distribuição espacial da concentração de nitrito, em  $\mu\text{mol.L}^{-1}$ , das estações amostrais, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso) no estuário do rio Quatipuru - Pará, em condições de enchente (E) e vazante (V).



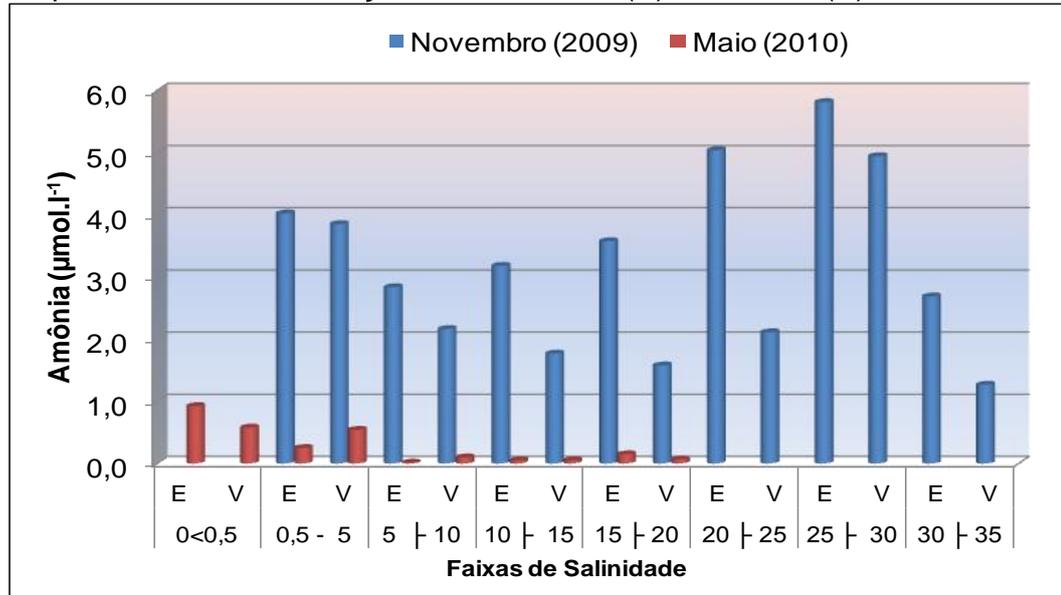
Fonte: Dados da pesquisa.

#### 5.1.1.10 Amônia ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )

As concentrações de amônia variaram de 0,01 a 5,81  $\mu\text{mol.L}^{-1}$ , sendo o teor mínimo registrado em maio/2010, na faixa de coleta 2, e o valor máximo registrado na faixa 6, em novembro/2009. A concentração média para o período chuvoso foi de

0,27 ( $\pm 0,3$ )  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  e para o período seco foi de 3,2 ( $\pm 1,4$ )  $\mu\text{mol.L}^{-1}$ . Em geral, os valores de amônia foram maiores no período seco (Figura 20).

Figura 20 – Distribuição espacial da concentração de Amônia ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ), das estações amostrais em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso) no estuário do rio Quatipuru - Pará, em condições de enchente (E) e vazante (V).



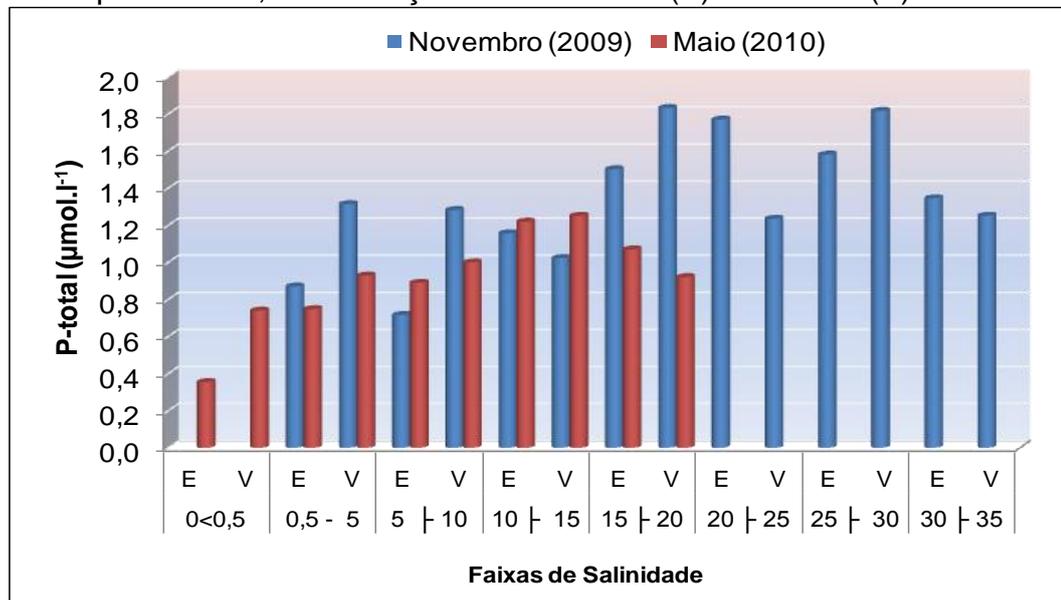
Fonte: Dados da pesquisa.

#### 5.1.1.11 Fósforo total e Fosfato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )

Com relação aos teores de Fosforo total, pode se observar uma variação de 0,72 a 1,83  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  para o mês de novembro e 0,35 a 1,25  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  para o período seguinte. A concentração média para o período chuvoso foi de 0,91 ( $\pm 0,26$ )  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  e para o período seco foi de 1,34 ( $\pm 0,34$ )  $\mu\text{mol.L}^{-1}$ . Em geral, os valores de fósforo foram maiores no período seco (Figura 21).

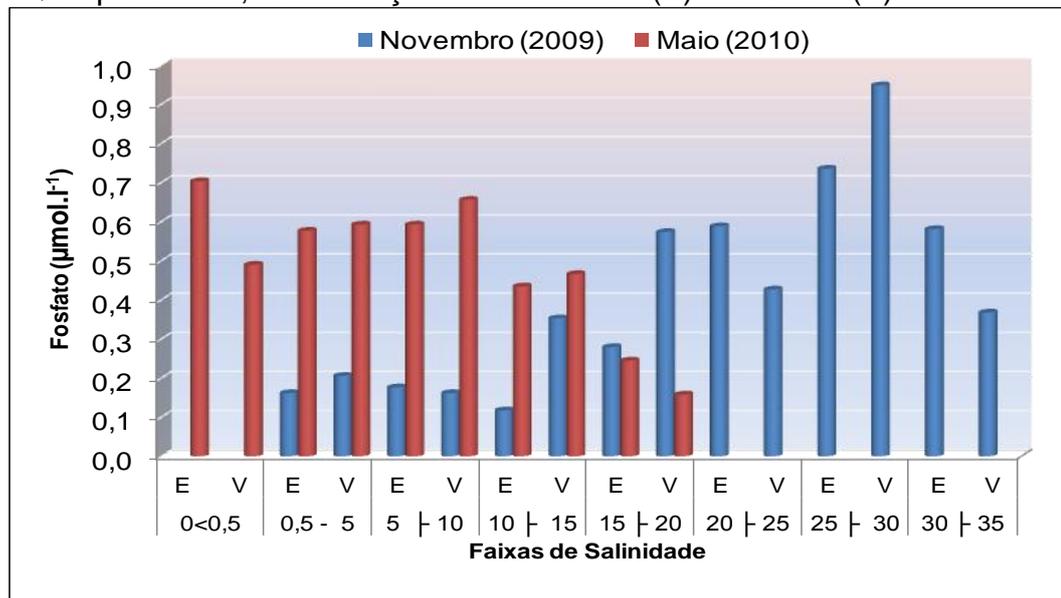
Os teores de fosfato variaram de 0,12 a 0,95  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  no período seco e de 0,16 a 0,70  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  no período de maior precipitação pluviométrica. A nível de escala temporal o mês de maio obteve a maior média 0,49 ( $\pm 0,17$ ) e novembro a menor 0,41 ( $\pm 0,25$ )  $\mu\text{mol.L}^{-1}$  (Figura 22).

Figura 21 – Distribuição espacial da concentração de fósforo total em  $\mu\text{mol.L}^{-1}$ , das estações amostrais, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso) no estuário do rio Quatipuru - Pará, em condições de enchente (E) e vazante (V).



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 22 – Distribuição espacial da concentração de fosfato, em  $\mu\text{mol.L}^{-1}$ , das estações amostrais, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso) no estuário do rio Quatipuru-Pará, em condições de enchente (E) e vazante (V).



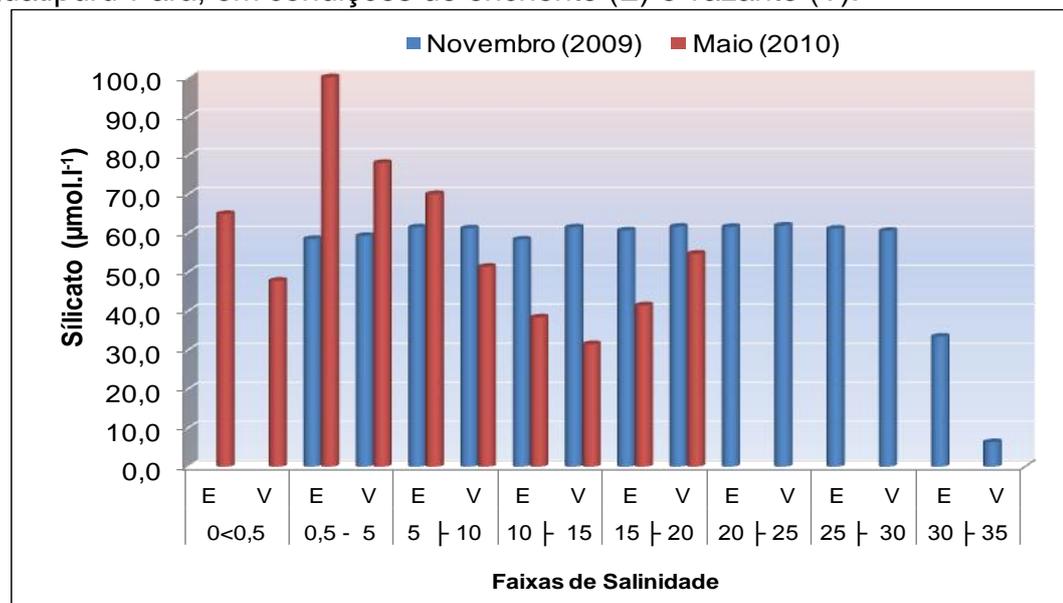
Fonte: Dados da pesquisa.

#### 5.1.1.12 Silicato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ )

Os teores de silicato variaram de  $6,31 \mu\text{mol.L}^{-1}$ , registrado em novembro/2009, na faixa de coleta 7, a  $100,58 \mu\text{mol.L}^{-1}$ , em maio/10, na faixa de coleta 1. No período chuvoso, o valor mínimo registrado foi de  $31,48 \mu\text{mol.L}^{-1}$  na faixa

de salinidade 3, e o máximo de  $100.58 \mu\text{mol.L}^{-1}$ . A concentração média para o período chuvoso foi de  $59,21(\pm 23) \mu\text{mol.L}^{-1}$  e no período seco foi de  $54,81(\pm 16) \mu\text{mol.L}^{-1}$ . Sendo os maiores valores encontrados no interior do estuário (faixas 0, 1 e 2), resultante da influência continental (Figura 23)

Figura 23 – Distribuição espacial da concentração de silicato ( $\mu\text{mol.L}^{-1}$ ), das estações amostrais em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso) no estuário do rio Quatipuru-Pará, em condições de enchente (E) e vazante (V).



Fonte: Dados da pesquisa.

## 5.1.2 Caracterização Biológica do Estuário do Rio Quatipuru

### 5.1.2.1 Composição do Zooplâncton

A análise total do zooplâncton do estuário do rio Quatipuru revelou que a fauna zooplancônica esteve representada por grupos pertencentes aos filos Foraminífera, Cnidaria (Hydromedusae), Rotifera, Annelida (Polychaeta), Mollusca (Gastropoda e Bivalvia), Artropoda (Crustacea e Insecta), Chaetognatha, Chordata (Appendicularia e Teleostei). Dentre os Crustacea, foram registrados organismos pertencentes às classes Branchiopoda (Cladocera), Copepoda (Calanoida, Cyclopoida, Poecilostomatoida e Harpacticoida), Cirripedia, Malacostraca e Ostracoda. Os Malacostraca estiveram representados por Decapoda, Mysidacea, Cumacea, Isopoda e Amphipoda (Tabela 04). Totalizando 48 taxa, entre ordem, família, gênero e espécie, considerando a menor unidade possível de identificar. A sinopse taxonômica está representada na Tabela 4. Alguns organismos foram observados apenas nas amostras qualitativas.

## PROTOZOA

Este filo esteve representado, em ambas as etapas (chuvoso e seco) por um grande grupo: Foraminífera. Foi em novembro sua maior contribuição quali-quantitativa (68,4% e 31,7 ind.m<sup>-3</sup>, respectivamente), em maio ele só ocorreu na sub amostragem qualitativa (7,1%) (Tabela 4).

## CNIDARIA

O filo Cnidaria esteve representado pelo taxa *Obelia* sp. Este taxa apresentou valores baixos de abundancia relativa com o máximo 0,04% registrado em novembro (Tabela 4).

## ROTIFERA

Este filo esteve representado apenas em maio por duas espécies, *Platyas quadricornis* e *Lecane leontina*. Esta ultima só participou da subamostragem qualitativa (7,1%), ocorreu uma vez durante todo o estudo, enquanto para *Platyas quadricornis* foi observado uma contribuição média de 4,32 ind.m<sup>-3</sup>. No geral, estas espécies foram esporádicas e raras no presente estudo (Tabela 4).

## ANELIDA

O filo anelida foi representado por larvas de Polichaeta, as quais foram muito freqüente e pouco abundante na estação chuvosa (78,6% e 38,8%, respectivamente), numericamente as faixas de salinidade contempladas foram as 1, 2 e 4, sendo na faixa 1 a maior contribuição de polichaetas, encontrada, onde alcançou em média 25,9 ind.m<sup>-3</sup>. Já em novembro, as faixas que obtiveram representatividade numérica foram as 3, 6 e 7. Dentre elas, a 3 foi a que obteve maior pico de densidade, ou seja, 1910,1 Ind.m<sup>-3</sup>, durante a maré vazante, nas demais estações a densidade não chegou aos 40 Ind.m<sup>-3</sup>, em média a densidade de polichaetas chegou a 142,7 Ind.m<sup>-3</sup> (Tabela 4).

## MOLLUSCA

Representado, neste estudo, pelos véligeres das Classes Gastropoda e Bivalvia. A classe Gastropoda foi a que apresentou maior frequência de ocorrência em ambas as etapas, ou seja, ocorreu, respectivamente, em 73,7% e 92,9% das amostras no período seco e chuvoso. No período chuvoso gastrópodes atingiram proporções em torno de 35% de abundância. A densidade média para este período foi de 4733 Ind.m<sup>-3</sup>, enquanto em novembro a média foi de 1027 Ind.m<sup>-3</sup>. Os gastrópodes foram os com maior proporção relativa, representando 95% dos moluscos. Embora Bivalvia tenha alcançado valores relativamente menores, se comportou de forma semelhante apresentando maiores contribuições em maio. No período de maior precipitação pluviométrica as larvas de Bivalvia freqüentaram 64,3% das faixas, enquanto em novembro este valor reduziu para 47,4%. Em termos de abundância relativa, em novembro, as larvas foram raras (0,48%), bem como em maio, porém nesta etapa alcançaram densidade média superiores (286,7 Ind.m<sup>-3</sup>) (Tabela 4).

## **CLADOCERA**

Os representantes dos Cladoceras ocorreram apenas no mês de maior pluviosidade, com exceção de *Moina minuta* que ocorreu apenas em novembro e foi numericamente rara (5,3%) e esporádica (0,1%). Ao todo a classe Cladocera foi composta por 10 taxas e juntas totalizaram uma média para o período chuvoso de 80,16 Ind.m<sup>-3</sup>. Além de ocorrerem somente nas faixas de salinidade zero, no geral este grupo não alcançou proporções consideráveis (Tabela 4).

## **OSTRACODA**

Ostracoda apresentou valor máximo de abundância relativa em novembro (0,28%) e mínima de 0,08% em maio. Os ostracodes foram freqüentes em maio, onde ocorreram nas faixas 3 e 4 e pouco freqüentes em novembro (42,2% e 28,6%, respectivamente) (Tabela 4).

## **COPEPODA**

Copepoda esteve representado por exemplares nas fases naupliar, copepodito e adulto. As formas imaturas de copépodes do tipo naupliar foram pouco frequentes (21,1%) e raras (1%) em novembro. Em maio foram frequentes (57,1%) e raras (0,17%). No presente estudo foram encontrados copepoditos dos gêneros *Acartia* e *Labidocera*, os demais ficaram na categoria outros. Copepoditos com gênero ou espécie indefinida foram os mais abundantes e freqüentes. Em relação a abundância relativa total foram muito freqüente (78,6%) e freqüente (57,9%) e pouco abundantes, em maio e novembro, respectivamente. A maior média observou-se no período em que mais choveu no sistema (2247,6 Ind.m<sup>-3</sup>).

Para os copepoditos de *Acartia* que foram relativamente pouco frequentes e numericamente raros, em ambos os períodos amostrais, alcançou em média 658,9 e 40,9 Ind.m<sup>-3</sup> (novembro e maio, respectivamente). Por outro lado copepoditos de *Labidocera* já não obtiveram expressão numérica semelhante. No geral foram pouco freqüentes e raros, alcançou uma média de 10,71 Ind.m<sup>-3</sup> e 32,40 Ind.m<sup>-3</sup> em novembro e maio, respectivamente. Quanto aos adultos, estes estiveram representados por 17 taxa, sendo 59% calanoida, 23% Ciclopoida, 12% harpaticoida e 6% Poecilostomatoida (Tabela 4).

## **CIRRIPEDIA**

Este grupo esteve representado por cypris e principalmente por nauplios do gênero *Balanus* sp. A máxima abundância ocorreu no período chuvoso (3,14%), onde atingiu em média densidade de 425,8 Ind.m<sup>-3</sup>. Cypris e nauplios de Cirripedia ocorreram em 86,7% das faixas de salinidade no período de maior abundância de chuvas, sendo, portanto, muito freqüente e em 57,9% em novembro (frequente) (Tabela 4).

## **ISOPODA**

Os Isopoda foram mais freqüentes do que abundantes. Em novembro alcançou proporções maiores (0,98%), em relação a maio (0,22%). Em média os indivíduos atingiram densidades de 43,27 Ind.m<sup>-3</sup> e 29,34 Ind.m<sup>-3</sup> em novembro e maio, respectivamente (Tabela 4).

## DECAPODA

A ordem decapoda esteve representada pelas fases zoea e megalopa de Brachyura, juntamente com larvas de camarão. Zoeas de Brachyura apresentaram para o período de maior precipitação pluviométrica média de 12,3 Ind.m<sup>-3</sup> e 96,4 Ind.m<sup>-3</sup> para o período seco. Larvas de camarão, por sua vez, estiveram freqüentes mas não alcançaram tamanha expressividade numérica, a maior média para larvas de camarão foi registrada em novembro (23,3 ± 19,9 Ind.m<sup>-3</sup>) (Tabela 4).

## CHAETOGNATHA

O filo Chaetognatha esteve representado por *Sagitta tenuis* e *Sagitta* spp. Foram taxas freqüentes (*S. tenuis*) e pouco freqüentes (*S. spp*) e raros em ambos os períodos amostrados. *Sagitta tenuis* alcançou abundância relativa mais elevada em maio (1,82%), bem como *Sagitta* spp (1,80%), indicando que suas maiores contribuições foram no período de maior influência de chuvas (Tabela 4).

## AMPHIPODA

A Ordem Amphipoda ocorreu apenas no período chuvoso na subamostragem qualitativa, sendo pouco freqüente (14,29%), numericamente foi representativa no verão (0,43%) (Tabela 4).

## MYSIDACEA

A ordem Mysidacea apresentou pouca freqüência de ocorrência (14,3%), ocorrendo somente nas amostras de maio. Na subamostragem quantitativa foi numericamente rara (0,01%) (Tabela 4).

## CUMACEA

Seguiu o mesmo comportamento da ordem Mysidacea (Tabela 04).

## INSECTA

A Classe insecta foi representada pela família Chironomidae. As larvas de Chironomidae ocorreram poucas vezes (14,3%) e somente na campanha chuvosa (Tabela 4).

## CHORDATA

O filo Chordata este representado pela espécie *Oikopleura dioica* e larvas de Pisces. Em maio *Oikopleura dioica* foi freqüente e raramente abundante. E suas maiores proporções estiveram ligadas ao período de maior influência de salinidade (1,44%), em maio esta abundância percentual reduziu para 0,12%.

Quanto as larvas de Pisces, para efeito de simplificação na apresentação dos dados, os valores de abundância dos taxa encontrados foram somados para obtenção total da abundância de Teleósteos. Portanto, o ictioplancton ele se apresentou pouco freqüente em ambos os períodos estudados, em média 36%. Em média atingiu densidades de 7,1 Ind.m<sup>-3</sup> em novembro e 5,1 Ind.m<sup>-3</sup> em maio (Tabela 4).

### 5.1.2.2 Frequência de Ocorrência do Zooplâncton

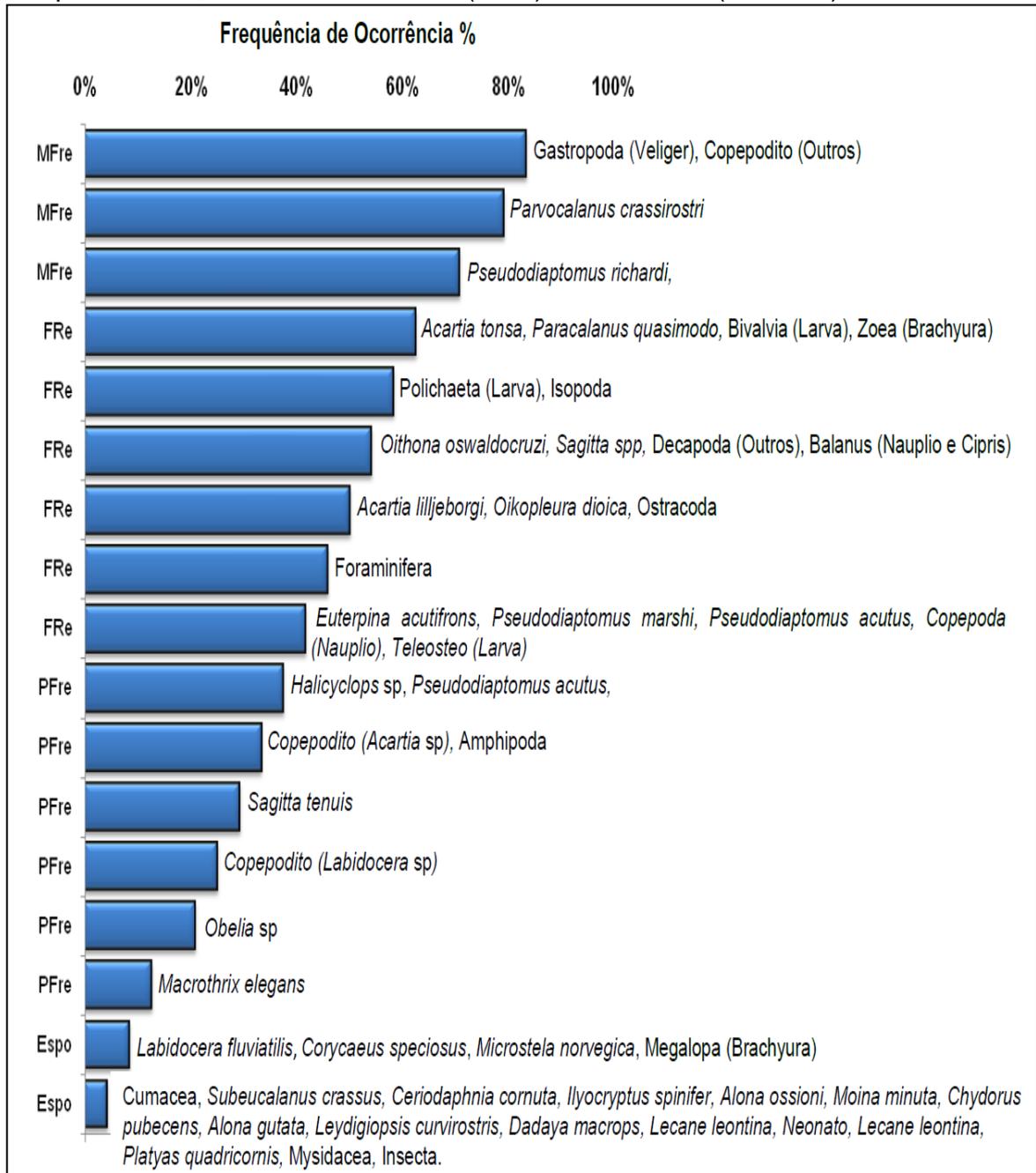
Considerando a freqüência de ocorrência total observou-se as seguintes categorias, em relação aos Copepoda, destacou-se como muito freqüente: *Parvocalanus crassirostris*, presente em 79% das amostras, *Pseudodiaptomus richardi* (71%), bem como formas imaturas (copepoditos 83%). Enquanto, *Acartia tonsa* (63%), *Paracalanus quasimodo* (63%), *Oithona oswaldocruzi* (54%), *Acartia lilljeborgii* (50%), *Euterpina acutifrons* (42%), *Pseudodiaptomus marshi* (42%) e nauplios (42%) se apresentaram freqüentes. Na categoria pouco freqüente os taxa representativos foram *Pseudodiaptomus acutus* (38%), *Halicyclops* sp (38%), copepoditos do gêneros *Acartia* e *Labidocera* (33% e 25%, respectivamente). Na categoria esporádica foram identificados quatro taxa *Labidocera fluviatilis* (8%), *Corycaeus speciosus* (8%), *Microstela norvegica* (8%) e *Subeucalanus crassus* (4%) (Figura 24).

Dentre os demais grupos zooplanctônicos destacaram-se como muito frequentes velígeres de Gastropoda, ocorrendo em 100% das amostras. Enquanto larvas de Bivalvia (63%), Zoeas (Brachyura) (63%), Isopoda (58%), Polichaeta (58%), *sagitta* spp (54%), outras larvas de Decapoda (54%), Balanus (cypris e nauplio) (54%), Ostracoda (50%), *Oikopleura dioica* (55%), Foraminífera (46%) e

larvas de teleósteo (42%), foram freqüentes, pois suas ocorrências estiveram entre 40 e 70% de ocorrência. Por outro lado Amphipoda (33%), *Sagitta tenuis* (29%), *Obelia sp* (13%), *Macrothrix elegans* (12%) apresentaram pouca ocorrência ao longo do estudo (Figura 24).

O grupo considerado esporádico foi destacado por espécies que constituem o grupo Cladocera, sendo representado por: *Dadaya macrops*, *Leydigiopsis curvirostris*, *Chydorus pubecens*, *Moina minuta*, *Ceriodaphnia cornuta*, *Ilyocryptus spinifer*, *Alona ossioni* e *Alona gutata* (Figura 24). Nesta mesma categoria duas espécies de Rotífera ocorreram, *Platyas quadricornis* e *Lecane leontina*, ambas com 4% de freqüência. Outros como megalopas de *Brachyura* (8%), *Insecta* (4%), *Mysidacea* (4%), *Cumacea* (4%) também ocorreram esporadicamente (Figura 24).

Figura 24 – Frequência de ocorrência total do zooplâncton no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso).



Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: MFre=Muito Frequente; FRe=Frequente; PFre=Pouco frequente; Espo=Esporádico.

Tabela 04 – Lista de taxa zooplanctônicos encontrados no estuário do rio Quatipuru – Pará, em novembro (2009) e maio (2010) com seus respectivos dados numéricos de Frequência relativa, abundância relativa e densidade média (ind.m<sup>-3</sup>).

TAXA	F.O (%)		AR (%)		Dm (ind.m <sup>-3</sup> )	
	SE	CH	SE	CH	SE	CH
<b>FILO FORAMÍNIFERA</b>	68,42	7,14	0,72	-	31,78	-
<b>REINO ANIMÁLIA</b>						
<b>FILO ROTIFERA</b>						
<b>Família Brachionidae Ehrenberg, 1838</b>						
<i>Platyas quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	-	7,14	-	0,003	-	4,32
<i>Lecane leontina</i>	-	7,14	-	-	-	-
<b>FILO CNIDARIA Verril, 1865</b>						
<b>Classe Hidrozoa</b>						
<i>Obelia</i> sp	5,26	7,14	0,04	-	1,90	-
<b>FILO MOLLUSCA</b>						
<b>Subfilo Aculifera</b>						
<b>Classe Gastropoda (véliger)</b>	73,68	92,86	23,1	34,63	1028,63	4733,97
<b>Subclasse Euthyneura</b>						
<b>Classe Bivalvia Cuvier, 1797(véliger)</b>	47,37	64,29	0,48	2,09	21,30	286,66
<b>FILO ANNELIDA Lamarck, 1809</b>						
<b>Classe Polychaeta Grube, 1850 (larva)</b>	36,84	78,57	0,19	3,21	142,66	25,95
<b>FILO ARTHROPODA</b>						
<b>Subfilo Crustacea</b>						
<b>Classe Branchiopoda Latreille, 1817</b>						
<b>Ordem Cladocera</b>						
<b>Neonato</b>	-	7,14	-	0,04	-	5,25
<b>Família Chydoridae</b>						
<i>Alona guttata</i> Sars, 1862	-	14,29	-	0,06	-	8,49
<i>Alona ossonii</i> Sinev, 1998	-	14,29	-	0,04	-	5,97
<i>Chydorus eurynotus</i> Sars, 1901	-	-	-	0,06	-	0,86
<i>Chydorus pubecens</i> Sars, 1901	-	7,14	-	0,10	-	13,71
<i>Leydigiopsis australis</i> Sars, 1888	-	-	-	0,03	-	3,88
<i>Leydigiopsis curvirostris</i> Sars, 1901	-	7,14	-	0,02	-	2,52
<b>Família Daphniidae</b>						
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars, 1886	-	21,43	-	0,08	-	10,85
<b>Família Ilyocryptidae</b>						
<i>Ilyocryptus spinifer</i> Herrich, 1884	-	14,29	0,08	0,07	3,38	9,56
<b>Família Moinidae</b>						
<i>Moina minuta</i> Hansen, 1899	5,26	-	0,10	0,00	4,25	-
<b>Família Macrothricidae</b>						
<i>Macrothrix elegans</i> Sars, 1901	5,26	21,43	-	0,18	-	24,23
<b>Subclasse Ostracoda Latreille, 1806</b>	42,11	28,57	0,28	0,08	12,57	10,32
<b>Subclasse Copepoda</b>						
<b>Nauplio*</b>	21,05	57,14	1,04	0,17	46,34	22,67
<b>Copepodito</b>	57,89	78,57	11,03	16,44	490,22	2247,59
<b>Ordem Calanoida</b>						
<b>Família Arcartiidae G. O. Sars, 1900</b>						
<i>Acartia tonsa</i> Dana, 1848	63,16	64	10,91	4,13	484,98	564,50
<i>Acartia lilljeborgii</i> Giesbrecht, 1889*	68,42	28,57	6,91	0,19	307,18	25,64

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: FO=Frequência de Ocorrência; AR= Abundância relativa; Dm= Densidade média; SE= período seco; CH= período chuvoso.

Tabela 04 – Lista de taxa zooplanctônicos encontrados no estuário do rio Quatipuru – Pará, em novembro (2009) e maio (2010) com seus respectivos dados numéricos de Frequência relativa, abundância relativa e densidade média (ind.m<sup>-3</sup>).

TAXA	F.O (%)		AR (%)		Dm (ind.m <sup>-3</sup> )	
	SE	CH	SE	CH	SE	CH
<b>Copepodito*</b>	31,58	35,71	11,01	0,30	658,95	40,90
<b>Família Paracalanidae Giesbrechti, 1892</b>						
<i>Parvocalanus crassirostris</i> F. Dahl, 1894	89,47	64,29	3,06	22,06	135,77	3015,02
<i>Paracalanus quasimodo</i> Bowman, 1971	47,37	50,00	1,01	4,51	44,90	615,77
<b>Família Pseudodiaptomidae G. O. Sars, 1903</b>						
<i>Pseudodiaptomus acutus</i> (Dahl F., 1894)	36,84	28,57	0,29	0,008	13,00	1,08
<i>Pseudodiaptomus richardi</i> (Dahl F., 1894)	47,37	64,29		4,27	353,06	583,02
<i>Pseudodiaptomus marshi</i> Wright, 1936	31,58	28,57	0,19	0,13	8,45	18,07
<b>Família Pontellidae Dana, 1853</b>						
<i>Labidocera fluviatilis</i> F.Dahl, 1894	10,53	0,0	0,12	0,04	5,25	4,90
<b>Copepodito*</b>	31,58	21,43	0,24	0,24	10,71	32,40
<b>Família Subeucalanidae</b>						
<i>Subeucalanus pileatus</i> (Giesbrecht, 1888)	-	-	0,08	-	3,43	-
<i>Subeucalanus crassus</i> (Giesbrecht, 1888)	5,26	-	-	-	-	-
<b>Ordem Poecilostomatoida</b>						
<b>Família Corycaeidae Dana, 1852</b>						
<i>Corycaeus (Corycaeus) speciosus</i> Dana, 1849	5,26	7,14	0,11	-	5,11	-
<b>Ordem Cyclopoida Burmeister, 1834</b>						
<b>Família Oithonidae Dana, 1853</b>						
<i>Oithona oswaldocruzi</i> Oliveira, 1945	42,11	42,88	2,22	1,20	98,55	164,06
<i>Halicyclops</i> sp.	21,05	50,00	0,48	1,08	21,37	147,15
<i>Policyclops</i> sp.	-	-	-	0,16	-	22,19
<i>Mesocyclops</i>	-	-	-	0,10	-	14,15
<b>Ordem Harpacticoida</b>						
<b>Família Euterpinidae Brian, 1921</b>						
<i>Euterpina acutifrons</i> (Dana, 1847)	68,42	7,14	3,81	0,00	169,16	-
<b>Família Oikopleuridae Lohmann, 1915</b>						
<i>Microstela norvegica</i> Boeck 1865	5,26		0,13	0,00	5,82	
<b>Subclasse Cirripedia Burmeister, 1834</b>	57,89	86,71	0,7	3,12	31,82	425,79
(nauplio e cypris)						
<b>Classe Malacostraca Latreille, 1806</b>						
<b>Subclasse Eumalacostraca Grobben, 1892</b>						
<b>Superordem Peracarida Calman, 1904</b>						
<b>Ordem Mysidacea Boas, 1883</b>	5,26	-	0,01	-	0,27	-
<b>Ordem Amphipoda Latreille, 1816</b>	-	14,29	0,43	-	19,04	-
<b>Ordem Isopoda</b>	47,37	14,29	0,98	0,22	43,27	29,34
<b>Ordem Cumacea Kryer, 1846</b>	5,26	-	0,01	-	1,25	-
<b>Ordem Decapoda Latreille, 1803</b>						
<b>Infraordem Brachyura Latreille, 1803</b>						
<i>Brachyura</i> (zoea e megalopa)	50	73,68	2,19	0,10	97,23	12,27
<b>Classe Insecta</b>						
<b>Ordem Diptera</b>						
<b>Família Chironomidae (Larva)</b>	-	14,29	-	-	-	-

Fonte :Dados da pesquisa.

Nota: FO=Frequência de Ocorrência; AR= Abundância relativa; Dm= Densidade média; SE= período seco; CH= período chuvoso.

Tabela 04 – Lista de taxa zooplanctônicos encontrados no estuário do rio Quatipuru – Pará, em novembro (2009) e maio (2010) com seus respectivos dados numéricos de Frequência relativa, abundância relativa e densidade média (ind.m<sup>-3</sup>).

TAXA	F.O (%)		AR (%)		Dm (ind.m <sup>-3</sup> )	
	SE	CH	SE	CH	SE	CH
<b>FILO CHAETOGNATHA (Leuckart, 1894)</b>						
<i>Sagitta spp</i>	42,86	47,37	1,33	1,82	50,39	248,86
<i>Sagitta tenuis</i> Conant, 1896	7,14	26,32	0,14	1,80	6,43	245,68
<b>FILO CHORDATA</b>						
<i>Oikopleura dioica</i> Foi, 1872	63,16	42,86	1,44	0,12	63,91	15,92
<b>Subfilo Vertebrata</b>						
<b>Classe Actinopterygii</b>						
<b>Divisão Teleostei (Larvas)</b>	36,84	35,71	0,16	0,04	7,13	5,13
<b>Ordem Clupeiformes</b>						
<b>Família Engraulidae</b>						
<b>Família Clupeidae</b>						
<b>Ordem Pleuronectiformes</b>						
<b>Família Achiridae</b>						

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: FO=Frequência de Ocorrência; AR= Abundância relativa; Dm= Densidade média; SE= período seco; CH= período chuvoso.

### 5.1.2.3 Característica Ecológica da Fauna

De acordo com a salinidade, a fauna zooplanctônica apresentou-se de forma geral compreendendo espécies adaptadas a essa condição ambiental. Os resultados evidenciaram um gradiente espacial de salinidade e distribuição do zooplâncton acompanhando esta variação. A tabela 5 mostra que espécies como *Pseudodiaptomus richardi*, *Pseudodiaptomus marshi*, *Parvocalanus crassirostris*, *Paracalanus quasimodo* e *Oithona oswaldocruzi* ocorreram numa maior amplitude de salinidade, baseado nisto pode-se considerar estas espécies como eurihalinas, diferentemente, as espécies *Euterpina acutifrons*, *Acartia tonsa*, *Acartia lilljeborgi*, *Oikopleura dioica* e *Sagitta tenuis* apesar de obterem maiores contribuições relativas relacionadas às faixas de salinidade mais externa ao estuário, dominaram também a região meso-polihalina.

Por outro lado *Labidocera fluviatilis* e *Microstela norvegica* estiveram restritas a salinidades variando entre 20 e 35 ups apresentando uma curta distribuição ao longo do estuário. *Subeucalanus crassus*, *Subeucalanus pileatus* e *Corycaeus speciosus* por sua vez, ficaram limitadas a diferentes faixas de maneira isolada, foram espécies vistas ocasionalmente, mas que sugerem água de domínio marinho. Por fim, 11 espécies de Cladocera e 2 de Rotifera dominaram as condições límnicas do estuário (Tabela 05).

Tabela 05 – Distribuição das espécies zooplancônicas (principais táxons) em relação às amplitudes de salinidades, durante o período de estudo no estuário do rio Quatipuru - Pará.

Espécies	Faixas de Salinidade						
	0 – 5	5   10	10   15	15   20	20   25	25   30	30   35
<i>Euterpina acutifrons</i>							
<i>Acartia tonsa</i>							
<i>Acartia liljeborgi</i>							
<i>Oikopleura dióica</i>							
<i>Sagitta spp</i>							
<i>Sagitta tenuis</i>							
<i>Labidocera fluviatilis</i>							
<i>Microsetella norvegica</i>							
<i>Subeucalanus crassus</i>							
<i>Subeucalanus pileatus</i>							
<i>Corycaeus speciosus</i>							
<i>Parvocalanus crassirostris</i>							
<i>Pseudodiaptomus richardi</i>							
<i>Oithona oswaldocruzi</i>							
<i>Paracalanus quasimodo</i>							
<i>Pseudodiaptomus marshi</i>							
<i>Pseudodiaptomus acutus</i>							
<i>Macrothrix elegans</i>							
<i>Moina minuta</i>							
<i>Ilyocryptus spinifer</i>							
<i>Ceriodaphnia cornuta</i>							
<i>Alona ossioni</i>							
<i>Alona gutata</i>							
<i>Leydigopsis australis</i>							
<i>Leydigopsis curvirostris</i>							
<i>Chydorus pubescens</i>							
<i>Chydorus eurynotus</i>							
<i>Dadaya macrops</i>							
<i>Platyas quadricornis</i>							
<i>Lecane leontina</i>							

Fonte: Dados da pesquisa.

#### 5.1.2.4 Abundância Relativa do Zooplankton

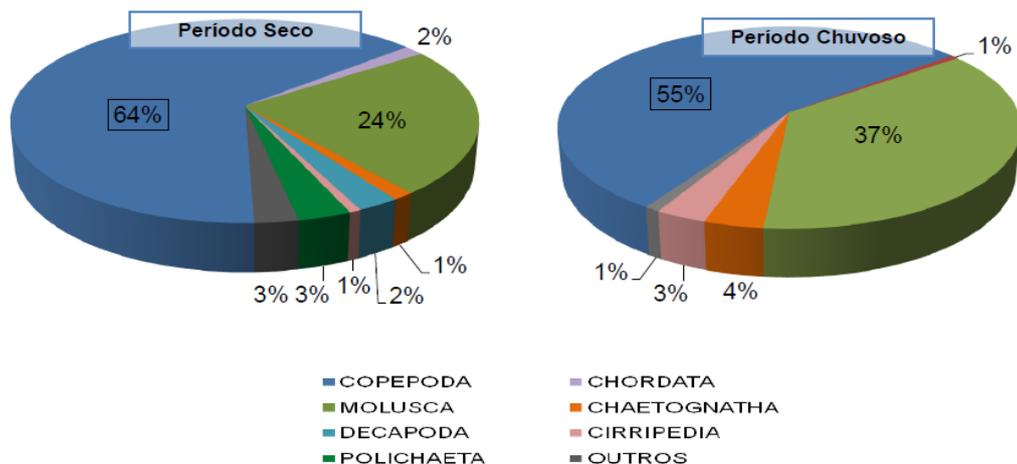
Considerando a abundância relativa total por período de coleta, Copepoda foi o grupo dominante tanto em frequência relativa quanto em número de espécies (Figura 24 e 25). No período menos chuvoso, a proporção de copépodes, representou 64% do zooplankton, sendo 58% copépodes adultos, 41% juvenis (copepoditos) e 2% formas larvais (náuplios), no período seguinte, a proporção reduziu para 55%, onde 68% eram copépodes adultos, 31% juvenis, 0,7% náuplios.

Mollusca foi o segundo grupo abundante, alcançando proporções em torno de 37% e 24%, em maio/10 e novembro/09, respectivamente, (Figura 25).

Para os demais grupos como Polichaeta, Decapoda, Chaetognatha, Cirripedia, Chordata, Cladocera, Rotifera e outros se observou uma alternância, na participação, nas diferentes campanhas amostrais, isto é, foi no período seco que polichaetas estiveram mais representativas, atingindo uma abundância relativa de 3%, enquanto no período chuvoso numericamente isto não foi visível, pois o grupo atingiu valores bastante reduzidos. Da mesma maneira pode-se observar no grupo dos decápodes, os quais obtiveram uma proporção em torno de 2% em novembro/09 (Figura 25).

Em contrapartida, Chaetognatha foi mais abundante no período de maior pluviosidade (4%), enquanto no período seco esta abundância reduziu três vezes daquele período. No tocante aos Cirripedia, foi registrado um comportamento semelhante. Os Chordata foram relativamente pouco abundantes durante o período estudado, alcançando proporções de 2% no período de maior influência salina. Da mesma forma o grupo dos Cladocera obteve uma proporção extremamente reduzida (1%) e esta foi registrada em maio/10, pois numericamente, em novembro, os exemplares encontrados não foram suficientes para gerar um valor relativo semelhante ou elevado em relação a maio/10 (Figura 25).

Figura 25 – Abundancia relativa total do zooplâncton, em novembro (2009) e maio (2010), no estuário do rio Quatipuru - Pará.



Fonte: Dados da pesquisa.

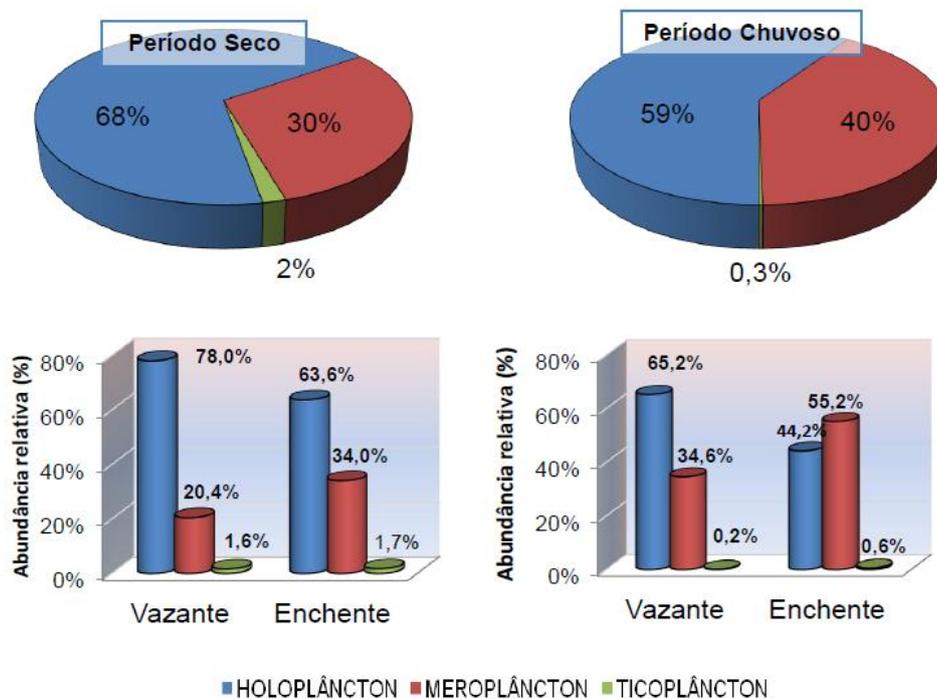
Os organismos holoplanctônicos se caracterizaram por maior representatividade (densidade, abundância relativa e frequência de ocorrência) sobre os demais grupos da comunidade zooplanctônica, alcançando um percentual

máximo de 68% de abundância relativa no período seco, e 59% no período chuvoso.

No período seco as amostras de vazante foram constituídas por 78% de organismos holoplânctônicos, 20,4% por meroplâncton e 1,6% por organismos ticoplânctones. Na maré enchente os constituintes do holoplâncton reduziram suas proporções (63,6%), pois o meroplâncton elevou sua abundância relativa para 34%, o ticoplâncton permaneceu com proporção semelhante à encontrada na maré vazante (1,7%) (Figura 26).

Em maio as amostras de maré vazante apresentaram 65,2% de organismos holoplânctônicos e 34,6 % de organismos meroplânctônicos. Enquanto que, as amostras de enchente apresentaram-se de forma inversa, com os organismos meroplânctônicos superando ligeiramente os organismos holoplânctônicos, sendo responsáveis por 44,2% e 55,2%, respectivamente (Figura 26). O ticoplâncton, por sua vez, se manteve raramente abundante em ambos os regimes de maré (Figura 25).

Figura 26 – Abundância relativa do holoplâncton, meroplâncton e ticoplâncton no período seco (novembro/2009) e chuvoso (maio/2010) no sistema estuarino de Quatipuru - Pará, em condições de enchente e vazante.



Fonte: Dados da pesquisa.

#### 5.1.2.5 Abundância Relativa do Zooplâncton por Faixas de Salinidade

Como foi percebido, o período de amostragem apresentou uma tendência de domínio dos Copepoda seguido de Mollusca, Cirripedia e Decapoda, no tocante a abundância relativa por faixas de salinidade. Observou-se uma alternância na participação dos principais grupos nas diferentes fases de maré, com variação também em relação aos períodos chuvoso e seco.

Durante a campanha seca, as faixas de salinidade 4, 5, 6 e 7 foram as que revelaram maior proporção de copépodes, 79%, 51%, 97%, 73% na maré enchente e 72%, 91%, 90% e 74% na maré vazante, respectivamente. A faixa 3, por sua vez, alcançou altas proporções (88%) durante a maré enchente, na vazante a proporção de Polichaeta foi dominante, reduzindo a participação de copépodes que alcançaram proporções em torno de 26% (Figura 27).

Durante a campanha chuvosa as maiores contribuições foram observadas na maré enchente. A abundância de copépodes concentrou-se a parti da faixa 1, isto é, a segunda faixa em estudo apresentou uma abundância relativa de 97% e 65% nas marés enchente e vazante, respectivamente. Comportamento semelhante foi registrado nas faixas 3 (87% e 50%) e 4 (81% e 67%), em contrapartida a faixa 2 obteve maior proporção na maré vazante 90%, ao passo que 60% correspondeu ao outro regime de maré, em resposta a forte influência dos gastrópodes. (Figura 28).

O filo Mollusca foi o segundo maior grupo abundante, em novembro a proporção mínima de moluscos foi declinando no sentido montante/jusante, as faixas 3, 4, 5, 6, e 7 totalizaram em média 0,03%. A maior proporção concentrou-se nas faixas 1 (média de 44,5% entre marés) e 2 (média de 57,5% entre marés) (Figura 27). Em maio de 2010, foram registradas abundâncias relativas mais altas e equilibradas que a campanha anterior. Sua maior participação foi observada na faixa zero, a qual apresentou um pico percentual em torno de 95% na maré enchente, superando quantitativamente os copépodes, na vazante (10%) este valor reduziu aproximadamente 8 vezes. As demais faixas mantiveram proporções entre 16% e 44%, cabendo a menor proporção a porção mais salina (Figura 28).

Quanto aos Cirripedia as maiores contribuições ocorreram no período de maior precipitação pluviométrica, em que as maiores proporções acompanharam o regime mesohalino (Figura 28). A proporção máxima foi encontrada, na maré enchente, nas faixas 2 (10%), 3(7%) e 4 (10%). Em contrapartida na estação seca o

grupo destacou-se proporcionalmente na maré vazante, atingindo valores maiores de abundância nas faixas 1 e 2 (11%, 18%, respectivamente) (Figura 27).

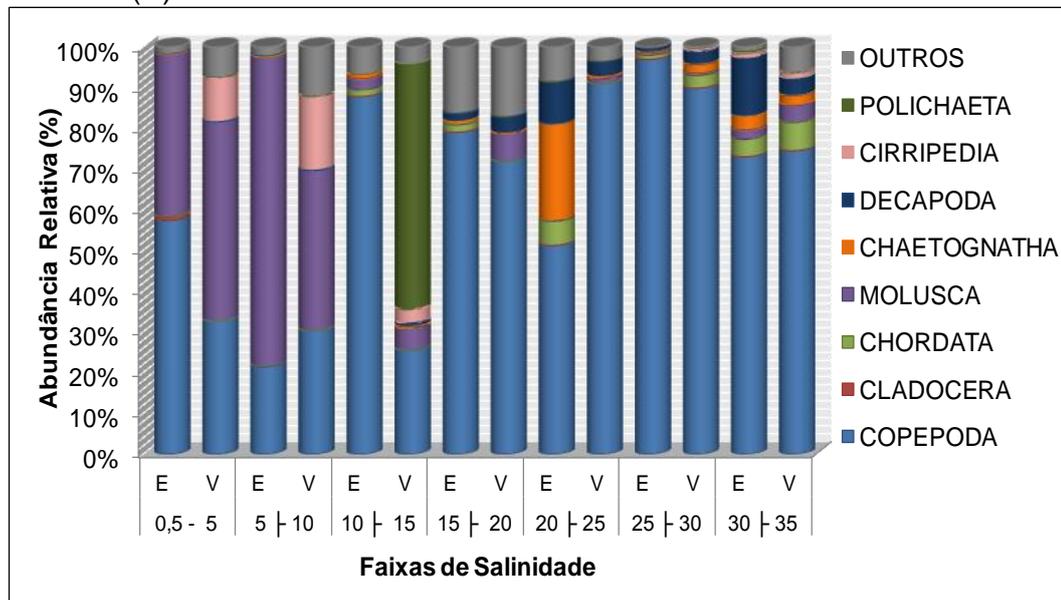
O grupo dos decápodes apresentou uma variação sazonal e espacial, como podemos observar nas figuras 27 e 28. É perceptível uma ligeira sucessão da abundância a partir da faixa halina 4, em novembro/09. As faixas 5 e 7 (10% e 14%, respectivamente) evidenciaram as maiores proporções, ambas na maré enchente.

Agora o destaque será dado para os demais grupos que, considerando a porcentagem geral não tiveram grandes contribuições, mesmo assim apresentaram uma proporção maior em algum momento dentro do período analisado. Os Chaetognatha, por exemplo, não contribuíram de forma significativa para a abundância total do zooplâncton na maior parte das estações. Em novembro/09 o total de *Sagitta* spp e *Sagitta tenuis*, constituíram em geral menos de 3%, com exceção da faixa 5, em que o maior pico encontrado, durante todo o estudo, foi cerca de 24%, ligado a maré de maior amplitude (Figura 27). Em maio estes organismos alcançaram um pico proporcional em torno de 14%, na maré vazante (Figura 28).

Com relação aos Cladocera foi evidente uma variação sazonal, em contrapartida espacialmente o grupo não foi bem distribuído devido principalmente a condição límnic das espécies. Em novembro, por exemplo, o grupo alcançou proporções percentuais em torno de 1%. Enquanto no período chuvoso, onde a condição límnic foi evidente, uma maior expressão desta comunidade foi percebida, a faixa zero de salinidade foi a única em que a comunidade esteve presente, mas foi na maré vazante a maior proporção apresentada 53%, na maré enchente a proporção reduziu, alcançando porcentagens de 2% (Figura 28).

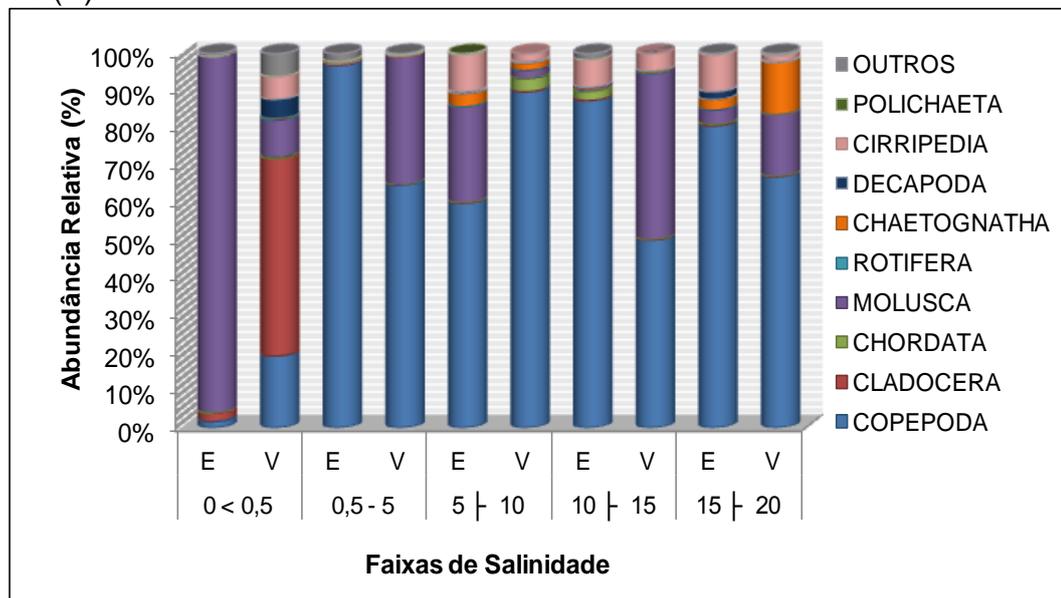
Rotifera grupo comumente encontrado em regiões fluvio-estuarinas, fato notado no presente estudo, apresentou uma única e pequena participação relativa, atingindo menos de 0,5% nas condições onde a salinidade foi zero (Figura 28).

Figura 27 – Abundancia relativa do zooplâncton, por faixas de salinidade, em novembro de 2009, no estuário do rio Quatipuru - Pará, em condições de enchente (E) e vazante (V).



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 28 – Abundancia relativa do zooplâncton, por faixas de salinidade, em maio de 2010, no estuário do rio Quatipuru - Pará, em condições de enchente (E) e vazante (V).



Fonte: Dados da pesquisa.

#### 5.1.2.6 Abundância Relativa Total dos Copépodes

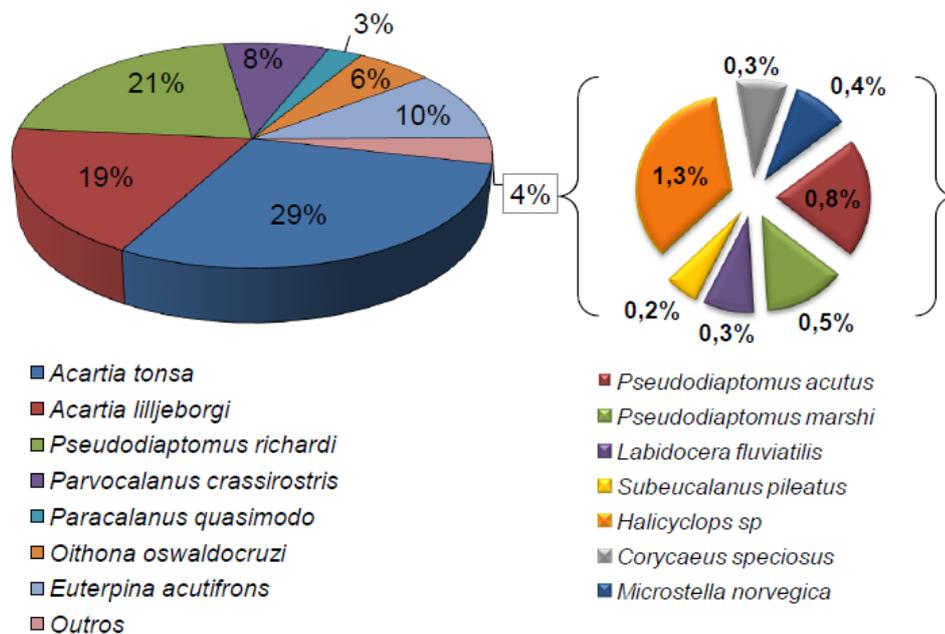
Os copépodes foram os organismos mais abundantes. Salvo poucas exceções, ocorreram em todas as faixas e período de coleta. Em novembro, espécies como *Acartia tonsa* (29%), *Pseudodiaptomus richardi* (21%), *Acartia lilljeborgi* (19%), *Euterpina acutifrons* (10%), *Parvocalanus crassirostris* (8%)

atingiram progressivamente os maiores valores proporcionais, totalizando 79% dos copépodes neste período (Figura 30).

Para o período chuvoso, *Parvocalanus crassirostris* que no período anterior atingiu proporções reduzidas, nesta etapa atingiu mais da metade em termos de abundância (58%), da mesma forma *Paracalanus quasimodo* atinge aqui proporções em torno de 13%. *Acartia tonsa* e *Pseudodiaptomus richardi* são os terceiros nesse ranque, ambos com 11% de abundância (Figura 30).

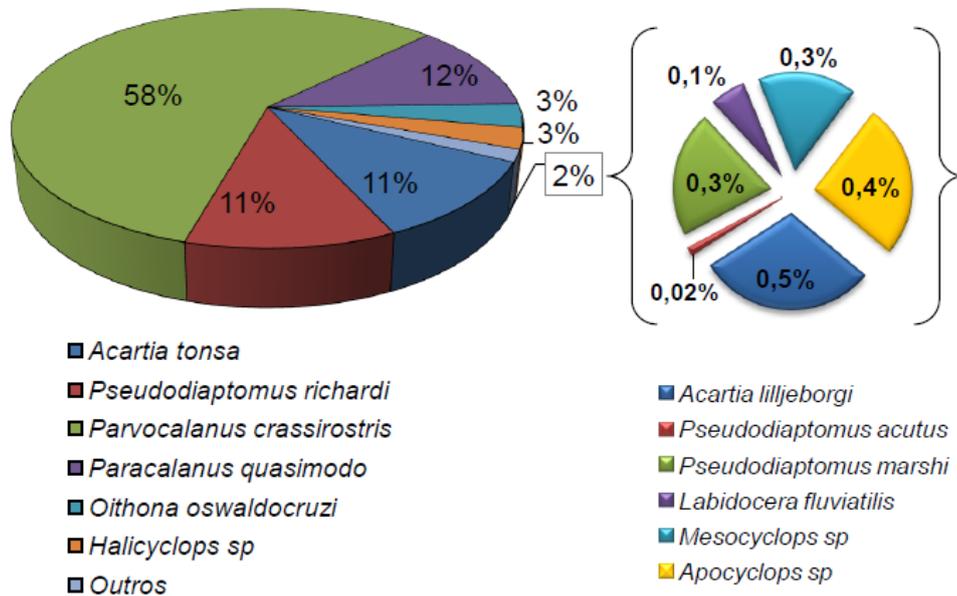
*Parvocalanus crassirostris* contribuiu de forma significativa para a abundância total em todas as faixas de salinidade e período do ano, com exceção da estação onde se alcançou o zero de salinidade. A contribuição relativa de *Acartia lilljeborgi* e *Euterpina acutifrons*, para densidade total do zooplâncton foi maior no verão, especialmente nas faixas 6 e 7 (Figura 29). Outras espécies foram importantes isoladamente em certas faixas de salinidade como *Pseudodiaptomus marshi*, *Pseudodiaptomus acutus*, *Labidocera fluviatilis*, *Subeucalanus pileatus*, *Corycaeus speciosus* e *Microsetella norvegica*, *Mesocyclops* sp *Apocyclops* sp e *Halicyclops* sp (Figura 29).

Figura 29. – Abundância relativa de copépodes no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro de 2009 (Período seco).



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 30. – Abundância relativa de copépodes no estuário do rio Quatipuru - Pará, em maio de 2010 (Período chuvoso)



Fonte: Dados da pesquisa.

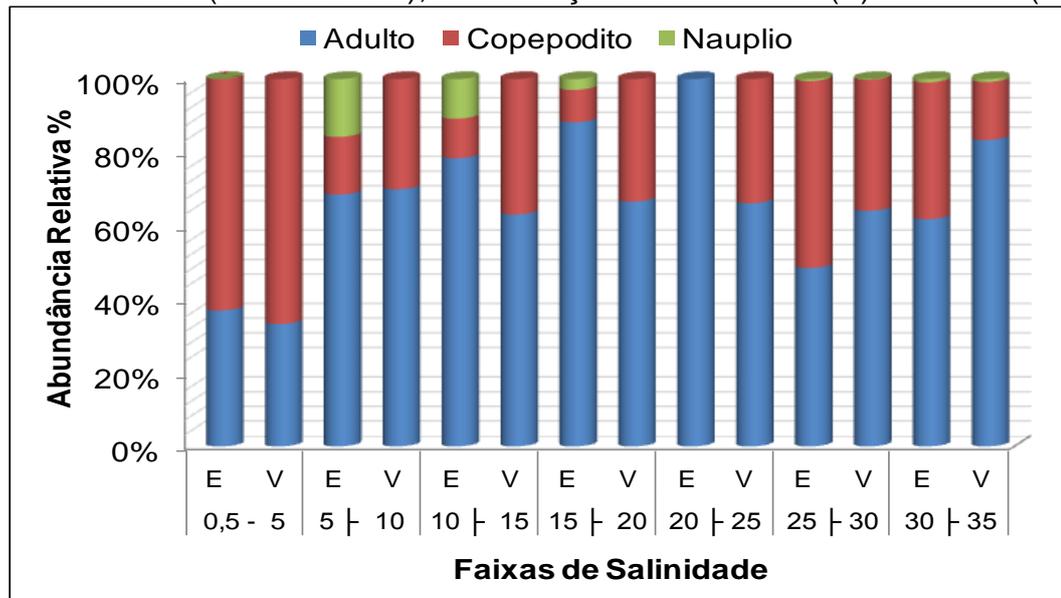
#### 5.1.2.7 Abundância Relativa por Faixas de Salinidade dos Estágios Ontogênico dos Copepodes.

Quanto aos estágios ontogênicos, de um modo geral, os copépodes adultos apresentaram maiores proporções do que os copepoditos e formas naupliares. O grupo que apresentou a segunda maior abundância foram os copepoditos. Essa forte participação na comunidade zooplanctônica também foi observada em outras regiões costeiras, podendo ser atribuída a altas concentrações de copépodes adultos no local de estudo e indicando que as espécies encontram condições favoráveis para se reproduzir no estuário do rio Quatipuru. Na faixa um, no período de menor influência marinha, a proporção de copepoditos superou a dos adultos em ambos os regimes de marés (Figura 32), fato semelhante ocorreu em novembro/09 na mesma faixa (Figura 31). Enquanto que na faixa 6 (entre 25 e 30), na maré enchente, as proporções entre adultos e copepoditos foram praticamente equivalentes (Figura 31).

No período chuvoso os náuplios de Copepoda apresentaram tendência de maiores concentrações nos pontos mais influenciados pela região dulcícola adjacente com abundância relativa máxima (16%) registrada na faixa 2 na maré enchente.

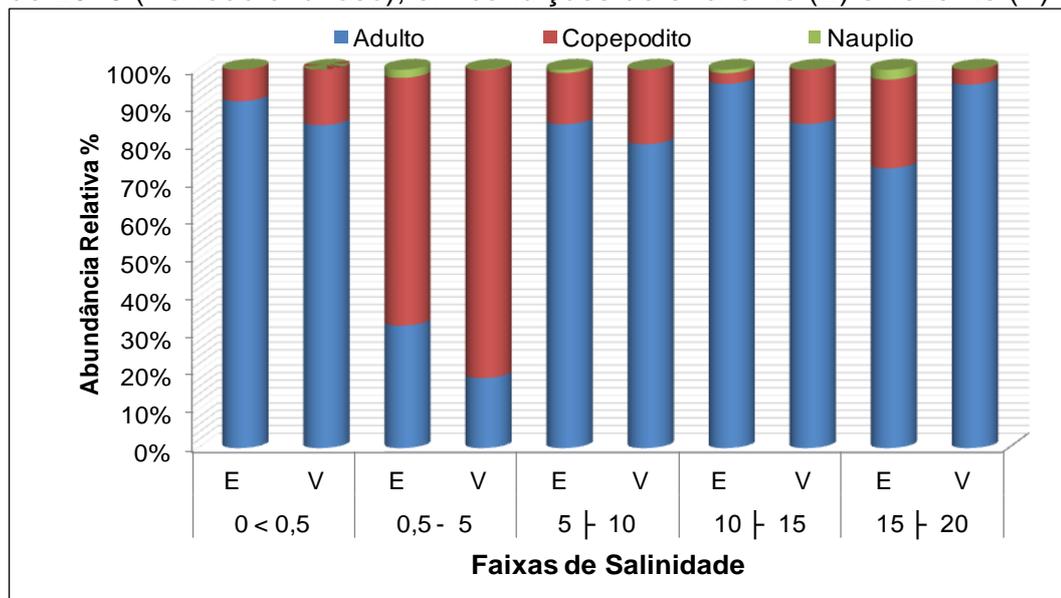
No período seco a participação percentual dos náuplios de Copepoda esteve ligada as todas as faixas, exceto na estação onde a salinidade foi zero. Sua maior contribuição esteve relacionada a faixa 01 (8%), nas demais estações não ultrapassaram os 2% de abundância relativa (Figura 31).

Figura 31 – Abundância relativa quanto ao estágio ontogênico dos copépodes, em novembro de 2009 (Período seco), em condições de enchente (E) e vazante (V).



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 32 – Abundância relativa quanto ao estágio ontogênico dos copépodes, em maio de 2010 (Período chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).



Fonte: Dados da pesquisa.

#### 5.1.2.8 Distribuição Espaço Temporal da Densidade Total do Zooplâncton

A abundância total do zooplâncton variou entre 993, 9 e 13254,7 Ind m<sup>-3</sup> no verão de 2009 e entre 944, 3 e 35908,8 Ind m<sup>-3</sup> no inverno.

No período seco, a densidade geral do zooplâncton (Figura 33) no estuário do rio Quatipuru apresentou para o período de marés enchente média de 6129,16 ± 5196 Ind.m<sup>-3</sup>, com valor mínimo de 993,93 Ind.m<sup>-3</sup> (Faixa de salinidade 5), e máximo de 13524,71 Ind. m<sup>-3</sup> (Faixa de salinidade 1), em decorrência das densidades de gastropoda (Larvas), Copepoditos e *Pseudodiaptomus richardi*, os quais atingiram densidades de 5384,68, 4892,52 e 2596,09 Ind.m<sup>-3</sup>, respectivamente. Para o período de maré vazante a média foi de 2760,02 ± 3168 Ind.m<sup>-3</sup>, com valor mínimo 595,72 Ind.m<sup>-3</sup>, na faixa de salinidade 4, e máximo de 9405,87 (Faixa de salinidade 6), em decorrência das densidades de *Acartia tonsa* e *Acartia lilljeborgi* que juntas totalizaram 4078,79 Ind.m<sup>-3</sup>. Houve entre as marés uma diferença de 63% (Figura 33).

Durante a campanha chuvosa, a densidade média do zooplâncton apresentou para os períodos de marés enchente média de 7609, 61 ± 7049 Ind.m<sup>-3</sup> com valor mínimo de 2175,93 Ind.m<sup>-3</sup> (Faixa de salinidade 5), e máximo de 15565,43 Ind.m<sup>-3</sup> (Faixa de salinidade 1), em decorrência da densidades de gastropoda (Larvas), Copepoditos e *Pseudodiaptomus richardi*, os quais atingiram densidades de 5384,68, 4892,52 e 2596,09 Ind m<sup>-3</sup>, respectivamente (Figura 34).

Enquanto na maré vazante a média subiu para 19726,36 Ind.m<sup>-3</sup>, com valor mínimo 944,31 Ind.m<sup>-3</sup>, na faixa de salinidade 1, e máximo de 35908,86 (Faixa de salinidade 3), em decorrência, principalmente, das densidades de gastropodes (Larvas) que chegou a valores percentuais em torno de 43% (15289,40 Ind m<sup>-3</sup>) do total de organismos presentes na faixa, seguido por *Pseudodiaptomus richardi*, copepodito (Outros) e *Acartia tonsa* que juntas totalizaram 6830,68 Ind m<sup>-3</sup>. Houve entre as marés uma diferença de 44%.

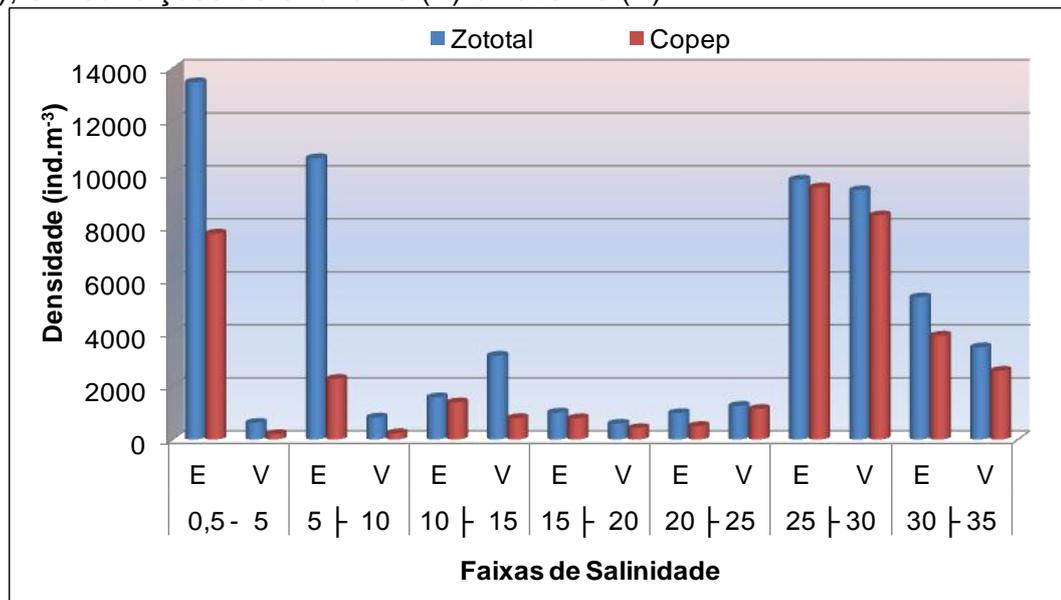
Então se percebe a forte influência dos copépodes sobre o padrão geral de distribuição do zooplâncton. Os picos de abundância do zooplâncton total corresponderam aos resultados obtidos para espécies dominantes de copépodes (Figuras 33 e 34).

As densidades elevadas nas faixas 1, 2, 3 e 4, principalmente na vazante, com exceção da faixa de salinidade 2, durante o inverno, foram basicamente devido aos copépodes imaturos (copepoditos), *Parvocalanus crassirostris*, *Acartia tonsa*,

*Pseudodiaptomus richardi* e *Paracalanus quasimodo*. Ao contrário do inverno, no verão as maiores contribuições estiveram ligadas a maré enchente, com exceção da faixa de salinidade 6 e 7, que não apresentaram diferença considerável de uma maré para outra. As densidades elevadas foram basicamente devido aos copépodes imaturos (outros e do gênero *Acartia*), *Pseudodiaptomus richardi*, *Acartia tonsa*, *Acartia lilljeborgi* e em menor grau por *Euterpina acutifrons*.

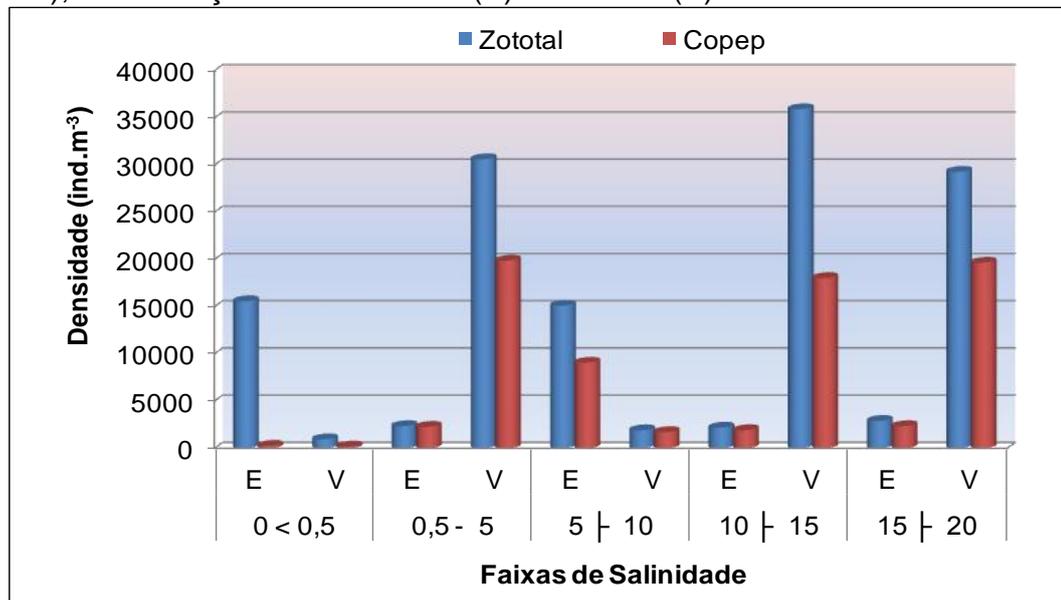
Considerando-se a distribuição espaço-temporal da comunidade zooplanctônica, especialmente quando se analisa os dados de densidade, observou-se uma maior densidade nas regiões superior e inferior do estuário no período seco (Figuras 33), com maiores contribuições na maré enchente. No entanto em maio/10 as densidades apresentaram relativamente altas ao longo do estuário, com algumas exceções, sendo as maiores contribuições na maré vazante (Figuras 34).

Figura 33 – Variação espacial da densidade total do zooplâncton (Zototal) e copépodes (Copep) no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2009 (Período seco), em condições de enchente (E) e vazante (V).



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 34 – Variação espacial da densidade total do zooplâncton (Zototal) e copépodes (Copep) no estuário do rio Quatipuru-Pará, em maio/2010 (período chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).



Fonte: Dados da pesquisa.

#### 5.1.2.9 Distribuição Espaço Temporal das Principais Espécies de Copépodes

Como visto anteriormente, os picos de abundância do zooplâncton total corresponderam aos resultados obtidos para espécies dominantes de copépodes. Considerando as duas campanhas sete espécies expressaram maior contribuição numérica para densidade total do zooplâncton (Figuras 35 e 36). Dentre elas *Pseudodiaptomus richardi* foi a maior em termos de abundância total, sua contribuição numérica variou de 0,0 Ind.m<sup>-3</sup> a 3150 Ind.m<sup>-3</sup> em maio e 0,0 Ind.m<sup>-3</sup> a 2596 Ind.m<sup>-3</sup> no verão (Figura 35 e 36). Não variou muito numa escala sazonal. Suas maiores contribuições estiveram ligadas as faixas 1 (0,5 a 5), 2 (5 a 10) e 3 (10 a 15) (Figura 35 e 36).

*Parvocalanus crassirostris* foi a segunda mais representativa. A densidade variou de 0,0 Ind.m<sup>-3</sup> a 3150 Ind.m<sup>-3</sup> em maio, e de 0,0 Ind.m<sup>-3</sup> a 274 Ind.m<sup>-3</sup>. Suas maiores contribuições estiveram ligadas as faixas 3 (10 a 15) e 4 (15 a 20) (Figura 35 e 36).

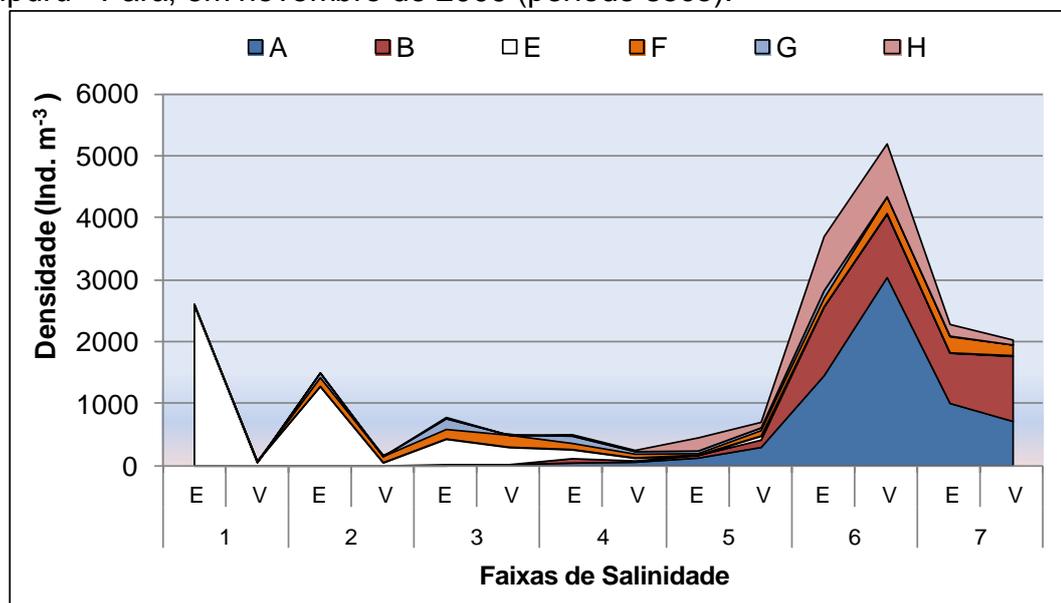
Quanto a espécie *P. quasimodo* assim como o taxa supracitado obteve contribuição maior em maio. A densidade desta espécie variou de 0,0 Ind.m<sup>-3</sup> a 4170 Ind.m<sup>-3</sup> em maio, e de 0,0 Ind.m<sup>-3</sup> a 172 Ind.m<sup>-3</sup> em novembro (Figuras 35 e 36). Suas maiores contribuições estiveram ligadas as faixas 4 (15 a 20) em maio e as faixas 3 (10 a 15), 4 (15 a 20) e 6 (25 a 30) em novembro (Figura 36)

A densidade total de *Acartia tonsa* variou de 0,0 Ind.m<sup>-3</sup> a 2017 Ind.m<sup>-3</sup> em maio e de 0,0 Ind.m<sup>-3</sup> a 3045 Ind.m<sup>-3</sup> em novembro. Suas maiores contribuições estiveram ligadas as faixas 3 e 4 em maio e as faixas 6 (25 a 30) e 7 (30 a 35) em novembro. Esta espécie, em parte, obteve semelhante comportamento da espécie *Pseudodiaptomus richardi*, o que diferiu entre elas foi à dominância em faixas diferentes (Figura 35 e 36).

*A. lilljeborgi* dominou o estuário em maio, com a influência de maior fluxo marinho. Esta juntamente com a *A. tonsa* co-dominaram o ambiente nas porções mais externas ao estuário, ou seja, nas faixas 6 e 7. A densidade desta espécie variou de 0,0 Ind. m<sup>-3</sup> a 132 Ind.m<sup>-3</sup> em maio, e de 0,0 Ind.m<sup>-3</sup> a 1119 Ind. m<sup>-3</sup> em novembro (Figura 35)

Por outro lado, *Euterpina acutifrons* em termos quantitativos não foi expressiva em maio, mas em novembro alcançou densidades em torno de 875 Ind. m<sup>-3</sup>. Dominou as porções poli-euhalina (Figura 35).

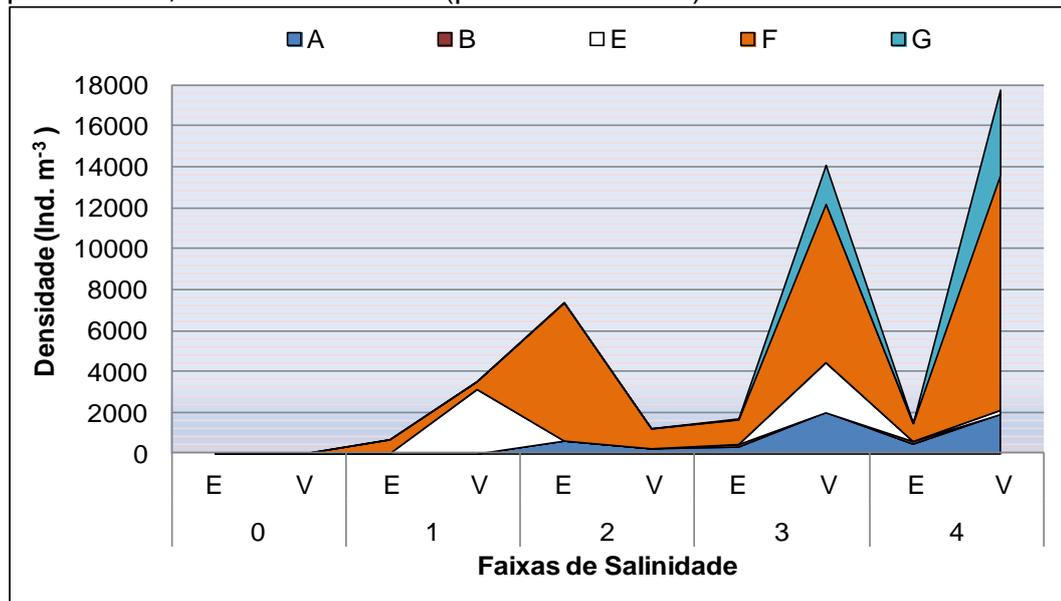
Figura 35 – Distribuição espacial da densidade de copépodes no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro de 2009 (período seco).



Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: A= *Acartia tonsa*; B= *Acartia Lilljeborgi*, E=*Pseudodiaptomus richardi*, F= *Parvocalanus crassirostris*, G=*Paracalanus quasimodo*, H=*Euterpina acutifrons*. Faixas (1 a 7).

Figura 36 – Distribuição espacial da densidade de copépodes no estuário do rio Quatipuru - Pará, em maio de 2010 (período chuvoso).



Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: A= *Acartia tonsa*; B= *Acartia Lilljeborgi*, E=*Pseudodiaptomus richardi*, F= *Parvocalanus crassirostris*, G=*Paracalanus quasimodo*. Faixas (1 a 4).

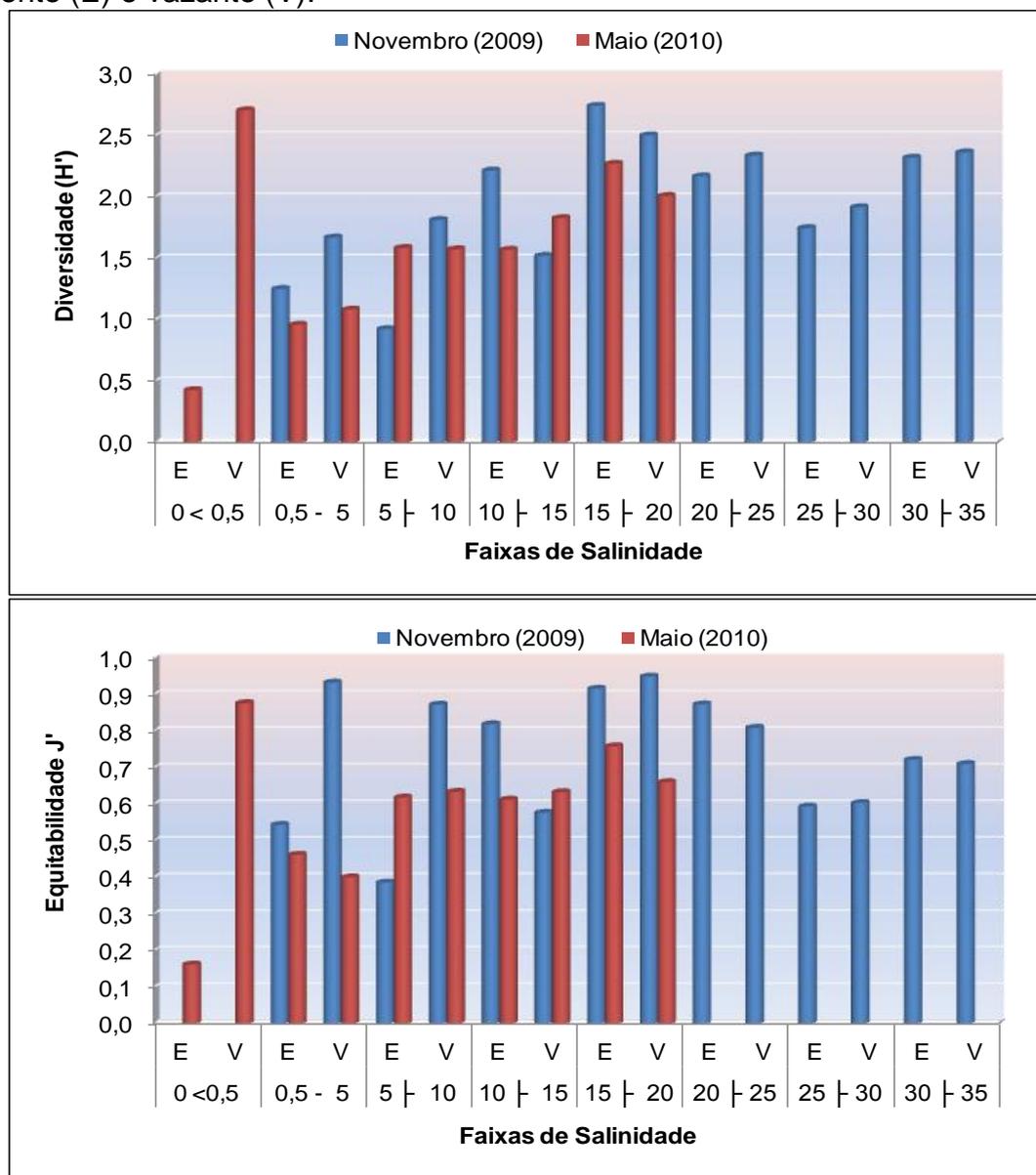
#### 5.1.2.10 Índices de Diversidade Específica ( $\text{bit.ind}^{-1}$ ) e Equitabilidade

O período seco, em termos de diversidade de espécies, variou de muito baixa ( $H' < 1,0$ ) a média ( $3 > H' \geq 2$ ), com máximo de  $2,73 \text{ bits.ind}^{-1}$  e mínimo de  $0,93 \text{ bits.ind}^{-1}$ , na faixa de salinidade 5 e 3, respectivamente. A média da enchente foi ligeiramente menor, com  $1,91 \text{ bits.ind}^{-1}$  e a vazante com média geral de  $2,02 \text{ bits.ind}^{-1}$  (Figura 37). No período de maior precipitação pluviométrica a diversidade específica variou de muito baixa a média, bem como no período anterior, com o máximo de  $2,27 \text{ bits.ind}^{-1}$  e mínimo de  $0,96 \text{ bits.ind}^{-1}$ , nas faixas de salinidades 2 e 5, respectivamente. A média da enchente foi maior, com  $2,27 \text{ bits.ind}^{-1}$  e a vazante com média geral de  $1,08 \text{ bits.ind}^{-1}$ . A média tanto para o período mais chuvoso ( $1,61 \pm 0,44 \text{ bits.ind}^{-1}$ ), como para o seco ( $1,96 \pm 0,51$ ) caracterizou o estuário do rio Quatipuru, como ambiente de baixa diversidade específica. Em maio/10 ocorreu a menor diversidade de espécies, com  $1,36 \text{ bits.ind}^{-1}$ , o valor máximo ocorreu no mês de Novembro09, com  $2,74 \text{ bits.ind}^{-1}$  (Figura 37).

Quanto à equitabilidade do estuário em estudo, na maior parte das amostras, os valores foram maiores que 0,5 ou estiveram muito próximos a esse valor, demonstrando uma equitatividade média das amostras. A comunidade zooplanctônica mostrou uma média geral para o período seco de 0,74 sendo as médias das enchentes e vazantes 0,67 e 0,83 respectivamente, mostrando que as

comunidades estão se apresentando bem distribuídas ao longo das faixas de salinidades. Enquanto o período chuvoso apresentou uma média de 0,58, sendo as médias de enchente e vazante 0,52 e 0,67, respectivamente. De modo geral o valor mínimo ocorreu no período de enchente, em maio/10 (0,16), onde as espécies apresentaram-se com valores mais distantes de 0,5, evidenciando o predomínio de uma ou poucas espécies, e o valor máximo de 0,95 na enchente em novembro/09 (Figura 37).

Figura 37– Diversidade e Equitabilidade do zooplâncton no estuário do rio Quatipuru - Pará, em novembro/2009 (seco) e maio/2010 (chuvoso), em condições de enchente (E) e vazante (V).



Fonte: Dados da pesquisa.

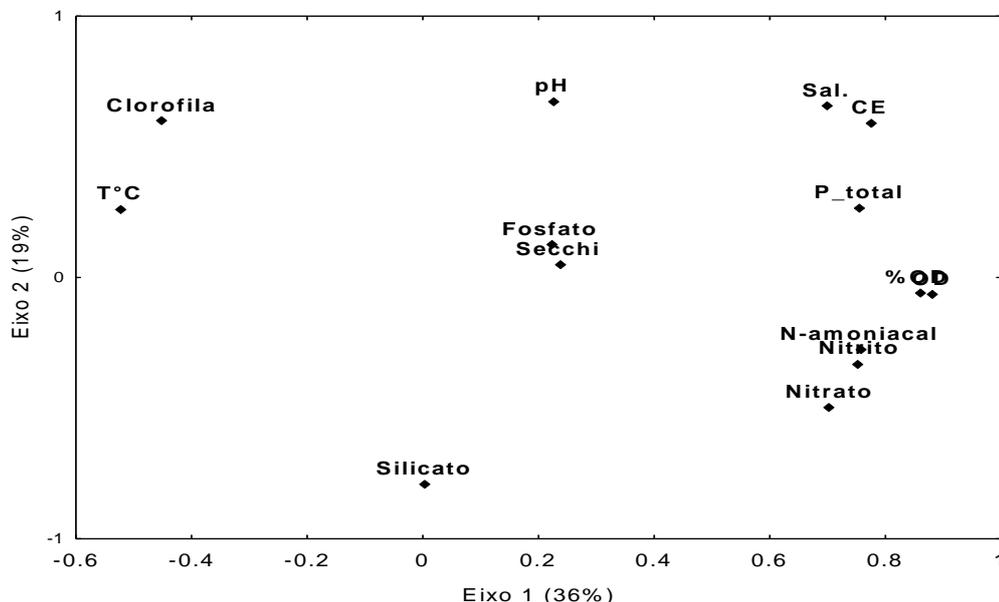
### 5.1.3 Análise dos Dados

#### 5.1.3.1 Análise dos Componentes Principais dos Dados Abióticos

A análise de componentes principais com todos os parâmetros ambientais nos diferentes períodos de coleta no estuário do rio Quatipuru, mostra que os dois primeiros eixos juntos descreveram cerca de 55% da variância original (Figura 38). O eixo 1 explicou 36% da variância total e pode ser interpretada como um contraste entre, de um lado, salinidade, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, amônia, nitrato, nitrito, fósforo total e, de outro lado, temperatura e Clorofila a. Os sinais contrários indicam uma correlação negativa ao longo do eixo entre esses grupos.

A relação direta entre condutividade elétrica e salinidade destaca forte ligação entre esses parâmetros (Figura 38). Ao longo do eixo 1 temperatura e Clorofila a apresentaram relação inversa com o nitrito, Amônia, nitrato, Fósforo e Fósforo total. O pH não apresentou forte influência no primeiro eixo, mas destacou-se no segundo, que explicou 19% da variância total, este parâmetro variou inversamente com o silicato e diretamente com a salinidade (Figura 38).

Figura 38 – Pesos das variáveis nas duas primeiras componentes principais com os dados abióticos do estuário do rio Quatipuru - Pará, durante o período chuvoso e seco.



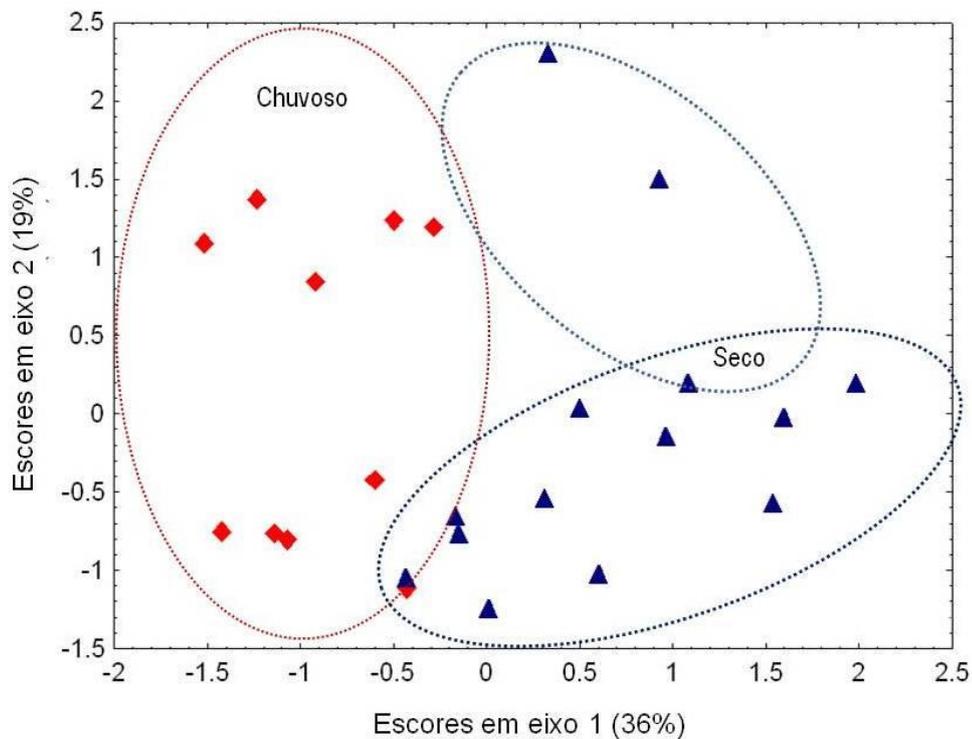
Fonte: Dados da pesquisa

Nota: Sal=Salinidade; P\_total=Fóforo total; CE=Condutividade elétrica; OD=Oxigênio dissolvido; OD%=Saturação do oxigênio.

Os escores para os dados durante os dois períodos sazonais dos eixos 1 e 2, estratificados de acordo com a sazonalidade da região, estão plotados na figura 39. Pode se observar uma separação quase que total das amostras hidrológicas nos

dois períodos, com o período chuvoso deslocado para extremidade negativa, e o período seco para extremidade positiva, indica a influência da sazonalidade na distribuição dos parâmetros abióticos no estuário do rio Quatipuru (Figura 39). No período chuvoso os parâmetros que são favorecidos são a Clorofila-a e a temperatura. Em novembro foram favorecidos os seguintes parâmetros salinidade, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito, nitrato e fósforo total (Figura 39).

Figura 39 – Escores nas duas primeiras componentes, na análise feita com os dados abióticos e variáveis biológicas do estuário do rio Quatipuru - Pará, com estratificação entre o período chuvoso (maio/ 2010) e o seco (Novembro/2009).

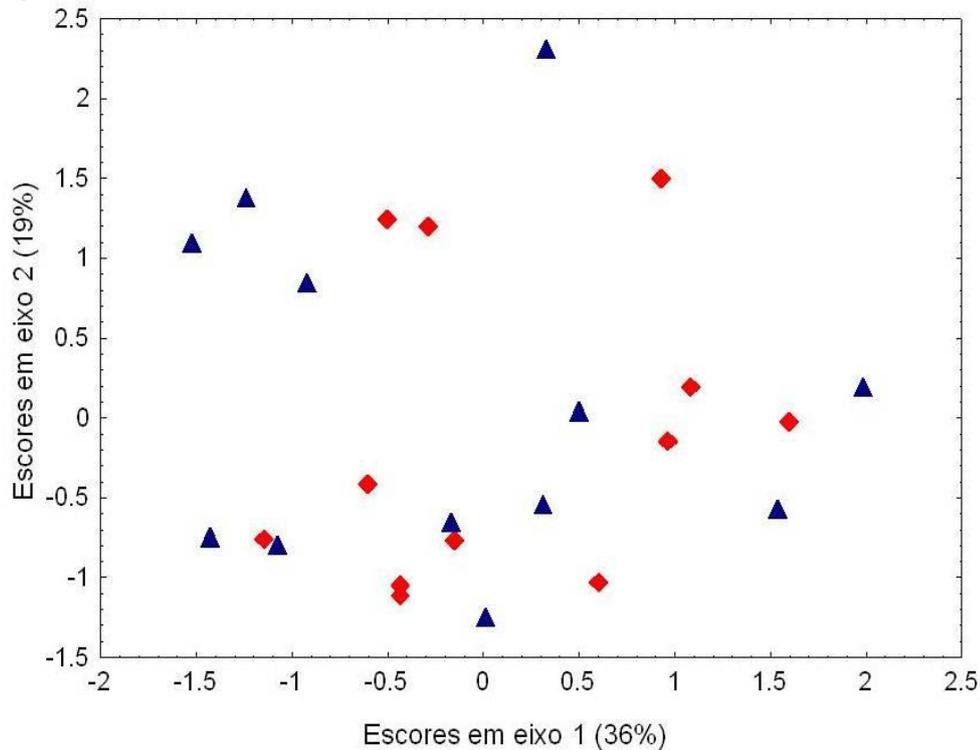


Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: ▲ = seco; ◆ = chuvoso.

Os escores, para os dados de marés nos eixos 1 e 2 estão plotados na Figura 39. Percebe-se que não houve uma estratificação nítida como verificado para o período sazonal. Entre os regimes de marés (vazante/enchente), os parâmetros ambientais não mostraram diferenças (Figura 40).

Figura 40 – Escores nas duas primeiras componentes, na análise feita com os dados abióticos e variáveis biológicas do estuário do rio Quatipuru - Pará, sem estratificação entre as marés vazante e enchente.



Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: ▲=vazante; ◆=enchente.

#### 5.1.3.2 Análise de Agrupamento do Zooplâncton

A distinção faunística entre as comunidades do zooplâncton envolvendo às duas campanhas amostrais, nas diferentes faixas de salinidade foi evidenciada por meio do dendograma de similaridade, baseado na densidade do zooplâncton (Ind.m<sup>-3</sup>). Com um corte a 3,1 de similaridade no dendograma da figura 34 pode-se separar as amostras em quatro grupos (Figura 41).

O grupo 1 caracterizou-se pela associação de espécies pouco abundante e de preferência por ambiente límnico, formado principalmente por espécies que pertencem ao grupo dos Cladocera como *Chydorus pubecens*, *Ceriodaphnia cornuta*, *Ilyocryptus spinifer*, *Alona ossioni*, *Macrothrix elegans* e *Alona gutata* (Figura 41).

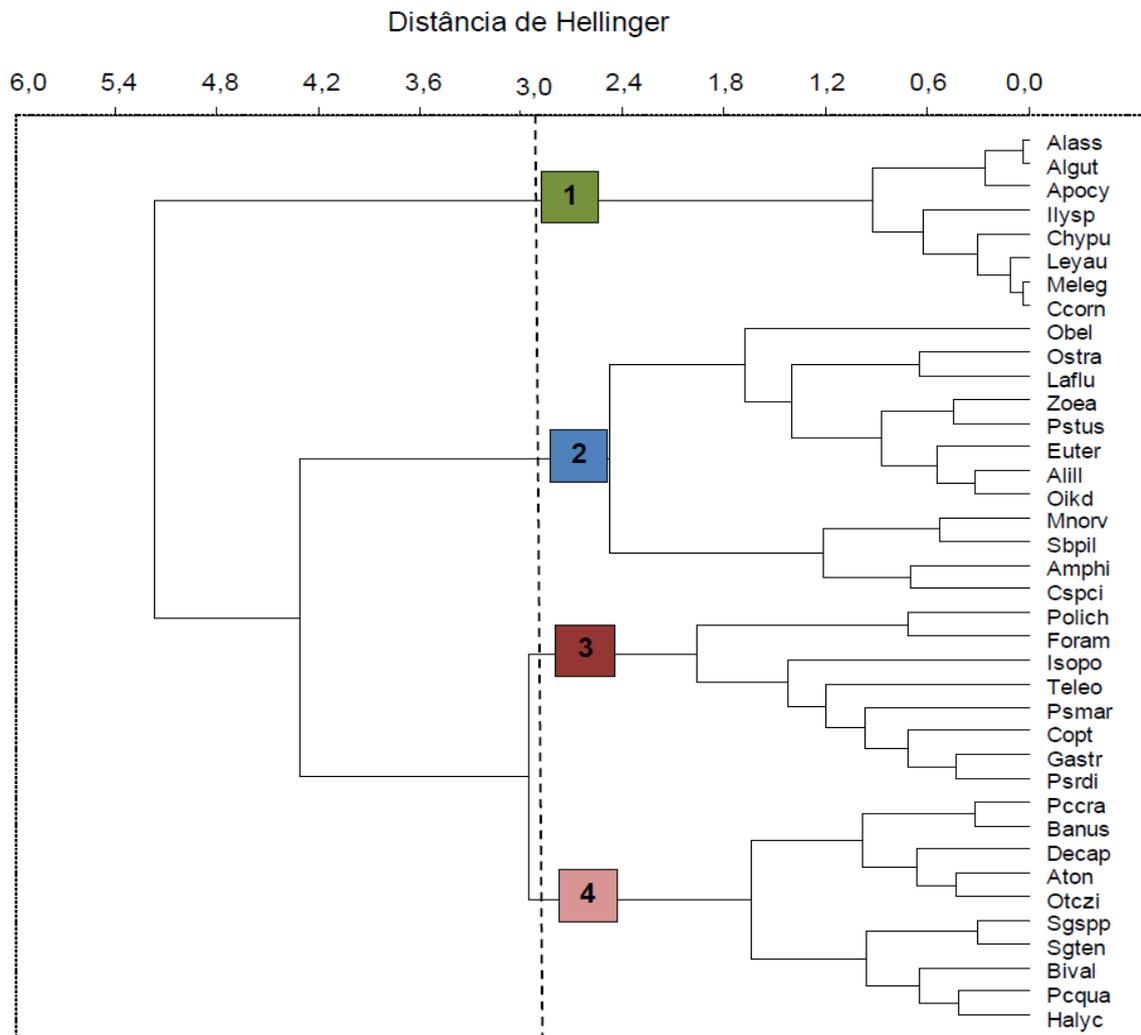
O grupo 2 incluiu as espécies que apresentaram suas maiores contribuições nas faixas de salinidade mais externa do estuário, geralmente em salinidade variando entre 25 e 35, portanto mais representativas em novembro, período com maior influência de água marinha, então *Acartia lilljeborgi*, *Microstela norvegica*, *Subeucalanus pileatus*, *Coricaeus speciosus*, *Labidocera fluviatilis*, *Euterpina*

*acutifrons*, *Oikopleura dióica* e *Obelia sp.*, são aqui tratadas como espécies chaves do ambiente marinho. Apesar de *Pseudodiaptomus acutus* ter sido incluído no grupo 2 da análise de agrupamento, pode ser considerado neste estudo como espécie estuarino-marinha pois suas maiores contribuições estiveram associadas as faixas de salinidade 6 e 7. Outros grupos zooplanctônicos contemplaram este agrupamento como Amphipoda, Ostracoda e Zoea de Brachyura (Figura 41).

Os grupos 3 e 4 foram formados por espécies que sugerem sua ampla tolerância a flutuações salinas no estuário em estudo e que foram pontuais nas regiões intermediárias do estuário e nos dois períodos de coleta, com algumas exceções. Espécies como *Pseudodiaptomus richardi*, *Parvocalanus crassirostris*, *Oithona oswaldocruzi*, *Pseudodiaptomus quasimodo*, *Pseudodiaptomus marshi* e *Halicyclops sp* são consideradas, neste estudo, espécies chaves do ambiente estuarino, bem como formas imaturas de copepoditos que alcançaram valores altíssimos de densidades ao longo do estuário. Por outro lado *Acartia tonsa* geralmente mais abundantes nas faixas de salinidade 6 e 7 no período seco e na faixa 4 no mês de maior pluviosidade foi associada a este grupo, provavelmente devido as participações, embora que pequena, em todas as faixas de salinidade, com exceção das faixas 0 e 1. Situação semelhante foi observada para *Sagitta tenuis* e *Sagitta spp.* Outros grupos como Polichaeta, Foraminífera, Isopoda, larvas de teleosteo, gastropoda, larvas de Cirripedia, Decapoda e de Bivalvia, também estiveram associado a região (meso-polihalina) (Figura 41).

Os dados de densidade do zooplankton foram também utilizados para separar as faixas de salinidade através da análise de agrupamento modo Q. Seis grupos foram obtidas, porém as amostras não foram associadas de forma definida, o que gerou um encadeamento, provavelmente porque ocorreram, em grande número, organismos pertencentes a quase todas as faixas, como mostra figura 42. Diante disso, afim de observar como as amostras estão ordenadas e a que espécies elas estão relacionadas fez se uma análise do tipo Q-PCA (Figura 43 e 44).

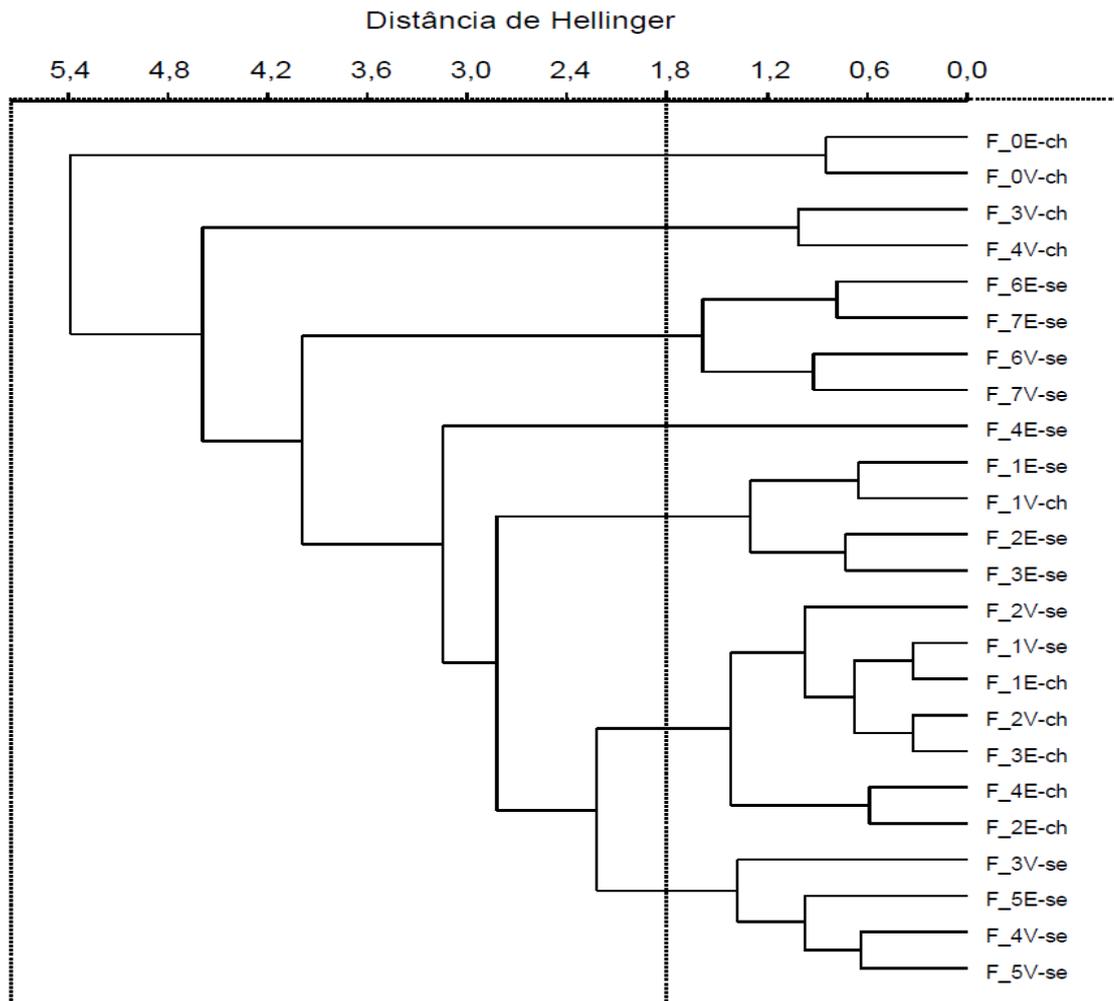
Figura 41 – Análise de agrupamento do zooplâncton (modo r) utilizando distância de Hellinger como medida de semelhança para os dados de fauna encontrados em novembro (2009) e maio (2010) no estuário do rio Quatipuru-Pará.



Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Grupo 1 (Limnético), 2 (Marinho), 3 (Estuarino) e 4 (Estuarino). Alass=*Alona ossioni*; Algut=*Alona gutata*; Apocy=*Apocyclops* sp; Ilysp=*Ilyocryptus spinifer*; Chypu=*Chydorus pubecens*; Leyau=*Leydigiopsis australis*; Meleg=*Macrothrix elegans*; Ccorn=*Ceriodaphnia cornuta*; Obel=*Obelia* sp; Ostra=Ostracoda; Laflu=*Labidocera fluviatilis*; Zoa=Zoea de Brachyura; Pstus=*Pseudodiaptomus acutus*; Euter=*Euterpina acutifrons*; Alill=*Acartia lilljeborgi*; Oikd=*Oikopleura dioca*; Mnor=*Microsetella norvegica*; Sbpil=*Subeucalanus pileatus*; Amphi=Amphipoda; Cspci=*Corycaeus speciosus*; Polich=Polichaeta; Foram=Foraminifera; Isopo=Isopoda; Teleo=Teleosteo (larva); Psmar=*Pseudodiaptomus marshi*; Copt=copepodito; Gastr= Gastropoda; Psrdi=*Pseudodiaptomus richardi*; Pccra=*Parvocalanus crassirostris*; Banus=*Balanus*; Decap=Decapoda (outros); Aton=*Acartia tonsa*; Otczi=*Oithona oswaldocruzi*; Sgspp=*Sagitta* spp; Sgten=*Sagitta tenuis*; Bival=*Bivalvia*; Pcqua=*Paracalanus quasimodo*; Halyc=*Halicyclops* sp.

Figura 42. – Análise de agrupamento (modo Q) das faixas de coleta, utilizando distância de Hellinger como medida de semelhança para o estuário do rio Quatipuru-Pará, nos meses de novembro (2009) e maio (2010).



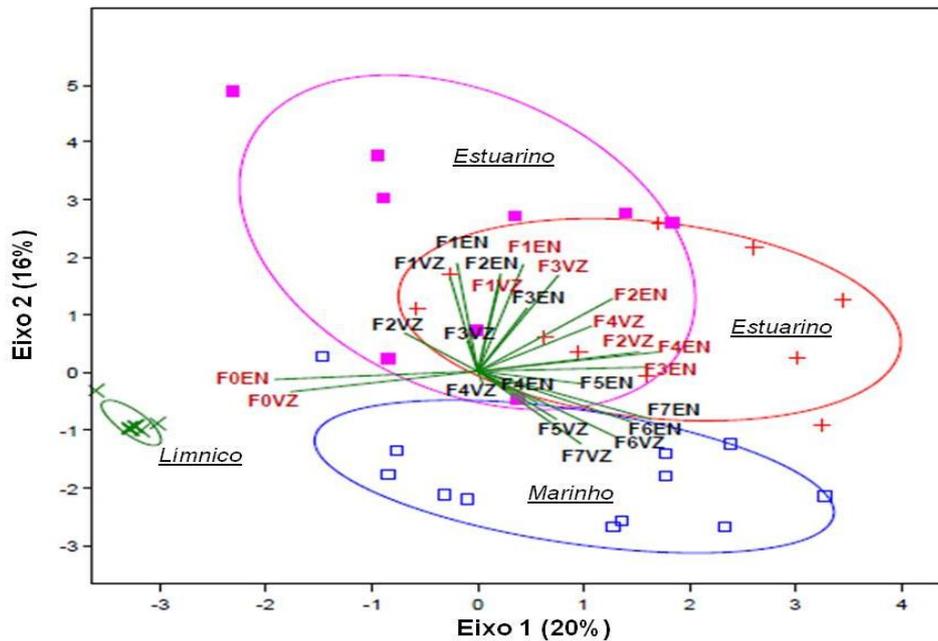
Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: F0\_E-ch (F=Faixa; 0=zero; E=Enchente; ch-Chuvoso); F1V-se (F=Faixa; 1=um; V=vazante; se=Seco).

### 5.1.3.3 Análise dos Componentes Principais (PCA)

As Figuras 43 e 44 mostram os padrões de similaridades dos indivíduos com as faixas de salinidades, através da análise de Q-PCA. O cumulativo percentual dos três primeiros eixos foi de 47% dos dados, tendo o eixo 1 apresentado 20%, o eixo 2 16% e 11% o eixo 3 da variância explicada. O eixo 1 versus o eixo 2 explicaram 36% (Figura 42) da variação dos dados, estando relacionados diretamente com a ordenação dos principais grupos zooplancctônicos nas diferentes condições halinas (Límnica, estuarina e marinha) (Figura 42). Por outro lado os eixos 2 e 3 explicaram 27%, o que explica, evidentemente, o padrão de variação das espécies (Figura 43).

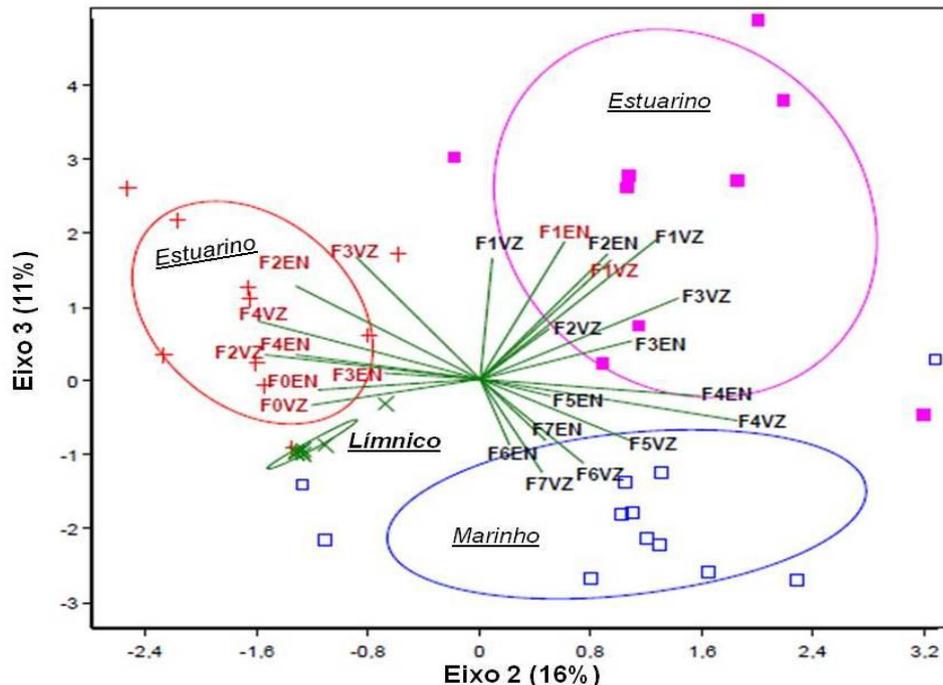
Figura 43. – Diagrama de dispersão das faixas de salinidade no plano fatorial 1-2, da Análise Q-PCA (Q- Análise de Componentes Principais), em função da densidade do zooplâncton (Ind.m<sup>-3</sup>) no estuário do rio Quatipuru - Pará.



Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: F=faixa; 1= um; EN= enchente; VZ=vazante. Faixas em cor vermelha – período chuvoso. Faixas em cor preta – período seco

Figura 44 – Diagrama de dispersão das faixas de salinidade no plano fatorial 3-2, da Análise Q-PCA (Q - Análise de Componentes Principais), em função da densidade do zooplâncton (Ind.m<sup>-3</sup>) no estuário do rio Quatipuru – Pará.



Fonte: Dados da pesquisa

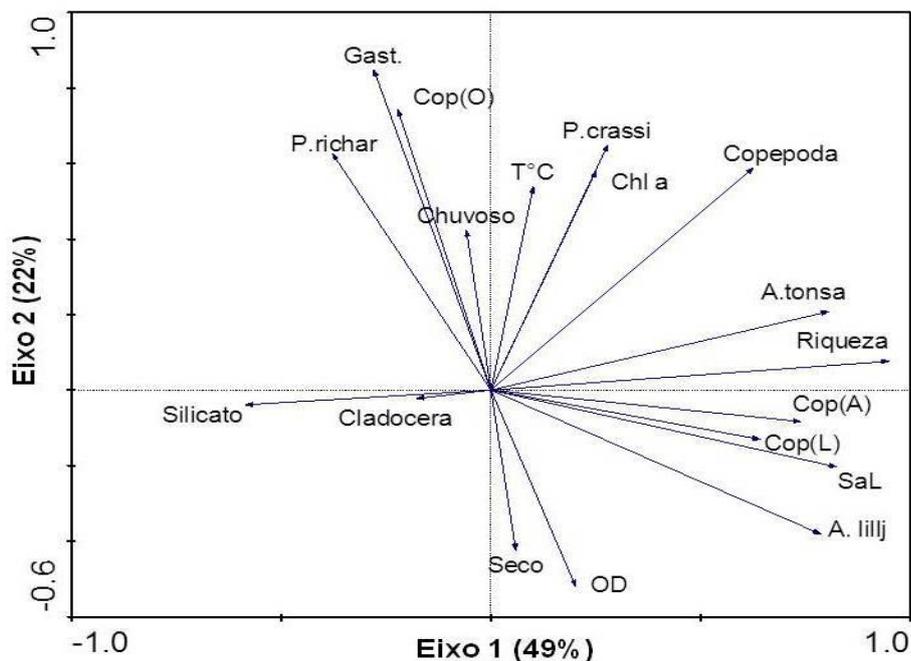
Nota: F=faixa; 1= um; EN= enchente; VZ=vazante. Faixas em cor vermelha - período chuvoso. Faixas em cor preta – período seco

#### 5.1.3.4 Análise de Componentes Principais (PCA) das Principais Variáveis Biológicas e Não Biológicas Estudadas no Estuário do Rio Quatipuru - Pará.

O plano do diagrama como um todo, gerado pela Análise de Componentes Principais (Figura 45), explicou 71% da variância de correlação dos dados das principais variáveis zooplanctônicas com as variáveis ambientais salinidade, clorofila a, silicato, oxigênio dissolvido e temperatura. O primeiro eixo respondeu por 49% da variância, enquanto o 2 por 22% (Figura 45). O primeiro eixo explica a variação da salinidade com uma forte relação com a riqueza, densidade total de Copepoda, assim como com a abundância de *Acartia tonsa* e *Acartia lilljeborgi*, tanto adultos como copepoditos deste gênero. O segundo eixo explica a variação da abundância de gastrópodes, de *Parvocalanus crassirostris*, *Pseudodiaptomus richardi* e outros copepoditos ligados diretamente com a Clorofila a, como nos mostra a figura 45.

O silicato está oposto à salinidade, evidenciando uma maior associação com a água doce, em contrapartida a salinidade evidencia a ocorrência de águas marinho-estuarinas (Figura 45).

Figura 45 – Análise de Componentes Principais (ACP), das principais variáveis bióticas e abióticas do estuário do rio Quatipuru, durante os períodos estudados.



Fonte: Dados da pesquisa

Nota: P.richar = *Pseudodiaptomus richardi*; P.crassi = *Parvocalanus crassirostris*; A.lillj = *Acartia lilljeborgi*; A.tonsa = *Acartia tonsa*; Cop(O) = Outros copepoditos, (A) = *Acartia*, (L) = *Labidocera*; Gast = *Gastropoda*; OD = *Oxigênio dissolvido*; Chl a = *Clorofila a*.

#### 5.1.3.5 Teste de Mantel

Os resultados do teste de mantel aplicado as matrizes de fauna e a salinidade mostraram correlação significativa entre estes parâmetros, apoiando assim a hipótese de que a comunidade zooplanctônica do estuário do rio Quatipuru é influenciada pela salinidade. A salinidade, sozinha, explicou 56% ( $p=0,028$ ) da variação da fauna.

## 6 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através da amostragem ao longo do estuário mostram que o estuário do rio Quatipuru tem uma dinâmica temporal semelhante a outros estuários da região Norte.

Durante a amostragem em campo os dados de precipitação obtidos da estação meteorológica de Primavera (12,8 km de Quatipuru) mostraram dois períodos sazonais bem distintos, a estação chuvosa de janeiro a julho e a estação seca de agosto a dezembro, períodos típicos da Amazônia oriental.

Conforme os resultados gerados pelas análises físico-químicas e nutrientes inorgânicos dissolvidos, presentes ao longo do estuário pode-se mencionar as seguintes condições reinantes para cada um dos parâmetros pesquisados.

A salinidade mostrou forte variação sazonal, o que foi relacionado principalmente com os índices pluviométricos observados, os quais foram relativamente maiores em maio/10. A variação de salinidade como consequência do regime de chuvas tem sido relatado para outros estuários tropicais do Norte/Nordeste brasileiro (LACERDA et al., 2004; SILVA-FALCÃO et al., 2007; SILVA et al., 2009), porém para estuários no Norte do Brasil, esta variação pode ser mais distinta, onde a salinidade pode variar de 0 a 39 (MAGALHÃES et al., 2006; COSTA et al., 2008; COSTA et al., 2009; MAGALHÃES et al., 2009b; PINTO-MARQUES, 2006). No estuário do rio Quatipuru percebeu-se um gradiente decrescente para a porção mais interna. Os maiores teores de salinidade (33,5 ups) foram encontrados na porção mais externa do estuário. Levando em consideração os diferentes períodos de maré, verificou-se que na enchente os valores de salinidade estiveram sempre mais elevados, indicando a marcante dinâmica das marés, que no período de estiagem penetra quilômetros rio adentro. Então a intrusão salina alcançou grande extensão no estuário, o qual exibiu um gradiente acentuado. De acordo com os resultados observou-se que o referido ambiente variou desde condições limnéticas a euhalinas.

Os valores de condutividade, por sua vez, revelam a ampla influência salina no sistema. O maior valor de condutividade registrado no período seco (51,2 mS/cm) foi extremamente maior que o mínimo registrado no chuvoso (0,09 mS/cm). Petrucio (1998) observou valores de condutividade de 2,2 mS/cm a 16,mS/cm para a lagoa costeira de Imboassica (RJ) e correlacionou os maiores valores com a salinidade.

Quanto ao potencial hidrogeniônico foi predominantemente alcalino no ambiente estudado, sugerindo assim equilíbrio entre os íons ácidos e básicos, fato também registrado por outros pesquisadores como, Costa et al. (2008) no estuário do rio Taperaçu (PA) Leite et al. (2009) no furo Muriá (PA). Os altos valores durante a campanha chuvosa sugerem a presença de outra água nessa zona estuarina, que pode estar relacionada com a maior entrada de sólidos e material particulado em suspensão durante os eventos de chuva, resultado semelhante ao de Eschrique (2007). Altos valores de pH para ambientes estuarinos da costa Norte e Nordeste foram reportados por Araujo (2006); Santiago et al. (2005); Costa et al. (2008) e por Costa et al. (2009).

A distribuição espacial da temperatura nas águas do estuário do rio Quatipuru teve comportamento semelhante nas duas campanhas (em média 28,8 a 29,1°C), a variação da temperatura das águas do estuário, segue modelo de regiões de baixa latitude, isto é, característico de um ambiente tipicamente tropical. Porém no sistema estuarino de Quatipuru, a temperatura da água apresentou uma leve variação espacial em maio/10, ou seja, as temperaturas das estações mais internas mostraram-se menores do que as faixas de salinidade mais externa, o que gerou uma amplitude de aproximadamente 5°C entre a faixa de menor e maior influência marinha.

As diferenças entre os valores de temperatura encontrados são atribuídas aos horários das coletas, principalmente na maré enchente que coincidiu entre os horários de 12:00 a 15:00 horas, onde a incidência de luz é mais intensa, e principalmente pela menor influência da cobertura vegetal. Estuários tropicais e subtropicais fundamentalmente diferem dos estuários temperados, por apresentarem uma mudança sazonal menos marcada na temperatura e radiação solar (ARAÚJO et al., 2008).

Segundo Figueiredo et al. (2006) a temperatura é um fator de fundamental importância no ambiente estuarino, devido a sua ação direta nos processos fisiológicos dos organismos e indireta sobre os fatores ambientais. Entretanto, a temperatura apresenta uma grande estabilidade sazonal em regiões tropicais, uma vez que ela depende do período e grau de insolação, além das variações meteorológicas condicionadas pelo período de maior nebulosidade.

A distribuição do oxigênio dissolvido na água do mar está vinculada a importantes processos de circulação e mistura. O teor de oxigênio dissolvido na

água é um parâmetro oceanográfico essencial para os organismos e de grande importância, sendo considerado como um indicador da qualidade do corpo hídrico e da condição do ambiente (MACÊDO; COSTA, 1990; BRANCO, et al 2002b), na área estudada verificou-se que as maiores concentrações foram registradas durante a enchente para o mês de maio, o que mostra a importância da intrusão salina no estuário, atuam como elemento renovador dos recursos físico-químicos desses corpos d'água, sendo fundamental para a manutenção da vida dos organismos aí presente.

Em contrapartida, em novembro, os maiores valores estiveram ligados à maré vazante. Figueiredo et al. (2006) correlacionaram as maiores concentrações de oxigênio dissolvido obtido no sistema estuarino de Itamaracá (PE) com a maré e o aumento da insolação, corroborando com os resultados deste trabalho. Segundo estes autores, as variações nos teores de oxigênio dissolvido podem ser provocadas pela turbulência devido às correntes de marés, agitação gerada pelos ventos e descarga fluvial, oxigenando toda coluna d'água.

Contudo, as faixas de salinidade amostradas apresentaram boas concentrações de oxigênio na superfície e disponibilidade para os elementos da cadeia trófica. Apresentou certo equilíbrio entre consumo e produção. Considerando a classificação proposta por Macêdo e Costa (1978), o estuário do rio Quatipuru pode ser considerado como ambiente saturado a supersaturado deste gás.

Os menores valores de oxigênio foram medidos na 2ª campanha na porção mais interna do estuário, onde também foi observado menor valor de salinidade, o que pode estar relacionado com a zona de maior turbidez (dado não estimado).

Aparentemente, a transparência da água não sofreu grandes alterações entre os dois meses de amostragem. Seria de se esperar que em maio, devido às chuvas, houvesse uma redução da penetração de luz na coluna d'água. Entretanto, isto não foi observado e, em algumas estações, a transparência excedeu os valores encontrados em novembro.

Grego et al. (2009) evidenciaram que a transparências da água no estuário do rio Timbó, foram favorecidas pelas preamares, que por serem águas mais limpas, provocaram uma maior dispersão das partículas em suspensão, como evidenciado pela associação direta e positiva entre a maré e a transparência. Este padrão corroborou, em alguns momentos, com o presente estudo, onde a enchente evidenciou maior profundidade do disco de Secchi.

Baixos valores de transparência nem sempre foram acompanhados de altos valores de clorofila-a, apresentou baixo peso na análise de componentes principais. Embora os valores de transparência não apresentem um padrão bem definido em relação as faixas de salinidade, as menores transparências ocorreram provavelmente devido a maiores concentrações de material particulado em suspensão nos pontos mais internos (faixa 1, faixa 3 e faixa 4).

Costa (1991) comentou que a variação da clorofila a é um reflexo da distribuição quantitativa do fitoplâncton, sendo influenciada pelas características nutricionais das diferentes massas d'água. Em regiões tropicais as maiores concentrações de clorofila-a tanto ocorrem no período chuvoso como no de estiagem, dependendo da variabilidade dos parâmetros oceanográficos de cada ambiente. O maior fator condicionante para que isso ocorra é a chuva, pois tanto contribui com o enriquecimento de sais nutrientes, como também aumenta a quantidade de material em suspensão, podendo afetar o desenvolvimento do fitoplâncton e diminuir as concentrações da biomassa (LOSADA et al., 2000; BRANCO et al., 2002a).

Desta forma observa-se uma variação sazonal da Clorofila a, onde as condições mais favoráveis para atividade fotossintética ocorreram no período chuvoso. Então os dados obtidos demonstram que o ciclo anual da biomassa fitoplanctônica é maior no período chuvoso. Este aumento na concentração da biomassa algal no período chuvoso também foi registrado por Honorato et al. (2004) no estuário do rio Formoso (PE), Mafalda Júnior et al. (2004) na costa norte da Bahia, Bastos et al. (2005) no estuário do rio Una (PE) e Chew e Chong (2011) no estuário Sangaa na costa da Malásia.

A clorofila-a no período chuvoso apresentou elevadas concentrações entre as faixas 2 e 4, com algumas exceções, indicando uma maior capacidade de exportação do estuário durante o maior aporte fluvial (chuva).

Os principais sais nutrientes inorgânicos assimilados pelas microalgas são formados pelo nitrogênio encontrado dissolvido, principalmente, em três formas químicas: amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), além do fósforo e do silício, respectivamente, na forma de ortofosfato ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) e silicato ( $\text{SiO}_2^{-4}$ ).

No estudo o nitrito apresentou concentrações maiores no período seco. Este sendo um produto intermediário e instável das reações de desnitrificação e de nitrificação é comum que suas concentrações na água sejam, em geral,

relativamente mais baixas do que as outras formas de nitrogênio dissolvido, como as do íon amônio e nitrato, corroborando para águas estuarinas (BURTON, 1976).

Os maiores valores para os nutrientes ocorreram durante o verão, salvo o fosfato e o silicato, ao contrário do relatado por outros estudos (MACHADO et al., 1997; LANA et al., 2000), os maiores valores para os nutrientes ocorreram durante o inverno, mostrando o papel da drenagem continental sobre o padrão dessas variáveis ocasionado pelas chuvas.

O fosfato, no estuário do rio Formoso (PE), variou de valores indetectáveis a 0,77  $\mu\text{M}$ . Estes valores mais elevados durante o período chuvoso corroborou com os teores estimados em Quatipuru. Este comportamento deve-se ao maior aporte de água doce no estuário, tanto em decorrência da contribuição dos rios como pela lixiviação do solo devido ao aumento do índice pluviométrico no período (SILVA et al., 2009).

O silicato apresentou um leve comportamento sazonal. Em diversos trabalhos, os valores de silicato sofrem aumento durante o período chuvoso, pois são associados ao aumento no aporte de sedimentos (SANTOS et al., 2008a; ZHUO et al., 2009, MONTEIRO, 2009), corroborando com o presente estudo, onde os maiores valores estiveram associados as faixas mais oligohalinas. Branco et al. (2002a) indicam que as alterações nas concentrações do silicato tanto ocorrem no período seco quanto chuvoso, decorrentes do aumento da biomassa algal.

Santos et al. (2008a) verificaram valores de silicato entre 1,07 e 31,77 para a plataforma continental do norte do Pará e consideraram que a contribuição fluvial é a principal responsável pela manutenção de sílica nas águas desta plataforma. Eschrique et al., (2006) registrou na foz do rio Pará valores de silicato entre 0,42 e 31,77, com altas concentrações próxima à costa associado ao aporte fluvial. No estuário do rio Quatipuru, o Silicato em novembro, se mantém ao longo do estuário, em contrapartida, em maio, a maior fonte é proveniente da região mais a montante do estuário.

A análise dos Componentes Principais realizado com as variáveis abióticas revelou comportamento inverso entre Clorofila a e os nutrientes, essa discordância se deve, provavelmente, a limitação de nutrientes por algum fator, ou seja, quando se verifica o comportamento espacial da clorofila a na campanha chuvosa percebe-se que as amostras que apresentam os maiores valores foram coletadas na porção mais próxima da foz do estuário, indicando uma produtividade maior nesta região,

por outro lado nas porções mais internas, nas faixas zero e um principalmente, embora tenham nutrientes, sugere que esta produção é limitada por uma maior quantidade de material particulado em suspensão (não estimado) proveniente do continente. Na foz a influência continental é menor, proporcionando uma maior produtividade, porém em algumas amostras os nutrientes ocorrem em baixíssimas concentrações, indicando o consumo dos nutrientes pelo fitoplâncton, ou então a diluição pelo aporte de águas marinhas segundo a sugestão de Silva et al. (2009).

A chuva é o mais importante fator para a variação da concentração de clorofila-*a*, uma vez que ela contribui com o enriquecimento de sais e nutrientes, levando ao aumento da biomassa e da quantidade de material em suspensão, limitando a camada fótica e reduzindo o desenvolvimento do fitoplâncton (BRANCO et al., 2002a).

Souza et al. (2009) relatam que outros fatores podem explicar esse decréscimo de nutrientes em direção ao mar, são o afastamento das fontes de aporte, à medida que se direciona para zona costeira e a remoção por processos não conservativos.

No que diz respeito às concentrações de oxigênio dissolvido, a análise de componentes principais, explicou sua relação com o ciclo do nitrogênio e não com a produção primária. De acordo com Day et al. (1989) as concentrações de cada um dos nutrientes nitrogenados são fortemente influenciados pelo ciclo dinâmico do oxigênio do meio.

Nos ecossistemas aquáticos amazônicos a fonte de oxigênio a partir da atmosfera é considerada muito importante, cerca de 60% do oxigênio do epílmnio é de origem atmosférica, baseados nesses valores, alguns autores propõe que este seja a maior fonte de oxigênio para a maioria dos ecossistemas aquáticos da região amazônica (JUNK et al., 1981; ESTEVES, 1988).

Santiago et al. (2005), mostra a relação inversa da clorofila *a* com o oxigênio dissolvido e taxa de saturação do oxigênio, no estuário do rio Pisa Sal (RN), pode estar relacionado a temperatura da água e a salinidade, visto que, normalmente, quanto maiores forem os níveis destes últimos parâmetros, menor será a solubilidade do gás.

A ausência de dados pretéritos a respeito dos nutrientes na área estudada impede que se façam inferências mais detalhadas. Estudos adicionais devem ser conduzidos com o intuito de detectar a influencia desses padrões hidrodinâmicos

sobre os padrões temporais e espaciais da produtividade primária local, essencial para o entendimento da distribuição biótica de ambientes costeiros e estuarinos (GIBSON et al., 2000).

No estuário do rio Quatipuru observou-se um gradiente de salinidade tanto no inverno (0,0 e 17,9) quanto no verão (1,4 e 33,5), além da variação espacial, os resultados evidenciaram uma variação sazonal da salinidade, afetando diretamente a distribuição e ocorrência do zooplâncton, o que foi confirmado pela análise de Componentes Principais (ACP). A entrada de água doce altera a composição da água, e contribui para o crescimento e manutenção de uma população de espécies (PARK; MARSHALL, 2000; KIMMEL et al., 2006).

Conclui-se, portanto, que em uma mesma área geográfica, as comunidades zooplanctônicas estão sujeitas à influência de diferentes padrões de variação dos fatores ambientais. A salinidade é o principal fator ambiental que desempenha um papel decisivo e define estruturas e características funcionais da biota aquática em estuários (DE JONGE et al., 2002)

A importância dos gradientes de salinidade na determinação da distribuição dos organismos estuarinos tem sido meta central para muitos estudos em todo o mundo, como destacado no nordeste paraense (PA), no estuário da lagoa dos Patos (RS), no sistema estuarino de Barra das Jangadas, (PE) e na Baía de Vitória (ES), assim como em regiões costeiras de outros países (KIBIRIGE; PERISSINOTTO, 2003; FRONEMAN, 2004; ZAKARIA et al., 2007; GAO et al., 2008; CHEW; CHONG, 2011; PATUREJ; KRUK, 2011; GAO et al., 2011).

Os resultados da composição da comunidade zooplanctônica foram diferentes entre as faixas amostradas, e períodos hidrológicos estudados. A entrada de água marinha e de água doce introduz espécies marinhas e límnicas, respectivamente, em épocas diferentes do ano no estuário do rio Quatipuru.

A composição da comunidade zooplanctônica esteve representada por 8 Filos, distribuídos em 46 taxa, destes 37% são copépodes, 22% Cladocera, 4% Rotífera, 4% Chaetognatha e 4% Mollusca e os outros 29% comportaram os demais constituintes da fauna zooplanctônica. Portanto a composição geral do zooplâncton se assemelha à encontrada nas regiões costeiras do norte-nordeste do Brasil (MAGALHÃES et al., 2005; SOUZA; ELMOR-LOREIRO, 2008; CAVALCANTI et al., 2008; PESSOA, 2009).

No estuário estudado, a proporção de holoplâncton foi superior à de meroplâncton, e, destes últimos, larvas de Gastropoda e Bivalvia foram os organismos com maior frequência e abundância relativa, com proporções variando ao longo das faixas de salinidade e sazonalmente. Em estuários tropicais e subtropicais existe uma tendência de larvas de cirripédia e decápodes dominarem o meroplâncton (MARQUES et al., 2009; MAGRIS; LOUREIRO-FERNANDES, 2005).

A dominância de organismos holoplanctônicos é uma característica da população zooplanctônica estuarina, fato descrito por vários autores para diversos estuários, copépoda foi o grupo dominante do holoplâncton, como geralmente encontrado na literatura, a exemplo dos trabalhos de Primo et al. (2009) no estuário do Rio Mondego (Portugal), Sterza e Fernandes (2006) no sistema estuarino da Baía de Vitória (ES), Araújo et al., 2008 no estuário do rio Sergipe e Resgalla Jr. et al. (2008), na região costeira de Santa Catarina.

Copépodes são grupos importantes na transformação da energia para níveis mais elevados (HAMNER; CARLETON, 1979), o que significa que qualquer grande queda na população terá efeitos significativos sobre o resto do ecossistema com uma grande queda na disponibilidade de alimentos para pequenos organismos marinhos (HARRIS, 2007).

No estuário do rio Quatipuru as espécies com maiores frequências relativas foram *Parvocalanus crassirostris*, *Pseudodiaptomus richardi*, *Pseudodiaptomus marshi*, *Acartia tonsa*, *Paracalanus quasimodo*, *Oithona oswaldocruzi*, *Acartia lilljeborgi* e *Euterpina acutifrons*. Destas, *P. crassirostris* e *P. richardi* foram consideradas muito frequentes, pois estiveram presentes em mais de 70% das amostras. Muitas dessas espécies, também dominaram em outros estuários (SILVA et al., 2003; SOUZA-PEREIRA et al., 2004; MARQUES et al., 2006; CHEW; CHONG, 2011).

Os copépodes de ocorrência esporádica foram representados por espécies costeiras trazidas pelo fluxo marinho com algumas indicadoras da presença de águas marinhas no estuário, *Labidocera fluviatilis*, *Corycaeus speciosus*, *Microstela norvegica* e *Subeucalanus crassus* que apresentaram comportamento estenohalino, ocorreram em salinidades entre 25 e 35. A prevalência de espécies marinhas ao longo do ano é resultado de salinidades mais elevadas (PRIMO et al., 2009; MARQUES et al., 2006).

A composição específica de copépodes do estuário do rio Quatipuru foi formada, portanto, por espécies marinho-estuarinas e costeiras.

*C. speciosus* é muito frequente e abundante em águas oceânicas, com temperatura em torno dos 26°C e salinidade aproximadamente 35 ups, típica da Corrente do Brasil e indicadora de áreas oligotróficas (BJÖRNBERG, 1981). Gusmão et al. (1997); Cavalcanti e Larrazábal (2004), Melo (2004), Melo (2007), estudando o zooplâncton oceânico, observaram que a referida espécie se apresentou como muito freqüente e muito abundante. Entretanto, para a região em estudo, *C. speciosus* foi considerada esporádica e rara.

*L. fluvitilis* é uma espécie numerosa e comum em águas costeiras e estuarinas de regiões tropicais e subtropicais da América do sul (BJÖRNBERG, 1981). O estuário do rio Carrapichoso apresentou padrões para esta espécie semelhantes ao de Quatipuru, ou seja, foi pouco freqüente (SANTOS, 2008b). O mesmo autor fez referência sobre *M. norvegica* que se comportou com características neríticas e oceânicas no estuário dos rios Carrapichoso e Botafogo (PE), estando associada aos valores mais elevados de salinidade, o estuário do rio Quatipuru seguiu o mesmo padrão.

A presença de carnívoros primários, representados pelas espécies do gênero *Sagitta*, é indicativa de uma rica população zooplanctônica (VEGA-PÉREZ, 1993). A presença deste grupo tem sido relatada ao longo da costa brasileira, como na região de São Sebastião (SP) (LIANG; VEGA-PÉREZ, 2002), no sistema estuarino da baía de Vitória (ES) (LOUREIRO FERNANDES et al., 2005), e na plataforma amazônica (MELO, 2004).

Neste estudo, foram identificadas duas espécies de quetognatos: *Sagitta* spp e *Sagitta tenuis*, ambas, se comportaram como marinho-estuarinas, ocorreram desde regiões meso-polihalinas a marinha. No estuário do rio Maraú (BA) o grupo Chaetognatha não atingiu grandes proporções, e suas maiores freqüências relativas ocorreram nas estações onde a salinidade variou entre 30 e 40 (SANTOS, 2009). Na Baía de Guanabara altas densidades de Chaetognatha seguiram as elevadas densidades de copépodes (MARAZZO; NOGUEIRA, 1996).

Diferentes de outros organismos holoplanctônicos, os chaetognatha, possuem numerosa espécie tipicamente nerítica que muitas vezes podem ser utilizadas como indicadores da presença de águas neríticas, como é o caso de *Sagitta tenuis* (CASANOVA, 1999).

Ainda constituindo o holoplâncton, os Cladocera representaram o grupo límnic que dominaram o ambiente em condições de vazante na faixa zero de salinidade, apesar da contribuição de Rotifera e Copepoda (*P. richardi* e *Apocyclops* sp), indicando que a influência limnética não é tão forte na área estudada. Segundo Harris (2007) um aumento de água doce diminui o percentual de copépodes, apoiando a hipótese de que há uma correlação positiva entre o menor nível de salinidade e um aumento nas taxas de mortalidade.

As espécies *Dadaya macrops*, *Leydigopsis curvirostris*, *Chydorus pubecens*, *Moina minuta*, *Ceriodaphnia cornuta*, *Ilyocryptus spinifer*, *Alona ossioni*, *Alona gutata* e *Macrothrix elegans* constituíram esta Ordem no estuário do rio Quatipuru, com ocorrência em ambientes límnicos do Brasil (KEPPELER, 2003; SOUZA; ELMOR-LOREIRO, 2008; CAVALCANTI et al., 2008), mas normalmente não estão presentes em estuários tropicais, à exceção de *Brachionus plicatilis*. Os cladóceras representam um dos grupos mais característicos de águas doces e são popularmente conhecidos como as pulgas d' água. Eles são encontrados em todos os tipos de água doce, mas é geralmente nos lagos, reservatórios e viveiros de cultivo de organismos aquáticos, que contém uma grande densidade, muito maior do que os rios (BOLTOVSKOY et al., 1999b; GHIDINI; SANTOS-SILVA, 2009; PRIMO et al., 2009).

Rotífera, grupo comumente encontrado em regiões fluviais-estuarinas, apresentou participação relativamente pequena, atingindo menos de 0,01% em todas as coletas, com densidades inferiores a 5 Ind.m<sup>-3</sup>, valores estes bem abaixo ao encontrado por Neumann-Leitão et al (1992), no complexo lagunar do estuário de Suape (PE, Brasil). Este fato se deu provavelmente à grande influência marinha na área, a presença de água mais diluída em maio provocou o aparecimento, embora muito pequena, destes organismos. Vários estudos têm mostrado uma correlação negativa de Rotífera com a salinidade, sendo este parâmetro considerado a variável mais importante no desenvolvimento desta comunidade em regiões costeiras (PARK; MARSHALL, 2000; ESKINAZI-SANT'ANNA; BJÖRNBERG, 2006).

Na Baía de El- Max no Egito, segundo Zakaria et al. (2007) os Rotifera foram o principal grupo em água de salinidade <10 ups, constituindo 85,75% do total da comunidade zooplanctônica. O aumento da abundância da população de rotíferos podem ser atribuída aos valores de baixa salinidade - fato evidenciado no presente

estudo - bem como a alta concentração de matéria orgânica oxidável que são ótimas para o crescimento de Rotifera.

Portanto, em comparação a ambientes salinos e salobros, ambientes de água doce geralmente sustentam quantidades consideravelmente maior de espécies de rotíferos (FONTANETO et al., 2006; MEDEIROS et al, 2010). Devido às restrições de destaque fisiológicos da água salgada na maioria dos rotíferos, este grupo é de particular interesse para testar as respostas ecológicas em relação às variações de salinidade em escalas espacial e sazonal em sistemas estuarinos (MEDEIROS et al., 2010).

A espécie *Oikopleura dioica*, encontrada nas faixas 2, 3 e 4 contribuiu minimamente para a abundância total no período chuvoso, em contrapartida em novembro sua densidade foi mais elevada, sendo assim, tal espécie foi encontrada com maior destaque nas faixas mais externas, onde a influência marinha foi mais pontual. Segundo Bonecker et al. (2006) a espécie *O. dioica* é amplamente distribuída, podendo atingir grandes densidades em sistemas costeiros e estuarinos e de acordo com Forneris (1965) sua presença em águas costeiras ocorre somente sazonalmente, o que concordou com o presente estudo. No relato de Costa et al., (2008), *O. dioica* foi significativamente e positivamente correlacionada com a salinidade, indicando a preferência por faixas de natureza marinha.

Agora compondo o meroplâncton observou-se que as maiores proporções de Mollusca (Gastropoda e Bivalvia) ocorreram nas faixas de salinidade 0 a 4 em maio e nas faixas 1 e 2 no verão, foi observada uma nítida variação em relação ao regime pluviométrico, com as maiores densidades relacionadas ao período chuvoso. Os picos na proporção das larvas desse grupo provavelmente estão relacionados com o período reprodutivo das espécies de moluscos residentes naquele local, indicando a importância da área de estudo como zona de criação para estes organismos. Na baía de Guaratuba (PR) os Gastropoda apresentaram valores elevados (PERBICHE-NEVES et al., 2010).

O grupo dos decápodes, ocorreram com maiores densidades no período de maior salinidade, foi o terceiro grupo abundante, e a forma mais abundante encontrada no estuário foi Zoea de Brachyura, seguido de outras formas imaturas (larvas de camarão), as maiores contribuições destes organismos estiveram ligadas ao período seco, concordando com o resultados de Silva et al (2003) e Leite et al (2009).

No sistema estuarino de Barra das Jangadas (PE), as larvas de decápodes foram mais frequentes no período chuvoso, entretanto não foram muito abundantes (CAVALCANTI et al., 2008), concordando com os estudos de Costa et al. (2008) e Diele (2000), os quais relataram que o período reprodutivo de *Ucides cordatus* Linnaeus, 1763 na Península Bragantina é sazonal, ocorrendo apenas na estação chuvosa (março a abril).

Silva-Falcão et al. (2007) evidenciaram que a espécie *U. cordatus* ocorreu durante todo o período estudado, com dois picos principais: um no período seco e outro no chuvoso no estuário do rio Jaguaribe (PE). Sobre este aspecto, Melo (2004) observou que as coletas realizadas fora do período reprodutivo de espécies dominantes nos estuários do Norte do Brasil, como *U. cordatus* poderia ter sido uma das explicações para a baixa densidade de meroplâncton registrada na pluma do rio Amazonas.

Cirripédia são animais característicos e abundantes da região entre marés e ambientes estuarinos em todo o mundo (FARRAPEIRA, 2008). No estuário do rio Quatipuru esse foi o quarto grupo mais abundante, compreendendo um percentual de 3% do total do zooplâncton no período chuvoso e frequentaram 54% das faixas de salinidade, as maiores contribuições ocorreram no período de maior precipitação pluviométrica e nas marés maiores, as maiores proporções acompanharam a região oligo-mesohalina.

A ocorrência em massa de larvas de Cirripedia foi encontrada em salinidades acima de 20 ups durante o período de estudo de Youn e Choi (2008) no estuário do rio Han. Camargo-Souza et al. (2007) concluíram que em função das suas características biológicas, as larvas de Cirripedia apresentaram grande aplicabilidade em testes de toxicidade, uma vez que são organismos abundantes durante todo o ano, de ampla distribuição na costa brasileira.

Por último as larvas de teleósteo, estas foram freqüentes (42%), mas não alcançaram abundância consideráveis, portanto, raras. Segundo Neumann-Leitão et al. (1992) e Porto-Neto (2003) ovos e larvas de Teleostei são geralmente raros. A presença de estágio larval de peixes pode indicar que o referido estuário ainda oferece recursos para o desenvolvimento desses indivíduos.

Os copépodes representaram cerca de 64% no verão e 55% no inverno, de toda a comunidade zooplanctônica, mostrando forte influência sobre o padrão geral de distribuição do zooplâncton, assim como nos registros de Souza-Pereira e

Camargo, (2004), Sterza e Fernandes, (2006), Avila et al. (2009); Marques et al. (2009), Magalhães et al. (2009ab) e Costa et al. (2009). Durante o período chuvoso, estas parcelas de copépodes apresentaram elevadas densidades na maré vazante, o contrário ocorreu em novembro, em decorrência, principalmente, da importação de espécies marinho – estuarinas, corroborando com os registros de Marques et al. (2009), onde um grande número de espécies, com afinidades marinha, foram encontradas na maré alta. Contrariando os registros de Youn e Choi (2008), que independente da época do ano a abundância se manteve alta na maré enchente, decorrente da dominância de espécies marinho-estuarinas, corroborando neste ponto com os resultados obtidos no mês de novembro para o estuário do rio Quatipuru.

A partir dos dados de densidade total do zooplâncton, verificou-se que houve uma grande variação sazonal quantitativa, onde os maiores valores encontraram-se associados ao período chuvoso, evidenciando a influência sazonal sobre este ambiente, resultado semelhante ao encontrado por Leite (2009), Chew e Chong (2011) e Costa et al. (2009). Dependendo dos fatores predominantes, um mesmo estuário pode apresentar épocas alternadas de maior produtividade. Além disso, as flutuações quantitativas ocorrem rapidamente, onde vários fatores estão envolvidos, como recrutamento larval, fontes de alimento e processos físicos, que importam ou exportam organismos do ambiente (NEUMANN-LEITÃO, 1994).

Em termos quantitativos, os copepoditos foram os que mais contribuíram, depois de adultos de *P. crassirostris*, e *P. richardi* para este aumento na densidade. Este aumento de juvenis, possivelmente, pode estar relacionado com a seletividade da rede ou com épocas de reprodução de espécies dominantes no ambiente. Essa forte participação na comunidade zooplanctônica também foi observada no trabalho desenvolvido por Perbiche-Neves et al. (2010), em um estuário subtropical, porém o tamanho de malha utilizada foi de 64 $\mu$ m, e as formas imaturas revelaram uma maior proporção sobre as adultas, o que não aconteceu no arrasto ao longo do estuário do rio Quatipuru.

Favareto et al. (2009) avaliaram em dois estuários brasileiros a seleção das assembléias planctônicas de copépodes por meio de dois tamanhos de malha de redes de plâncton 64 e 200 $\mu$ m, e concluiu que em ambas as redes, as formas imaturas apresentaram os maiores valores de freqüência e abundância, indicando, por sua vez, que este fato pode ser explicado pela seletividade de ambas, assim

como pela existência de uma abundância elevada de formas jovens em sistemas estuarinos, como parte de sua reprodução estratégica (SOUZA-PEREIRA; CAMARGO, 2004)

Quanto à sua distribuição nas faixas de salinidade observou-se, em novembro, que os copepoditos do gênero *Acartia* dominaram numericamente outros copepoditos, principalmente nas faixas 6 e 7 na maré enchente, onde as proporções entre adultos e copepoditos foram praticamente equivalentes, podendo ser atribuída a altas concentrações de copépodes congêneros, como *A. tonsa* e *A. lilljeborgi*, espécies dominantes na porção poli-euhalina do estuário estudado. Em maio as densidades de copepoditos alcançaram um pico na faixa 1, principalmente pelo mecanismo de exportação (vazante) desta população no ambiente estuarino, coincidindo com picos de densidade de *P. richardi*. Ainda na mesma faixa, em ambos os períodos, formas imaturas foram proporcionalmente mais abundante que os adultos, indicando uma condição halina propícia para crescimento de copepoditos.

A variação sazonal da abundância de copépodes foi marcadamente observada no estuário do rio Quatipuru, pela forte mudança sazonal de espécies dominantes. Marques et al. (2007) verificou esse padrão no estuário do rio Mondego quando observou que a porção superior foi dominada por uma comunidade de água doce em períodos de maior pluviosidade, e um cenário diferente foi observado para o verão, onde *Acartia tonsa* dominou a comunidade zooplânctonica.

Em novembro, espécies como *A. tonsa*, *P. richardi*, *A. lilljeborgi*, *E. acutifrons* e *P. crassirostris* atingiram os maiores valores proporcionais. A abundância relativa de copepodites no período de maior volume de chuvas foi fortemente dependente do domínio de *P. crassirostris* e pelo subdomínio de *P. quasimodo*, *A. tonsa* e *P. richardi*.

*P. quasimodo* mostrou um comportamento inverso ao encontrado por Costa et al. (2008), a referida espécie dominou as condições euhalinas-marinhos, preferindo áreas com salinidade elevada, o que não concordou com a expressiva ocorrência numérica no período chuvoso, no estuário do rio Quatipuru, nas condições meso-polihalinas.

Segundo Li et al. (2006) espécies costeiras e pelágicas entram no curso superior do estuário, enquanto que espécies estuarinas dominam na estação chuvosa. Fato evidenciado no presente estudo.

Segundo Gao et al. (2008) os organismos de um estuário têm seus próprios ideais de salinidade, e a variação desta forçante ambiental resulta na alteração espacial e sazonal de espécies dominantes. De acordo com os trabalhos de Marques et al. (2006) e Primo et al. (2009) a espécie *Acartia tonsa* foi a taxa mais abundante, dominando a maioria das amostras, fato que, em parte, assemelha-se com os dados obtidos.

As diferenças de distribuição encontrada, ao longo das faixas de salinidade, refletem estratégias adaptativas de diferentes populações de Copepoda, *P. crassirostris*, por exemplo, contribuiu significativamente para a abundância total em todas as faixas de salinidade e período do ano, com exceção da porção límnic, corroborando com Hwang et al. (2010). Devido a sua capacidade de se adaptar a uma ampla gama de salinidade e temperatura *P. crassirostris* domina a comunidade de copépodes (CHEW; CHONG, 2011).

Youn e Choi (2008) encontraram valores expressivos para *P. crassirostris* em altas salinidades, porém a abundância máxima desta espécie ocorreu em 7,9 psu de salinidade. Os mesmos autores testando a tolerância desta taxa a diferentes salinidades, constataram que *P. crassirostris*, mostrou um aumento significativo na mortalidade em salinidade 22 psu. Para o presente trabalho a abundância máxima ocorreu no período chuvoso na porção meso-polihalina (15 - 20 psu). Suas altas densidades elevaram a abundância total no período chuvoso, concordando com Chew e Chong (2011).

*P. richardi* foi abundante em ambos os períodos, e demonstrou um gradiente de abundância decrescendo no sentido montante/jusante do estuário. Segundo Avila et al. (2009) *P. richardi* é mais resistente à variação de salinidade, o que pode explicar sua presença em maior frequência e abundância na zona de arrebentação de Tramandaí. *P. richardi* é uma espécie de água doce e estuarinas (BERASATEGUI et al., 2006) e esteve freqüente e abundante nas faixas de coleta. Segundo Montú (1980) *P. richardi* é resistente a variação de salinidade.

*A. tonsa* e *A. lilljeborgi* espécies que co-dominaram no verão, apresentaram um gradiente progressivo, acompanhando os maiores valores de salinidade. *A. lilljeborgi* esteve associada às águas com maior salinidade no estuário do rio Itanhaém (SOUZA-PEREIRA et al, 2004).

A presença concomitante de zooplâncton dominante a jusante do estuário, na pluma, e ainda mais na comunidade marinha vizinha, indica uma comunhão de espécies no limite entre as águas (HWANG et al., 2010).

A contribuição de *Euterpina acutifrons*, para densidade total do zooplâncton foi expressiva no verão, especialmente nas faixas 6 e 7, indicando forte influência da salinidade sobre sua distribuição espacial. Autores como Costa et al., (2008); Sterza e Fernandes (2006) têm evidenciado o mesmo padrão

Chew e Chong (2011) afirmaram que a abundância de *E. acutifrons* não foi afetada pela sazonalidade, mas esteve associada com salinidades maiores, e foi considerada como espécie esporádica estenohalina em seu estudo.

A segregação espacial e sazonal de espécies congênicas de *Pseudodiaptomus* foi notada no estuário do rio Quatipuru, embora uma ou outra espécie tenha sido ligeiramente maior em um dos períodos amostrados. *Pseudodiaptomus marshi* e *Pseudodiaptomus acutus*, por exemplo, foram subdominantes, enquanto *P. richardi* foi dominante espacialmente e temporalmente, e evidenciou, na análise de componentes principais, o mesmo padrão registrado por Magalhães et al. (2006), quando a correlação entre a salinidade e a densidade desta espécie indicou a preferência por águas de baixa salinidade.

*P. acutus* foi numericamente representativa no período de maior influência marinha, onde o gradiente de salinidade longitudinal foi responsável pela segregação espacial desta espécie. Por outro lado para *P. marshi* não foi observado um padrão claro de distribuição espaço-temporal. Mas as maiores densidades ocorreram em faixas com menor teor salino e preferencialmente na maré vazante. Magalhães et al. (2003) descreveu a preferência desta espécie para zonas estuarinas menos salina.

A diversidade específica foi relativamente baixa, em decorrência do pequeno número de espécies encontradas por amostra, fato comum a áreas estuarinas. A baixa diversidade de espécies está também associada a abundância excessiva de alguns taxa (SANTOS et al., 2007)

Os valores máximos de diversidade foram semelhantes no verão e no inverno, devido principalmente ao incremento sazonal de espécies. Segundo Primo et al. (2009) no estuário de Mondego o inverno permitiu a constituição de uma comunidade marcada pela presença de espécies de água doce de copépodes e cladóceros durante o inverno.

Os copepodes da ordem Calanoida foram os maiores responsáveis pela diversidade de espécies, uma contribuição comum para áreas marinhas costeiras de todo o mundo (LEANDRO et al., 2007; MARQUES et al., 2009; PRIMO et al., 2009). Hwang et al. (2010) e waniek et al. (2005) citam que a troca de água costeira com a área adjacente amplia o gradiente de salinidade, proporcionando uma maior variedade de habitats marinhos e salobros. O aumento da faixa provável de habitats aumenta a diversidade de espécies do zooplâncton, resultando em uma distribuição mais uniforme das espécies. Fato observado no presente estudo pelos valores elevados de equitabilidade.

Os baixos valores de diversidade e equitabilidade encontrados na faixa zero na condição de enchente mostram o predomínio de determinado grupo sobre os demais (larvas de Gastropoda). Verificou-se que a maior diversidade e uniformidade da comunidade zooplancônica ocorreram no verão.

A análise dos componentes principais no estuário do rio Quatipuru associou *P. richardi*, *P. crassirostris*, copepoditos, densidade total de copépodes e Gastropoda positivamente a Clorofila *a* e à temperatura.

A correlação positiva entre a abundância de zooplâncton e a biomassa fitoplanctônica em termos de clorofila *a*, sugere a maior disponibilidade de alimento durante a estação chuvosa (FRONEMAN, 2004; LI et al., 2006). *P. crassirostris*, por exemplo, acompanhou as elevadas biomassas fitoplanctônica no sistema estuarino de Quatipuru. Esta espécie é encontrada amplamente em águas costeiras estuarinas, e é muito comum na maioria dos estuários brasileiros (BJÖRNBERG, 1981). Ela se alimenta significativamente do picoplâncton e nanoplâncton, apresentando uma alta taxa de consumo (CALBET et al., 2000). Geralmente é abundante em sistemas eutróficos, mostrando ter um comportamento r-estrategista (ARAÚJO et al., 2008).

A forte relação existente entre formas imaturas tanto de copépodes como de Gastropoda com a clorofila *a*, indicam que o aumento da produtividade primária no inverno é acompanhado por ciclos reprodutivos de espécies estuarinas de copépodes e velígeres de Gastropoda.

Os organismos supracitados no plano da PCA foram quase perpendicular ao gradiente de salinidade o que sugere a relação estreita, destes grupos, com águas de menores salinidades. Em contrapartida *A. tonsa* e *A. lilljeborgi* estiveram paralelo a salinidade e perpendicular à Clorofila *a*. Contrariando os resultados de Santos

(2009) e Pastorinho et al., (2003), os quais encontraram para estas espécies uma alta correlação positiva com a biomassa fitoplanctônica. Segundo Kiorboe e Nielsen (1994), essas espécies de copépodes calanoides têm geralmente sua distribuição relacionada à disponibilidade de alimento, e o suprimento do fitoplâncton é uma importante fonte de recursos para esse grupo de organismos.

A correlação negativa destas espécies com a clorofila *a* pode não ser a causa de menores densidades, pois baixas concentrações de Clorofila *a* ocorreram em salinidade mais elevadas. Este último parâmetro parece ser o mais importante para estes Calanoida no estudo. Temperatura da água e clorofila *a*, juntamente com a salinidade na coluna d'água influenciam a ocorrência sazonal e espacial da quantidade de zooplâncton na maioria dos estuários (FRONEMAN, 2004).

Por outro lado a correlação positiva entre riqueza de espécies e a salinidade sugere que o número de riqueza de espécies é reforçada nas faixas 4, 5, 6 e 7, ou seja, crescente para as porções média e inferior do estuário. Comportamento semelhante foi verificado nos estudos de Li et al. (2006) e Guo et al. (2003).

Segundo Chew e Chong (2011) o pico de recrutamento de copépodes parece ocorrer antes do florescimento do fitoplâncton, e pode ser explicado como uma estratégia reprodutiva adaptada a fim de que recentemente jovens recrutas sejam cronometrados para explorar a maior biomassa de fitoplâncton.

No estuário do rio Quatipuru a maior abundância de copepoditos esteve associada negativamente com a salinidade, demonstrando que as espécies que estão recrutando os copepoditos são mais estuarinas verdadeiras do que costeiras, entendimento contrário foi verificado no estuário na laguna estuarina de Guaraíras, onde a abundância de formas imaturas correlacionou positivamente com a salinidade indicando que as espécies que estão recrutando são mais costeiras do que estuarinas verdadeiras (ALMEIDA, 2006).

O estuário do rio quatipuru gerou características ambientais diferenciadas de acordo com a época do ano. O que evidenciou por meio da análise de similaridade quatro agrupamentos de populações zooplanctônicas adaptadas às condições variáveis de salinidade.

Houve, portanto, uma tendência de agrupamento dos taxa de acordo com as faixas de salinidade, atribuído pela sazonalidade de chuvas que permitiu a formação de diferentes faixas entre os períodos amostrados. Então com base na abundância ao longo do gradiente de salinidade os taxa puderam ser classificados em distintas

comunidades, Euhalina, mixo-halina (oligohalina a polihalina) e límnic, conforme a hidrologia do sistema. A comunidade euhalina dominou o ambiente em condições de enchente (salinidade > 30), a comunidade mixohalina dominou o sistema em condições de mistura (salinidade 0,5 – 30), enquanto que a comunidade límnic dominou em condições de vazante (salinidade 0 - 0,5).

Em geral, as espécies mesohalinas e polihalinas estão localizadas na parte externa do estuário, enquanto espécies mais oligohalinas ocorrem na parte interna (KIBIRIGE; PERISSINOTTO, 2003; VIEIRA et al., 2003), coerente com o mesmo processo de distribuição da fauna zooplanctônica no estuário do rio Quatipuru.

Uma série de estudos realizados no estuário do rio Mondego tem enfatizado a influência significativa que a salinidade tem sobre a abundância e composição do zooplâncton (MARQUES et al., 2009; YOUNG; CHOI, 2008), sendo este parâmetro ambiental um indicador das massas de água diferentes (MARQUES et al., 2009).

Em paralelo com a classificação, a análise de ordenação Q-PCA condensou as informações mostrando de fato as semelhanças ecológicas da comunidade zooplanctônica, em função das faixas de salinidade estudada. O primeiro plano (eixos 1 e 2) explicou 36% da variabilidade das espécies em condições hidrológicas distintas de salinidade. Então a faixa zero ordenou espécies limnéticas, enquanto as faixas 1, 2, 3 e 4, geralmente, aproximaram espécies de natureza estuarina, e por fim as faixas 6 e 7 ordenaram espécies chaves que eventualmente penetram no estuário através de águas de maior salinidade dos estuários (salinidade entre 25 e 35). Marques et al. (2007) e Li et al. (2006) alcançaram, em parte, o mesmo delineamento a partir do gráfico de ordenação das espécies zooplanctônicas, originando três grupos (marinho, estuarino típico e dulcícola).

Chew; Chong (2011) mostraram que a estrutura da comunidade de copépodes no estuário superior, próximo a costa e no mar diferiu, devido as variações espacial e sazonal das condições ambientais. Então os copépodes foram agrupados em espécies estuarinas, estenohalinas e eurialinas.

Veado et al. (2010) verificaram no baixo estuário do rio Itajaí-Açu que em cada comunidade, alguns organismos foram considerados espécie-chave segundo sua frequência e dominância no ambiente. Assim, o Copepoda *A. lilljeborgi* foi a espécie-chave da comunidade marinha, dominante e freqüente no ambiente em condições de enchente. A comunidade mixo-halina apresentou como espécie-chave o Copepoda *P. richardi* espécie mais freqüente e dominante em condições de

mistura, enquanto que a comunidade límnică apresentou como espécie-chave, o Cladocera *Moina minuta*, sendo a mais freqüente e dominante no sistema em condições limnológicas. Estas informações estão coerentes com o presente trabalho, com exceção de *Moina minuta* que não foi à dominante, mas esteve presente em salinidade zero, junta com outros nove taxa.

A combinação dos eixos 2 e 3 explicou 27% da variabilidade, indicando o padrão de variação das populações em função da sazonalidade.

O ambiente estuarino apresenta uma dinâmica complexa de mistura de água salgada e doce com situações adversas nunca estáticas, nesta dinâmica os fatores físicos e químicos apresentam variações acentuadas principalmente no que diz respeito à maré e ao teor salino, fator este preponderante na limitação da composição e distribuição do plâncton de uma maneira geral (LIRA; MEDEIROS, 2008).

As variações na salinidade atuam de diferentes maneiras na ecologia dos estuários. Em função da regulação osmótica dos organismos e dos limites desta regulação, é verificada a presença de limites naturais das comunidades biológicas, cujos indivíduos podem tanto suportar as flutuações da salinidade (eurialinos), habitando ou migrando em áreas de estresse, quanto se restringir a estes limites ou simplesmente não suportá-los (estenohalinos). Dessa forma, a salinidade nos sistemas estuarinos constitui o principal gradiente de distribuição da biota, atuando nos sentidos água doce-litoral e litoral-água doce, dependendo dos seres em questão, e tendo a intensidade do fluxo limnético como o segundo fator regulador (ATTRILL; RUNDLE, 2002). No estuário do rio Quatipuru a salinidade foi fator importante, explicando 56% ( $p=0,028$ ) da variabilidade da fauna dentro do estuário.

## 7 CONCLUSÃO

O estuário do rio Quatipuru apresentou-se como um ambiente altamente dinâmico, com alterações espaciais, diárias e sazonais dos parâmetros físicos, químicos e biológicos. Porém, foi mais perceptível a variação em função da sazonalidade do que em relação as marés.

O aporte de água doce, somado à precipitação pluviométrica, e marinha determinou um gradiente de salinidade progressivo a jusante. O estuário do rio quatipuru apresentou características de intensa mistura dos fluxos marinho e limnéticos, com predomínio do regime mesohalino.

A comunidade zooplanctônica encontrada é característica de ambientes estuarinos, típicas de águas quentes tropicais. A proporção de holoplâncton foi superior a de meroplâncton durante todo período estudado.

Os Copepoda dominaram o holoplâncton em diferentes fases do ciclo de vida. Dentre as espécies mais significativas destacaram-se *P. crassirostris*, *P. richardi*, *Acartia tonsa*, *Acartia lilljeborgi* e *Euterpina acutifrons*, que foram um grupo característico para estuários brasileiros.

A ocorrência de Cladocera e Rotífera em maio, na maré vazante, demonstram a influência do ambiente límnic no sistema, no período de maior volume de chuvas. Estes grupos estiveram limitados a faixa zero de salinidade, apesar de a faixa um apresentar águas bastante diluídas, as condições hidrológicas não foram adequadas o suficiente para o transporte destes táxons.

O meroplâncton esteve constituído, na sua maioria, por velígeres de Gastropoda e Bivalvia, com ampla distribuição na área, chegando a dominar em determinadas faixas de salinidade, indicando épocas do ciclo reprodutivo.

Influenciada pelos taxa dominantes, a comunidade, apresentou maiores abundâncias no inverno, evidenciando a influência sazonal sobre este ambiente.

No período de maior precipitação pluviométrica ficou a cargo da maré vazante a maior média de abundância ( $\text{Ind.m}^{-3}$ ) do zooplâncton. Em contrapartida em novembro a maior média foi evidenciada na maré enchente.

A correlação positiva entre a abundância de zooplâncton e biomassa fitoplanctônica, sugere a maior disponibilidade de alimento durante a estação chuvosa, favorecendo grupos como *Parvocalanus crassirostris*, formas imaturas de copépodes e velígeres de Gastropoda.

Os copepoditos, componentes do microzooplâncton, foram um dos maiores contribuintes para este aumento na densidade e estes, por sua vez, estiveram associados negativamente com a salinidade, indicando um maior recrutamento de espécies estuarinas verdadeiras no ambiente.

A análise de classificação revelou quatro agrupamentos de populações zooplanctônicas adaptadas às condições variáveis de salinidade (límnica, estuarina e marinha), houve uma tendência de agrupamento dos taxa de acordo com as faixas de salinidade, sendo observada dois agrupamentos bem adaptados às condições ambientais variáveis. Contudo a maior separação sazonal foi resultante da influência da precipitação pluviométrica, havendo diferenças entre o período seco e chuvoso.

A salinidade desempenhou um papel decisivo, o que definiu estruturas e características funcionais da biota aquática no estuário do rio Quatipuru, justificando que o gradiente de salinidade controlou mais de 50% da distribuição espacial das espécies.

Sendo este trabalho um estudo de caracterização inicial, tornam-se extremamente necessárias maiores avaliações sobre outros aspectos da comunidade. Entre estas avaliações destaca-se o estabelecimento de um caráter temporal que abranja diferentes meses do ano, a fim de verificar possíveis variações sazonais do zooplâncton, de preferência não apenas durante um único ou dois anos.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA)**. Brasília-DF. Disponível em <http://200.140.135.132/PortalSuporte/frmDadosEstacao.aspx?estacao=47004&Ano=2011&tipo=Chuvvas>. Acesso em: Maio de 2011.
- ALMEIDA, R. L. **Avaliação espaço-temporal da laguna estuarina de Guarairás (RN, BRASIL)**. 2006. 67f. Dissertação (Mestrado em Bioecologia Aquática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006.
- ALVES, R. N. B. **Desenvolvimento local: alternativas de produção sustentável para pequenos municípios da Amazônia Brasileira - Belém, PA**: 1. ed. Embrapa Amazônia Oriental (Documentos). 21p. 2007.
- ARA, K. Temporal variability and production of *Euterpina acutifrons* (Copepoda: Harpacticoida) in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia** v. 453. p. 177-187. 2001.
- ARAÚJO, H. M. P. **Zooplâncton do Estuário dos Rios Piauí e Fundo (Sergipe, Brasil): flutuações espaciais, sazonais e tidais**. 1996. 193f. (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Paraná. 1996.
- ARAÚJO, H. M. P. Distribution of Paracalanidae species (Copepoda, Crustacea) in the continental shelf off Sergipe and Alagoas states, Northeast Brazil. **Braz. J. Oceanogr.** v. 54, n. 4, p. 173-181. 2006.
- ARAÚJO, H. M. P.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; LUCAS, A. P. O.; ALVES, J. P. H. Zooplankton community dynamics in relation to the seasonal cycle and nutrient inputs in an urban tropical estuary in Brazil. **Braz. J. Biol.**, v.68, n.4, p. 751-762. 2008.
- ATTRILL, M. J.; RUNDLE, S. D. Ecotone or ecocline: ecological boundaries in estuaries. **Est. Coast. and Shelf Scien.**, Elsevier. n. 55, p. 929-936. 2002.
- AVILA, T. R.; PEDROZO, C. S.; BERSANO, J. G. F. Variação temporal do zooplâncton da praia de Tramandaí, Rio Grande do Sul, com ênfase em Copepoda. **Iheringia, Sér. Zool.**, Porto Alegre, v.99, n.1, p. 18-26. 2009.
- BALECH, E. **Microplancton del atlântico ecuatorial oeste (Equalant I)**. Ser. Hidrogr. Nav. Buenos Aires, v. 625.1971. p. 1-103.
- BASTOS, R. B.; FEITOSA, F. A. N.; MUNIZ, K. Variabilidade espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica e hidrologia no estuário do rio Una (Pernambuco-Brasil). **Tropi. Oceanog.**, Recife: v. 33, n. 1, p. 1-18. 2005.
- BERASATEQUI, A. D.; MARQUES, S. M.; GÓMEZ-ERACHE, M.; RAMIREZ, F. C.; MIANZAN, H. W.; ACHA, E. M. Copepod assemblages in highly complex hydrographic region. **Est. Coast. and Shelf Scien.**, v. 66, p. 483-492. 2006.

BJÖRNBERG, T. K. S. On the marine Free-Living Copepods off Brazil. **Publ. Inst. Ocean.** p. 3-142. 1963.

BJÖRNBERG, T. K. S. The study of planktonic copepods in the South West Atlantic. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Supplement, v.37, p.219-230. 1965.

BJÖRNBERG, T. K. S. Copepoda. In: Boltovskoy, D. ed. **Atlas del zooplâncton del Atlantico sudoccidental y metodos de trabajos con el zooplâncton marino.** INIDEP, Mar del Plata, p. 587-679. 1981.

BOHRER, C.B.A.; GONÇALVES, L.M.C. **Geografia do Brasil, Região Norte – vegetação.** Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v. 3, 1991. 307p.

BOLTOVSKOY, D. Ed. **South Atlantic Zooplankton.** Backuys Publisher, Leiden, The Netherlands. v.1-2,1999a. 1706 p

BOLTOVSKOY, D.; GIBBONS, M. J.; HUTCHINGS, L.; BINET, D. “General biological features of the South Atlantic”, In: BOLTOVSKOY, D. **Zooplankton of the South Atlantic.** Backhuys Publishers, Leiden. 1999b.

BONECKER, A. C. T.; BONECKER, S. L. C.; BASSANI, C. Plâncton marinho. In: R. C. PEREIRA;A. S. GOMES (Eds.). **Biologia Marinha.** Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2002. p. 103-125.

BONECKER, S. L. C.; QUINTAS, M. C. C. Doliolida. In: BONECKER, S. L. C. **Atlas de zooplâncton da região central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira.** Séries Livros / Documentos REVIZEE Score Central. Rio de Janeiro. 2006. p. 215-221.

BRANCO, E. S. Composição florística planctônica do sistema estuarino de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes-Pernambuco-Brasil). In: IX REUNIÃO BRASILEIRA DE FICOLOGIA. ARACRUZ - ES. **Anais...IX Reunião Brasileira de Ficologia.** Sociedade Brasileira de Ficologia/Fundação Ecossistemas do Espírito Santo, v.1, 228, 2002b.

BRANCO, E. S.; FEITOSA, F. A. N.; FLORES MONTE, F. J. Variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros hidrológicos no estuário de barra das jangadas (Jaboatão do Guararapes-Pernambuco-Brasil). **Tropic. Oceanog.**, v.30, n.2, p.79-96. 2002a.

BRASIL. MARINHA. DEPARTAMENTO DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN). **Tábuas de marés.** Pará. Costa do Brasil e alguns portos estrangeiros. Rio de Janeiro, DHN: 1-6. Disponível em <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/20520Nov2009.htm>. Acesso em novembro de 2009.

BRASIL. MARINHA. DEPARTAMENTO DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN). **Tábuas de marés.** Pará. Costa do Brasil e alguns portos estrangeiros. Rio de

Janeiro, DHN: 1-6. Disponível em <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/20520Mai2010.htm>. Acesso em maio de 2010.

BURCHKHARDT, G. Ein zweites Cyclopidengenos im süssen Wasser. **Zool. Anz.**, v. 39, p. 725-727. 1912.

BURTON, J. D. Basic properties and processes in estuarine chemistry. In: BURTON, J. D.; LISSP S. (Eds), **Est. Chemistry**, London: Academic Press, p.1-31, 1976.

CALBET, A.; LANDRY, M. R.; SCHEINBERG, R. D. Copepod grazing in a subtropical bay: species-specific responses to a midsummer increase in nanoplankton standing stock. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** v.193, p. 75-84. 2000.

CAMARGO-SOUZA, R.; POLEZA, F.; MÁXIMO, M. V.; RESGALLA, J. Utilização de Larvas do Cirripedia *Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854) como Organismo-teste na Avaliação de Toxicidade Aguda. **J. Braz. Soc. Ecotoxicol.**, v. 2, n. 1, p. 7-14. 2007.

CASANOVA, J. P. Chaetognatha. In: Boltovskoy, D. (Ed.) **South Atlantic Zooplankton**. Leiden: Backhuys Publisheis, v. 2. p. 1353-1374, 1999.

CAVALCANTI, E. A. H.; LARRAZÁBAL, M. E. L. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica – REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). **Ver. Brasil. de Zoo.** v. 21 n. 3. p. 467–475. 2004.

CAVALCANTI, E. A. H.; NEUMANN-LEITÃO, S.; VIEIRA, D. A. N. Mesozooplâncton do sistema estuarino de Barra das Jangadas, Pernambuco, Brasil. **Rev. Bras. Zool.** v. 25. n.3, p.436-444. 2008.

CHEW, L. L; CHONG, V. C. Copepod community structure and abundance in a tropical mangrove estuary, with comparisons to coastal waters. **Hydrobiologia**. p. 127–143, 2011.

COSTA, K. G.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Variação temporal do zooplâncton em um estuário tropical (região amazônica, Brasil). **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, Belém, v. 3, n. 2, p. 127-141, maio-ago, 2008.

COSTA, K. M. P. **Hidrobiologia e Biomassa Primária da Região Nordeste do Brasil entre as atitudes de 8° 00 "00" e 2° 44'30 "S" e as Longitudes de 35° 56'30 "e 31° 48'00 "W"**. 1991. 217f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 1991.

COSTA, R. M. Biodiversidade planctônica na zona costeira amazônica. In: SIMPÓSIO ZONA COSTEIRA AMAZÔNICA, 2007, BELÉM-PA. **Anais...** 59ª Reunião da SBPC. Belém-PA, 2007.

COSTA, R. M.; LEITE, N. R.; PEREIRA, C. C. Mesozooplankton of the Curuçá Estuary (amazon coast, Brazil). **J. of Coast. Reser.** v. 56, p. 400-404. 2009.

COYLE, K. O.; PINCHUK, A. I. Annual cycle of zooplankton abundance, biomass and production on the northern Gulf of Alaska shelf, October 1997 through October 2000. **Fish. Oceanogr.** v.12, n.4/5, p. 327- 338. 2003.

DAHL, F. Copepodenfauna des unteren Amazonas. **Ber. Naturf. Ges.**, Freiburg. n.8, p.10-23, 1894.

DAJOZ, R. **Ecologia Geral**. Petrópolis, 3.ed., Vozes, 1978. 474 p.

DAY JR, J. W.; HALL, C. A. J.; KEMP, W. M.; YÁÑES ARANCIBIA, A. **Estuarine Ecology**. New York: J. Willey.1989. 556 p

DAVIS, C. C. **The Marine and Fresh-Water Plankton**. Michigan State University Press, 1955. p. 354-539.

DE JONGE, V. N.; ELLIOTT, M.; ORIVE, E. Causes, historical development, effects and future challenges of a common environmental problem: eutrophication. **Hydrobiologia**. V. 475, n.476, p. 1–19, 2002.

DIELE, K. **Life history and population structure of the exploited mangrove crab *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Brachyura) in the Caeté estuary, North Brazil**.1-104. Zentrum für Marine Tropenökologie (Center For Marine Tropical Ecology), (Contribution 9), Bremen. 2000.

DINIZ, C.R.; CEBALLOS, B. S. O.; BARBOSA, J. E. L.; KONIG, A. Ciclo nictemeral e vertical de variáveis ambientais no Açude Epitácio Pessoa, semi-árido paraibano. Pp. 1-18. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, **Anais...** 22. Joinville. 2003.

DUSSART, B. H.; DEFAYE, D. **Introduction to the Copepoda**. (Guides to the Identification of the Microinvertebrates os the Continental Waters of the World.) v. 16. 2. ed. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publisher, 2001. 344 p.

EINSLE, U. **Copepoda Cyclopoida: Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops** Leiden, The Netherlands: Backhuys Publisher,(Guides to the Identification of the Microinvertebrates os the Continental Waters of the World.) v. 10.1996. 83 p.

ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. **Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil**. Brasília: Universa.1997. 156 p

ESCHRIQUE, S. A.; SANTOS, M. L. S.; SARAIVA, A. L.L.; DELFINO, I. B.; BOTELHO, V. F. Estudo dos nutrientes no ambiente pelagic adjacent à costa do Estado do Pará. **Arq. de Ciências do Mar**, v.39, p. 120-130. 2006.

ESCHRIQUE, S. A. **Hidrogeoquímica do fósforo no estuário do rio Jaguaribe (CE)**. 2007. 100f. Dissertação de Mestrado, LABOMAR, Universidade Federal do Ceará, 2007

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Editora Interciência/FINEP. 1988. 575p.

ESKINAZI-SANT' ANNA, E. M.; BJÖRNBERG, T. K. S. Seasonal Dynamics of microzooplankton in the São Sebastião. Channel SP, Brazil. **Braz. J. Biol.** v. 66, n. 1B. p. 221 – 231. 2006.

ESKINAZI-SANT' ANNA, E. M.; TUNDISI, J. G. Zooplâncton do estuário do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil): Composição e distribuição temporal. **Rev. bras. oceanogr.**, v.1, n.44, p.23-33. 1996.

FARRAPEIRA, C. M. R. Cirripedia Balanomorpha del estuario del Río Paripe (Isla de Itamaracá, Pernambuco, Brasil). **Biota Neotrop**, vol. 8, n. 3, Jul./Set, 2008.

FASHAM, M. J. R. A. Comparison of nonmetric multidimensional scaling, principal components and reciprocal averaging for the ordination of simulated coenoclines and coenoplanes. **Ecology**, v. 58, p. 551–561.1977.

FAVARETO, L. R.;PERBICHE-NEVES, G.; SERAFIM-JÚNIOR, M.;SARTORI, L. P. Selectivity of plankton nets over planktonic Copepoda in two sub-tropical estuaries. **Acta Limn. Brasil.**, v. 21, n.1, p. 67-77. 2009.

FIGUEIREDO, J.A.; MUNIZ, K.; MACEDO, S.J.; FLORES-MONTES, M.J.; FEITOSA, F.A.N. Hidrologia e biomassa fitoplanctônica nas barras Orange e Catuama (canal de Santa Cruz), em Itamaracá-PE: variação nictemeral. **Arq. de Ciências do Mar**, v. 39, p 5-17. 2006.

FONTANETO, D.;SMET, WH.;RICCI, C. Rotifers in saltwater environments, re-evaluation of an inconspicuous taxon. **J. of the Marine**. Biological Association of the United. Kingdom, v. 86, n. 4, p. 623-656. 2006

FORNERIS, L. Appendicularian species groups and southern Brazil water masses. **Bol. Inst. Oceanogr.**, v.14. n.1. p. 53-114. 1965.

FRONEMAN, P.W. Zooplankton community structure and biomass in a southern African temporarily open/closed estuary. **Est. Coast. and Shelf Scien.**, v.60, p. 125-132. 2004.

GAO, Q.; XU, Z.; ZHUANG, P. The relation between distribution of zooplankton and salinity in the Changjiang Estuary. **Chinese J. of Oceanology and Limn.**, v. 26 n. 2, p. 178-185. 2008.

GAO, X.; SONG, J.; LI, X. Zooplankton spatial and diurnal variations in the Changjiang River estuary before operation of the Three Gorges Dam. **Chinese J. of Oceanology and Limn.**, v. 29. n. 3, p. 591-602. 2011.

GHIDINI, A. R.; SANTOS-SILVA, E. N. Biomassa de quatro espécies de Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) e sua variação nictemeral no Lago Tupé, Amazonas, Brasil. In: **Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia**

**Central.** SANTOS-SILVA E. N.; APRILE, F.M; SCUDELER, V. V (Org) cap.4. Ed. UEA. Manaus, 2009

GIBSON, G.R.; BOWMAN, M. L.; GERRITEN, J.; SNYDER, B. D. Estuarine and coastal marine Waters: bioassessment and biocriteria technical guidance. **Environ. Protection Agency**, Washington, DC. 2000.

GRASSHOFF, F.K.; EMRHARDT, M.; KREMLING, K. **Methods of seawater analysis**. 2nd ed. New York, Verlag Chemie. 1983.

GREGO, C.K.S.; FEITOSA, F. A. N.; SILVA, M. H.; CUNHA, M. G. G. S.; FILHO, G. A. N. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do rio ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. **Atlântica**, Rio Grande, v. 31, n. 2. p. 183-198, 2009.

GUO, P.Y.; SHEN, H. T.; LIU, A.C., WANG, J. H.; YANG, Y. L. The species composition, community structure and diversity of zooplankton in the Changjiang estuary. **Acta Ecologica Sinica**. v. 23, p. 892-900 (in Chinese), 2003.

GUSMÃO, L. M. O.; NEUMANN-LEITÃO, S.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; SILVA, T. A.; SILVA, A. P.; PORTO-NETO, F. F.; MOURA, M. C. O. **Zooplâncton oceânico entre os Estados do Ceará e Pernambuco-Brasil**. Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, v. 25, p. 17-30. 1997.

HAMMER, Ø; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistical software package for education and data analysis. **Palaentologia Electronica**, Valencia, v. 4, 9 pp. 2001

HAMNER, W.M.; CARLETON, J.H. Copepod swarms: attributes and role in coral reef ecosystems. **Limn. and Oceanography**, v. 24, p. 1-14. 1979.

HARRIS, M. W. Surface zooplankton abundance and diversity, and the salinity tolerances of the subclass copepoda and crustacean naupli in Moorea, french polynesia. **Stud. Resear. Papers**, Fall 2007, UCB Moorea Class: Biology and Geomorphology of Tropical Islands, Berkeley Natural History Museum, UC Berkeley. 2007.

HERBST, H. V. Copepoda und Cladocera (Crustacea) aus Südamerika. **Gewässer und Abwässer**, v. 44/45, p. 96-108, 1967.

HONORATO, S. M; PASSAVANTE, J. Z. O; SILVA-CUNHA, M. G. G.; VIEIRA, D. A. N; GREGO, C. K. S.; MUNIZ, K. Distribuição espacial e sazonal da biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos no estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil). **Trop. Ocea.**, v. 32, n. 1, p. 89-106, 2004.

HWANG, J.; KUMAR, R.; HSIEH, C.; KUO, A. Y.; SOUSSI, S.; HSU, M; WU, J.; LIU, W.; WANG, C.; CHEN, Q. Patterns of Zooplankton Distribution along the Marine, Estuarine, and Riverine Portions of the Danshuei Ecosystem in Northern Taiwan. **Zoo. Studies**. v. 49. n. 3. p. 335-352. 2010

JESSOPP, M.; MULHOLLAND, O.; MCALLEN, R.; JOHNSON, M. P.; CROWE, T. P.; ALLCOCK, A. Coastline configuration as a determinant of structure in larval assemblages. **Mar. Ecol. Prog. Series**, v. 352, p. 67–75. 2007.

JOHNSON, W. S.; ALLEN, D. M. **Zooplankton of the Atlantic and Gulf Coasts: A guide to their identification and ecology**. Ed. Johns hopkins univer. 2005. 379p.

JUNK, W.J.; ROBERTSON, B.A.; DARWICH, A.J.; VIEIRA, I. Investigações limnológicas e ictiológicas em Curuá-Una, a primeira represa hidroelétrica da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 11. p. 4: 689-716. 1981.

KEPPELER, E. C. Abundance of zooplankton from different zones (pelagic and littoral) and time periods (morning and night) in two Amazonian meandering lakes. **Acta Scientiarum**. v. 25, n. 2, p. 287-297. 2003.

KIBIRIGE, I.; PERISSINOTTO, R. The zooplankton community of the Mpenjati estuary, a South African temporarily open/closed system. **Est. Coast. and Shelf Scien**. v. 58. p 1e15, 2003.

KIMMEL, D. G.; ROMAN, M. R.; ZHANG X. Spatial and Temporal Variability in Factors Affecting Mesozooplankton Dynamics in Chesapeake Bay: Evidence From Biomass Size Spectra. **Limnol Oceanogr**, v. 51, p. 1, p. 131-141. 2006.

KIORBOE, T.; NIELSEN, T. G. Regulation of zooplankton biomass and production in a temperate, coastal ecosystem. 1. Copepods. **Limnol Oceanogr**, v. 39, 493–507. 1994.

LACERDA, S. R.; KOENING, M. L.; NEUMANN-LEITÃO, S.; FLORES-MONTES, M. J. Phytoplankton nictemeral variation ata tropical river estuary (Itamaracá – Pernambuco – Brazil). **Brazil. J. Biology**. V. 64, p. 81-94, 2004.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R.M.; MACHADO, E.C. “The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil.” In: **Ecological Studies, Coastal Marine Ecosystems of Latin America**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, v. 144, p. 131-145. 2000.

LEANDRO, S. M.; MORGADO, F.; PEREIRA, F. Temporal changes of abundance, biomass and production of copepod community in a shallow temperate estuary (Ria de Aveiro, Portugal). **Est. Coast. and Shelf Scien**. v. 74, p. 215–222. 2007.

LEGENDRE, P.; GALLAGHER, E. D. Ecologically meaningful transformations of ordinations of species data. **Oecologia**. n. 129, p. 271-280. 2001.

LEITE, N. R.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R.M.. Distribuição temporal do mesozooplâncton no furo Muriá, Pará, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.**, Belém. v. 4. n. 2. p. 149-164, maio-ago. 2009.

LI, K. Z.; YIN, J. Q.; HUANG, L. M.; TAN Y. H. Spatial and temporal variations of mesozooplankton in the Pearl River estuary, China. **Estuar. Coast. Shelf Sci**.v. 67. p. 543-552. 2006.

LIANG, T. H.; VEGA-PÉREZ, L. A. Distribution, abundance and biomass of Chaetognaths off São Sebastião region, Brazil in February 1994. **Rev. bras. Oceanogr.** v.50(único), p.1-12. 2002.

LIBÓRIO, M. B. **Revisão literária de plâncton de águas estuarinas e marinhas no estado do Pará.** 2007. 61f. Trabalho de conclusão de Curso – Instituto de Geociência (Faculdade de Oceanografia). 2007.

LIRA, M. C. A.; MEDEIROS, P. R. P. **Zooplâncton do Estuário do Rio São Francisco-Alagoas (Brasil).** In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA – CBO'2008. I CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE OCEANOGRAFIA – I CIAO Fortaleza (CE), 20 a 24 de maio de 2008.

LOSADA, A. P. M.; FEITOSA, F. A. N.; LINS, I. C. **Variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba (Tamandaré — PE), relacionada com parâmetros hidrológicas.** Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco. Recife. v. 28, n. 2, p. 1-18. 2000.

LOUREIRO FERNANDES, L. F.; STERZA, J. M.; NEVES, K. O. Seasonal chaetognath abundance and distribution in a tropical Estuary (Southeastern, Brazil). **Braz. Jour. of Ocea**, v. 53, n. 1/2, p. 47-53, 2005

MACÊDO, S. J.; COSTA, K. M. P. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco-Brasil, condições hidrológicas do estuário do rio Botafogo. **Ciência e Cultura**, v. 30, n. 7, 1978.

MACÊDO, S. J.; COSTA, K. M. P. **Condições hidrológicas do estuário do rio Igarassú – Itamaracá – Pernambuco.** Trabalhos Oceanográficos. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, v. 21, p. 7-32. 1990

MACHADO, E. C.; DANIEL, C. B.; BRANDINI, N.; QUEIROZ, R. L. V. Temporal and spatial dynamics of nutrients and particulate suspended matter in Paranaguá Bay, PR, Brasil. **Nerítica**, v. 27, p. 17 – 36p. 1997.

MAFALDA JUNIOR, P. O.; SINQUE, C.; BRITO, R. R. C.; SANTOS, J. J. Biomassa planctônica, hidrografia e pluviosidade na costa norte da Bahia, Brasil. **Trop. Ocea**, Recife, v. 32, n. 2, p. 143-158. 2004.

MAGALHÃES, A. **Distribuição espaço-temporal, densidade e biomassa das espécies de *Pseudodiaptomus* (Copepoda, Calanoida) no estuário do rio Caeté, Bragança, Pará.** 2003. 51f. Master thesis – Universidade Federal do Pará, Brazil, 2003.

MAGALHÃES, A.; BESSA, R. S. C.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Variação temporal da composição, ocorrência e distribuição dos Copepoda (Crustacea) do estuário do Taperaçu, Pará, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.**, Belém, v. 4, n. 2, p. 133-148, maio-ago, 2009.

MAGALHÃES, A.; COSTA, R. M.; LIANG, T. H.; PEREIRA, L. C. C.; RIBEIRO, M. J. S. Spatial and temporal distribution in density and biomass of two *pseudodiaptomus* species (copepoda: calanoida) in the caeté river estuary (amazon region - north of brazil). **Braz. J. Biol.**, v. 66, n. 2A, p. 421-430. 2006.

MAGALHÃES, A.; COSTA R. M.; PEREIRA L. C.C.; SOARES, C.; NOBRE, D. S. B.; GUIMARÃES, D. O.; SILVA, T. C. R. **Aspectos ecológicos do Zooplâncton em um estuário Amazônico (Pará, norte do Brasil)**. II CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA. Cd room do II CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA. Vitória, Espírito Santo, 2005.

MAGALHÃES, A.; LEITE, N. R., SILVA, J. G. S.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Seasonal variation in the copepod community structure from a tropical Amazon estuary, Northern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 81, p. 187-197, 2009b.

MAGRIS, R. A.; LOUREIRO FERNANDES, L. Variação espaço-temporal do meroplâncton no estuário do rio Piraquê-açu, Aracruz, Espírito Santo. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.** V. 9, n. 1, p.55-60. 2005.

MARAZZO, A.; NOGUEIRA, C. S. R. Composition, spatial and temporal variations of Chaetognatha in Guanabara Bay, Brazil. **J. Plankton. Res.**, v.18, n.12, p.: 2367-2376. 1996.

MARQUES, A. S. P. **Distribuição espaço-temporal das larvas de camarões (Decapoda) no estuário do Rio Marapanim, Pará, litoral norte do Brasil**. 2009. 63f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca) – Universidade Federal do Pará, Belém. 2009.

MARQUES, S. C.; AZEITEIRO, U. M.; MARQUES, J. C.; NETO J. M.; PARDAL, M. A. Zooplankton and ichthyoplankton communities in a temperate estuary: spatial and temporal patterns. **J. of Plankton Resear.**, v. 28. n.3. p 297–312. 2006.

MARQUES, S. C.; AZEITEIRO, U. M.; MARTINHO, F.; VIEGAS, I.; PARDAL, M. A. Evaluation of estuarine mesozooplankton dynamics at a fine temporal scale: the role of seasonal, lunar and diel cycles. **J. of Plankton Resear.**, v. 31, n. 10. p 1249–1263. 2009.

MARQUES, S. C.; AZEITEIRO, U. M.; MARTINHO, F. Climate variability and planktonic communities: the effect of an extreme event (severe drought) in a southern European estuary. **Est. Coast. and Shelf Scien.**, v. 73, p.725–734. 2007.

MARTINELLI, J. M. **Estrutura populacional dos camarões Penaeidae no estuário do rio Caeté, litoral Norte do Brasil**. 2005. 174f. Tese de doutorado - Universidade Federal do Pará. Belém–PA, 2005.

MAZZOCCHI, M. G.; ZAGAMI, G.; CRESCENTI, N.; HURE, J. Copepods. In GUGLIELMO, L.; LANORA, A.(ed.). **Atlas of Marine Zooplankton, Straits of Magellan**. Springer Verlag. 1995. 279p

MEDEIROS, A. M. A.; BARBOSA, J. E. L.; MEDEIROS, P. R., ROCHA, R. M.; SILVA, L.F. Salinity and freshwater discharge determine rotifer distribution at the Mossoró River Estuary (Semiarid Region of Brazil) *Braz. J. Biol.* v. 70, n. 3, p. 551-557. 2010.

MELO, A. A. S. **Nutrientes dissolvidos e biomassa primária nos estuários dos rios Botafogo e Carrapicho - PE.** 2007. 91f.. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

MELO, N. F. A. C. de. **Biodiversidade e biomassa do macrozooplâncton, com ênfase nos copepoda (crustacea), na plataforma continental norte brasileira.** 2004. 125f. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2004.

MELO, N. F. A. C.; SILVA, M. M. T.; PAIVA, R. S. Variação diurna da densidade planctônica na região entremarés da praia de Ajuruteua (Bragança-Pará *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.*, Belém. 2006.

MILLIGAN, G. W.; COOPER, M. **Methodology review: clustering methods.** *Applied Psychological Measurement.* n.11. p 329-354. 1987

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; JERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários.** Ed. USP, 2002. 413p.

MONTEIRO, S. M. **Dinâmica dos parâmetros abióticos na zona de mistura do estuário do rio Paracaurí-Ilha do Marajó-PA.** 2009. 137f. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências - Universidade Federal do Pará, 2009.

MONTÚ, M. Northern Brazilian pelagic amphipods, Suborder Hyperiidea (Crustácea). *Nauplius*, v. 2, p. 131-134. 1994.

MONTÚ, M. Zooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos. I. Estrutura e variações temporais e espaciais da comunidade. *Atlântica*, Rio Grande, n. 4.p. 53-72. 1980.

NEUMANN-LEITÃO, S. **Impactos antrópicos na comunidade zooplanctônica estuarina. Porto de Suape - Pernambuco - Brasil.** 1994. 273 f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, 1994.

NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L.M.O.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; Zooplâncton dos estuários dos rios Massangana e Tatuoca, Suape (Pernambuco - Brasil). *Arq. Biol. Tecnol.*, v. 35, n. 2, p. 341-360. 1992.

NEUMANN-LEITÃO, S. Resenha literária sobre zooplâncton estuarino no Brasil. **Trabalhos Oceanográficos.** Recife, v. 23, p. 25-53. 1995.

NEUMANN-LEITÃO, S.; SOUZA, M. R. M.; PORTO NETO, F. F.; MOURA, M. C. O.; SILVA, A. P.; GUSMÃO, L. M. O. Zooplâncton do Estuário do Rio São Francisco, Nordeste do Brasil. **Trabalhos Oceanográficos.** Recife, v. 27, n. 1. p. 33-54. 1999.

NEWELL, G. E.; NEWELL, R. C. **Marine plankton a practical guide**. London, Hutchinson Educat. Ltd.,1966. 221p.

NOGRADY, T.; SEGERS, H. **Rotifera: Volume 6 Asplanchnidae, Gastropodidae, Linfiidae, Microcodidae, Synchaetidae, Trochosphaeridae and Filinia**. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publisher (Guides to the Identification of the Microinvertebrates os the Continental Waters of the World.) v. 18. 264p. 2002.

PARANAGUÁ, M. N.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.;GUSMÃO, L. O.;NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R. Estrutura da comunidade zooplânctônica. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; COSTA, M. (org). **Oceanografia: um cenário tropical**. Recife: Bagaço/UFPE. 2004 p.441-459

PARANAGUÁ, M. N.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O. O Zooplanton. In: BARROS, H. M., ESKINAZI-LEÇA,; MACEDO, S.J.; LIMA, T. **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Recife: ed. Universitária da UFPE, cap 8, 2000. p 89-102.

PARK, G. S.; MARSHALL, H. G. Estuarine Relationships Between Zooplankton Community Structure and Trophic Gradients. **J. of Plankton Resear.**, v. 22, n.1, p. 121- 135, 2000.

PASTORINHO, R; VIEIRA, L; RÉ, P; PEREIRA, M; BACELAR-NICOLAU, P; MORGADO, F; MARQUES, J.C; AZEITEIRO, U. Distribution, production, histology and histochemistry in *Acartia tonsa* (Copepoda: Calanoida) as means for life history determination in a temperate estuary (Mondego estuary, Portugal). **Acta Oecologica**, v. 24, S259–S273. 2003.

PATUREJ, EWA; KRUK, MAREK. The impact of environmental factors on zooplankton communities in the Vistula Lagoon. **Oceanological and Hydrobiological Studies. Inter. Jour. of Ocean. and Hydrobiology**. v. 40, p. 37–48. 2011.

PEKALA, G. A. Nota preliminar sobre a composição do zooplâncton do estuário do rio Paraíba do Norte, PB, Brasil. **Inst. Oceanogr. S. Paulo**, v.2, n.29, p.291-296. 1980.

PERBICHE-NEVES, G.; FAVARETO, L. R.; NALIATO, D. A. O.; SERAFIM-JÚNIOR, M. Similaridade do micro-zooplâncton e relações com variáveis ambientais em um estuário subtropical. **Res. Bras. Bioci.** Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 3-8, jan./mar, 2010.

PEREIRA, R.C.; SOARES-GOMES, A. (Org.). **Biologia Marinha**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência. 2002. 382p.

PESSOA, V. T.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O.; SILVA, A.P.; PORTONETO, F. F. Comunidade zooplânctônica na baía de suape e nos estuários dos rios Tatuoca e Massangana, Pernambuco (Brasil). **Rev. Bras. Enga. Pesca**. v. 4, n.1, jan. 2009.

PETRUCIO, M. M. Caracterização das Lagoas Imboassica, Cabiúnas, Comprida e Carapebus a partir da Temperatura, Salinidade, Condutividade, Alcalinidade, O<sub>2</sub> Dissolvido, pH, Transparência e Material em Suspensão, p. 109-121. In: F.A.ESTEVES (Ed.). **Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. Rio de Janeiro, NUPEM/UFRJ. 1998. 464p.

PIELOU, E.C. The measurement of diversity in different types of biological collection. **J. Theoret. Biol.**, v. 13, p.131-144. 1966.

PINTO- MARQUES, A. D. S. **Composição e abundância das larvas de camarão em um canal-de-maré do litoral amazônico, Pará, Brasil**. 2006. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Pará. Belém-PA. 2006.

POLI, C.R.; et al. (Org.). **Aquicultura: Experiências brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2003.

PREVIATTELLI, D. I.; SANTOS-SILVA, DARWICH A. J. Distribuição vertical do zooplâncton e sua relação com as variáveis ambientais. In: **Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central**. SANTOS-SILVA E. N.; APRILE, F.M; SCUDELER, V. V (Org) cap.7. Ed. Inpa. Manaus, 2005

PRIMO, A. L.; AZEITEIRO, U. M.; MARQUES, S. C. Changes in zooplankton diversity and distribution pattern under varying precipitation regimes in a southern temperate estuary. **Est. Coast. and Shelf Scien.**, v. 82, p. 341–347. 2009.

PRIMO, A. L.; AZEITEIRO, U. M.; MARQUES, S. C.; PARDAL, M. A. Impact of climate variability on ichthyoplankton communities: An example of a small temperate estuary. **Est. Coast. and Shelf Scien.**, v. 91, p. 484 – 491. 2011.

RAWLINSON, K. A.; DAVENPORT, J.; BARNES, D.K. Vertical migration strategies with respect to advection and stratification in semi-enclosed lough: a comparison of mero-and holoplankton. **Marine Biology**, v.144, p. 935-946. 2004.

RÉ, P. M. A. B. **Ecologia do Plâncton Marinho e estuarino**. 1 ed. Lisboa: Sabenta, 2000. 108p

REIS, I. C. M. **Composição e abundância do zooplankton na costa norte do Brasil**. 1999. 36f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Maranhão, 1999.

RESGALLA JR, C.; SOUZA, V. G. C.; RÖRIG, L. R.; SCHETTINI C. A. F. Spatial and temporal variation of the zooplankton community in the area of influence of the Itajaí açu river, sc (Brazil). **Braz. Journal of Ocean**. v. 56, n.3, p.211-224. 2008.

RICKLEFS, R. **A Economia da Natureza**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 469p.

ROBERTSON, B. A.; HARDY, E. R. Zooplankton of Amazonian Lakes and Rivers. In: W. JUNK. **The Amazon Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin**. p.337-352, 1984

ROSE, M. **Faune de France. Copépodes Pélagiques**. Office Central de Faunistique, Paris, v.26.1933. 373p.

SAIZ-SALINAS, J. I.; GONZÁLEZ-OREJA, J. A. Stress in estuarine communities: lessons from the highly-impacted Bilbao estuary (Spain). **J. Aquat. Ecos. Stress Recovery**. v. 7, p. 43–55. 2000.

SANTIAGO, M. F.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G. Caracterização de parâmetros físicos, químicos e biológico em ambiente hipersalino, estuário do Rio Pisa Sal (Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 33, n. 1, p. 39–55, 2005.

SANTOS, D. A.; SCHWAMBORN, R.; NEUMANN-LEITÃO, S.; PESSOA, V. T.; MELO, P. A. M. C.; GALDINO, A. Dados preliminares sobre mesozooplâncton na área de manguezal urbano do parque dos manguezais, Recife (Pe - Brasil). In: VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL **Anais...** 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG.

SANTOS, M. L. S.; MEDEIROS, C.; MUNIZ, K.; FEITOSA, F.A.N.; SCHWAMBORN, R.; MACEDO, S.J. Influence of the Amazon and Pará Rivers on Water Composition and Phytoplankton Biomass on the Adjacent Shelf. **J. of Coast. Reser.**, v. 24, p. 585-593. 2008a.

SANTOS, T. G. **Zooplankton como indicador da qualidade ambiental nos estuários dos rios Carrapicho e Botafogo, Itamaracá-Pe**. 2008b. 111f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2008b. 111f.

SANTOS, T. G.; GUSMÃO, L. M. O.; NEUMANN-LEITÃO, S.; CUNHA, A. G. Zooplâncton como indicador biológico da qualidade ambiental nos estuários dos rios carrapicho e botafogo, Itamaracá – PE. **Rev. Bras. Enga. Pesca**, v. 4, n.1, jan. 2009.

SEPOF-PA: **Características ambientais do município de Quatipuru**. Secretaria de Estado de planejamento, orçamento e finanças do Pará: Disponível em: <http://www.sepof.pa.gov.br/> Acesso em 10 de outubro de 2009 e 10 de Março. 2007.

SHANNON, CE. A mathematical theory of communication. **Boll. Syst. Tech. J.**, v. 27, p.379-423. 1948.

SOCORRO, O. A. A.; RAMOS, M. I. F.; PAES, E. T.; COSTA, S. A. R. F.; SA´NCHEZ-VILLAGRA, M. R. The Neogene tropical America fish assemblage and the paleobiogeography of the Caribbean region. **Swiss J. Palaeontol**, v. 130. n. 2: p. 217-240, 2011.

SILVA, M. H.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J. Z. O.; GREGO, C. K. S. Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário tropical do rio Formoso, PE, Brasil. **Acta Bot. Bras.**v. 23, n.2, p. 355-368. 2009.

SILVA, A. P. **Dinâmica temporal das larvas de Brachyura no Canal de Santa Cruz, Pernambuco (Brasil), ao longo de um ciclo lunar.** 2002. 97f. Dissertação ( Mestrado em Oceanografia Biológica ). Recife (PE): Universidade Federal de Pernambuco. 2002.

SILVA, E. N.S.; ROBERTSON, B. A.; REID, J. L. W.; HARDY, E. R. Atlas de copépodos planctônicos, Calanoida e Cyclopoida (Crustacea), da Amazônia Brasileira. I. Represa de Curuá-Una, Pará. **Rev Bras. Zool.**, v. 6, n. 4, p.725 – 758. 1989.

SILVA-FALCÃO, E. C.; SEVERI, W.; ROCHA, A. F. Dinâmica espacial e temporal de zoeas de Brachyura (Crustacea, Decapoda) no estuário do Rio Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco, Brasil; **Iheringia, Sér. Zool**, Porto Alegre, v. 97, n.4, p. 434-440. 2007.

SILVA, T. A.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L. M. O; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. Diel and seasonal changes in the macrozooplankton community of a tropical estuary in Northeastern Brazil. **Rev. Bras. de Zoo.** v. 20, p. 439-446. 2003.

SMIRNOV, N. N. **Cladocera: The Chydorinae and Sayciidae (Chydoridae) of the World.** Leiden, The Netherlands: Backhuys Publisher (Guides to the Identification of the Microinvertebrates os the Continental Waters of the World.). v.11, 1996. 97p.

SMAYDA, T.J., In : KETCHUM, B.H. **Ecosystems of the World: Estuaries and Enclosed Seas** . Elsevier Scientific Publishing Company. 1983.

SOARES-GOMES, A.; FIGUEIREDO, A. G. O ambiente marinho. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A (Orgs.). **Biologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, cap.1, 2002. p. 1 - 33.

SOUSA, F. D. R.; ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. Cladóceros fitófilos (Crustacea, Branchiopoda) do Parque Nacional das Emas, estado de Goiás. **Biota Neotrop.** vol. 8, n. 1, Jan./Mar. 2008.

SOUZA, M. F. L.; EÇA, G. F.; SILVA, M. A. M.; AMORIM F. A. C.; LÔBO, I. P. Distribuição de nutrientes dissolvidos e clorofila-a no estuário do rio cachoeira, Nordeste do Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 31, n.1, p. 107-121. 2009.

SOUZA-PEREIRA, P.E.; CAMARGO, A. F. M. Efeito da salinidade e do esgoto orgânico sobre a comunidade zooplânctônica, com ênfase nos copépodes, do estuário do rio Itanhaém, Estado de São Paulo. **Acta Scient. Bio. Sc.** v. 26, n.1p. 9-17. 2004.

STERZA, J. M.; FERNANDES, L. L. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brasil). Characterization during estuarine a three-year study. **Braz. J. Oceanogr.**, v. 54, n. 2-3, p.95-105. 2006.

TREGOUBOFF, G.; ROSE, M. **Manuel de Planctologie Mediterrn enne**. Paris: Centre Nacional de La Recherche Scientifique, v. 2. 1957.

TUNDISI, J. G. O. **O plâncton estuarino**. Contr. Avulsas Inst. Oceano. São Paulo,. Ser. Ocean. Biol., v. 19, p.1-22, 1970.

UNESCO. **Determination of photosynthetic pigments in sea waters**. Report of SCOR/UNESCO working group 17 with meat from 4 to 6 June 1964. Paris, (Monographys on Oceanology Methodology). 1966.

UYE, S.; SHIMAZU, T.; YAMAMURO, M.; ISHITOBI, Y.; KAMIYA, H. Geographical and seasonal variations in mesozooplankton abundance and biomass in relation to environmental parameters in Lake Shinji-Ohashi River-Lake Nakaumi brackishwater system, Japan. **J. Mar. Syst.** 26, p.193-207. 2000.

VALENTIN, J. L.; MACEDO-SAIDAH, F. E.; TENENBAUM, D. R.; SILVA, N. M. L. A diversidade específica para a análise das sucessões fitoplanctônicas. Aplica o ao ecossistema da ressurgência de Cabo Frio (RJ). **Nerítica**, Curitiba, n.6, p.7-26, 1991.

VEADO, L. D.; SANT'ANA, B.S.; RESGALLA JR., C. atlas do zooplâncton dominante no baixo estuário do rio Itajaí-Açu, Santa Catarina, Brasil: Copepoda e Cladocera. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, v. 10, n. 2, p. 79-93.79. 2010.

VEGA-PÉREZ, L. A. Estudo do zooplâncton da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. **Bolm. Inst. Oceanogr.**, v. 10, p.:65-84. 1993.

VIEIRA, L; AZEITEIRO U. M.; R , P.; PASTORINHO, R.; MARQUES, J. C.; MORGADO, F. Zooplankton distribution in a temperature estuary (Mondego estuary southern arm: Western Portugal). **Acta Oecologica**. v. 24, p. 163-173. 2003.

WANIEK, J. J.; HOLLIDAY, N. P.; DAVIDSON, R.; BROWN, L.; HENSON, S. A Freshwater control of onset and species composition of Greenland shelf spring bloom. **Mar. Ecol.-Prog. Ser.** n.288, p. 45-57. 2005.

WRIGHT, S. A. A revision of South American species of *Pseudodiaptomus*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.1, n.8, p.1-27, 1936.

YOUN, S. H.; CHOI, J. K. Distribution Pattern of Zooplankton in the Han River Estuary with respect to Tidal Cycle. **Oc. Sc. Jour.**, v. 43 n. 3, 135 – 146. 2008

ZAKARIA, H. Y.;RADWAN, A. A.; SAID, M. A. Influence of salinity variations on zooplankton community in el-mex bay, alexandria, egypt. **Egyptian journal of aquatic research**. v. 33, n. 3, p. 52-67. 2007:

ZHUO, Y. Z.; WAI, M.; LIU, S. M.; JING, Z.; JAY, C.C.; YING, W. Estuarine phytoplankton dynamics and shift of limiting factors: A study in the Changjiang (Yangtze River) Estuary and adjacent area. **Coast. and Shelf Sci.**, v. 84. p 393-401p, 2009.