

**NUNO FILIPE ALVES CORREIA DE MELO**

**Biodiversidade e Biomassa do  
Macrozooplâncton, com ênfase  
nos Copepoda (Crustacea) na  
Plataforma Continental Norte  
Brasileira**

Tese que apresenta ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (PPG-O) da Universidade Federal de Pernambuco, como um dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências, na Área de Oceanografia.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Sigrid Neumann Leitão  
Co-Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Lúcia Maria de Oliveira Gusmão

**RECIFE  
2004**

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**DATA DA DEFESA: 17/02/2004**

### **COMISSÃO JULGADORA**

\_\_\_\_\_  
Dra. Sigrid Neumann leitão (Orientadora) – Depto. de Oceanografia/UFPE

\_\_\_\_\_  
Dr. Ralf Schwamborn – Depto. de Zoologia/UFPE

\_\_\_\_\_  
Dra. Tâmara de Almeida e Silva – Depto. de Educação/UNEB

\_\_\_\_\_  
Dra. Eneida Maria Eskinazi Sant'Anna – Depto. de Oceanografia e  
Limnologia/UFRN

\_\_\_\_\_  
Dra. Hortência Maria Pereira Araújo – Depto. de Biologia/UFSE

**Não basta que seja  
pura e justa a nossa  
causa, é necessário que  
a pureza e a justiça  
existam dentro de nós.**

***Agostinho Neto***

## **Dedicatória**

### **Aos meus pais**

Maria Regina Alves Correia de Melo  
José Alberto de Figueiredo Melo  
**Importantes na minha formação**

### **À minha esposa**

Márcia Alexandra Fontel de Melo  
**Esteve sempre do meu lado nestes 4 anos**

### **Às minhas princesas**

Ester Beatriz Fontel de Melo  
Ana Rita Fontel de Melo  
**A razão do meu viver**

### **Aos meus Avós**

Ester de Jesus de Figueiredo Melo  
Alberto de Figueiredo Melo (*in memorian*)

Maria “Creuza” Alves Correia  
Álvaro Domingues Correia (*in memorian*)

### **Aos meus irmãos**

Vânia Maria Alves Correia de Melo  
Carlos Alberto Alves Correia de Melo

## Agradecimentos

A Deus, fonte suprema de Energia, Paz e Amor, que sempre me abençoou.

À minha família que esteve sempre do meu lado nos momentos difíceis e nos bons também.

À Dra. **Sigrid Neumann Leitão**, orientadora, sempre disponível nos momentos bons e difíceis nestes quatro anos, agradeço do fundo do coração, pelas valiosas contribuições e exemplos, que ajudaram na minha formação, não só como pesquisador, mas como pessoa.

À Dra. **Lúcia Maria de Oliveira Gusmão**, co-orientadora, pessoa maravilhosa, sempre me testando, com as suas críticas e sugestões, contribuiu de forma decisiva para a conclusão deste trabalho e para a minha formação.

À Dra. Tâmara de Almeida, à M.Sc. Andréa Pinto, à M.Sc. Sirleis Lacerda e ao M.Sc. Franklin Santos, pelos momentos bons de convívio durante a minha permanência em Recife e pelas valiosas contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha prima **Edna Araújo** e seu esposo Eliezer, e ao meu primo **Elielson Araújo** e sua esposa Eliane, pessoas fundamentais para a realização deste curso, pois foram eles que abriram os braços nos momentos em que precisei de um acolhimento numa cidade até então estranha.

À Dra. Dilma Aguiar e ao Dr. Ralf Schwamborn, que sempre demonstraram apoio quando necessitei de seu auxílio.

Ao Dr. Rosildo Santos Paiva, meu pai acadêmico, que sempre demonstrou amizade em todas as etapas de minha formação.

Aos meus primos Elaine, Felipe, Fernando, Carina e Flavinha, pelo carinho que sempre demonstraram.

Aos amigos Daniela Santana e Caio Aguiar pelas valiosas contribuições.

Aos mestrandos Mauro Melo e Elaine Silva, pelo carinho e apoio demonstrado, principalmente no momento de conclusão deste trabalho.

À amiga e doutoranda Maria de Lourdes (Lurdinha), pelo apoio e disponibilidade quando eu precisava, para melhorar a qualidade desta tese.

Aos estudantes, Tatiane, Aislan, Pedro e Valdylene, sempre presentes nos momentos terminais desta tese.

À Mirna Medeiros, secretária do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (PPGO-UFPE), que sempre esteve disponível dentro de suas possibilidades.

Aos funcionários do Departamento de Oceanografia, que tenho o prazer de agradecer, Zinaldo dos Santos e Dona Edileuza da Silva.

Ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, especialmente à Dra. Sigrid Neumann Leitão, Dra. Lillian Santos e Dra. Elisabeth Araújo, atual coordenadora.

Ao corpo docente do Programa de Pós Graduação em Oceanografia (PPGO-UFPE), que muito contribuiu para a minha formação com pesquisador numa área até então desconhecida.

Ao Programa REVIZEE, pela oportunidade de utilizar o material coletado, para a elaboração desta tese, e especialmente ao Prof. Dr. Maamar El-robrini, coordenador do Score-No do Programa REVIZEE.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de doutorado, a qual foi muito importante para a conclusão deste trabalho.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão desta tese.

**SUMÁRIO**

<b>AGRADECIMENTOS</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMO</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xvi</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 POSTULADO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Hipótese</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Tese</b>	<b>5</b>
<b>3 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b>	<b>7</b>
<b>3.1 O Litoral Amazônico</b>	<b>7</b>
<b>3.2 Fisiografia da Plataforma Continental Amazônica</b>	<b>9</b>
<b>3.3 Hidrodinâmica da Plataforma Continental Amazônica</b>	<b>9</b>
3.3.1 Mecanismos Forçantes	<b>9</b>
3.3.2 Dinâmica da Plataforma Continental Amazônica	<b>10</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>14</b>
<b>4.1 Estações de Amostragem</b>	<b>14</b>
4.1.1 Operação Norte IV	<b>14</b>
4.1.2 Prospecção Pesqueira (Prospec)	<b>15</b>
<b>4.2 Parâmetros Físico-Químicos</b>	<b>18</b>
4.2.1 Transparência da Água	<b>18</b>
4.2.2 Salinidade e Temperatura	<b>18</b>
4.2.3 Oxigênio Dissolvido (OD)	<b>19</b>
<b>4.3 Macrozooplâncton</b>	<b>19</b>
4.3.1 Biomassa (peso úmido)	<b>20</b>
4.3.2 Biodiversidade Zooplanctônica	<b>20</b>
4.3.3 Espécies de Copepoda Mais importantes	<b>21</b>
<b>4.4 – Tratamento Numérico dos Dados</b>	<b>21</b>
4.4.1 Abundância Relativa (%)	<b>21</b>
4.4.2 Frequência de Ocorrência (%)	<b>21</b>
4.4.3 Densidade (org.m <sup>-3</sup> )	<b>22</b>
4.4.4 Índice de Diversidade Específica (ind.bit <sup>-1</sup> ) e Equitabilidade	<b>23</b>
4.4.5 Análise Numérica	<b>23</b>

<b>4.5 Normatização do Texto</b>	<b>24</b>
<b>5 RESULTADOS</b>	<b>25</b>
<b>5.1 Hidrologia</b>	<b>25</b>
5.1.1 Temperatura (°C)	25
5.1.2 Salinidade (PSU)	25
5.1.3 Oxigênio Dissolvido (OD)	26
5.1.4 Transparência da Água	27
<b>5.2 Biomassa Planctônica</b>	<b>34</b>
<b>5.3 Sinopse Taxonômica</b>	<b>38</b>
<b>5.4 Abundância Relativa</b>	<b>46</b>
<b>5.5 Frequência de Ocorrência</b>	<b>50</b>
<b>5.6 Diversidade e Equitabilidade</b>	<b>61</b>
<b>5.7 Densidade geral (org.m<sup>-3</sup>)</b>	<b>61</b>
<b>5.8 Densidade por Filo (org.m<sup>-3</sup>)</b>	<b>68</b>
5.8.1 Sarcomastigophora	68
5.8.2 Cnidaria	68
5.8.3 Mollusca	69
5.8.4 Annelida	69
5.8.5 Crustacea	70
5.8.5.1 Copepoda	70
5.8.5.2 Outros Crustacea	70
5.8.6 Bryozoa	72
5.8.7 Chaetognatha	72
5.8.8 Chordata	73
<b>5.9 Copepoda</b>	<b>79</b>
5.9.1 Ordens de Copepoda	79
5.9.2 Principais Espécies de Copepoda na Área	84
<b>5.10 Ecologia Numérica</b>	<b>96</b>
5.10.1 Associação de Amostras	96
5.10.2 Associação de Espécies	96
5.10.3 Análise de Componentes Principais	96
<b>6 DISCUSSÃO</b>	<b>100</b>
<b>7 CONCLUSÕES</b>	<b>113</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>115</b>

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1	Representação esquemática das correntes geostróficas de larga escala referentes à camada da ACAS (Água Central do Atlântico Sul), entre 100 e 500 m de profundidade, para o outono austral. Adaptado por Gaeta (1999) de Stramma e England (1999).	13
Figura 2	Localização das estações de coleta nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá. Operação Norte IV - 2001.	15
Figura 3	Localização das estações de coleta nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará, Amapá e Maranhão. Prospec XIX e XX. 2001.	17
Figura 4	Distribuição superficial da temperatura (A), salinidade (B) e oxigênio dissolvido (C), nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Operação Norte IV - 2001.	28
Figura 5	Distribuição vertical da temperatura nos perfis 11 (A), 12 (B), 13 (C), 14 (D) e 15 (E), nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá. Operação Norte IV - 2001.	29
Figura 6	Distribuição vertical da salinidade nos perfis 11 (A), 12 (B), 13 (C), 14 (D) e 15 (E), nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá. Operação Norte IV - 2001.	30
Figura 7	Distribuição vertical do oxigênio dissolvido (OD) nos perfis 11 (A), 12 (B), 13 (C), 14 (D) e 15 (E), nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá. Operação Norte IV - 2001.	31
Figura 8	Biomassa planctônica nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001. A = por estação; B = por perfil; C = por província.	35
Figura 9	Distribuição da biomassa planctônica nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Operação Norte IV - 2001.	36
Figura 10	Biomassa planctônica na região de quebra de plataforma dos Estados do Pará e Amapá, Prospec XIX - 2001.	37
Figura 11	Biomassa planctônica na região de quebra de plataforma do Estado do Maranhão, Prospec XX - 2001.	37
Figura 12	Abundância relativa da comunidade zooplanctônica em relação à duração da vida planctônica nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.	47
Figura 13	Abundância relativa da comunidade zooplanctônica em relação à duração da vida planctônica na região de quebra de plataforma dos Estados do Pará e Amapá, Prospec XIX e Maranhão, Prospec XX. A = Prospec XIX; B = Prospec XX. 2001.	47

Figura 14	Abundância relativa do total geral de cada filo nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	48
Figura 15	Abundância relativa do total geral de cada filo na região de quebra de plataforma, dos Estados do Pará e Amapá, Prospec XIX e Maranhão, Prospec XX. A = Prospec XIX; B = Prospec XX. 2001.	48
Figura 16	Abundância relativa de cada filo por estação de coleta, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	49
Figura 17	Abundância relativa do total geral de cada filo, por estação de coleta, na região de quebra de plataforma, dos Estados do Pará e Amapá, Prospec XIX e Maranhão, Prospec XX. A = Prospec XIX; B = Prospec XX. 2001.	49
Figura 18	Freqüência de ocorrência do zooplâncton, exceto Copepoda, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV.	55
Figura 19	Freqüência de ocorrência das espécies de Copepoda, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	56
Figura 20	Freqüência de ocorrência do zooplâncton, exceto Copepoda, na região de quebra de plataforma, dos Estados do Pará e Amapá, Prospec XIX. 2001.	57
Figura 21	Freqüência de ocorrência das espécies de Copepoda, na região de quebra de plataforma, dos Estados do Pará e Amapá, Prospec XIX. 2001.	58
Figura 22	Freqüência de ocorrência do zooplâncton, exceto Copepoda, na região de quebra de plataforma, do Estado do Maranhão, Prospec XX. 2001	59
Figura 23	Freqüência de ocorrência das espécies de Copepoda, na região de quebra de plataforma, do Estado do Maranhão, Prospec XX. 2001.	60
Figura 24	Diversidade ( $H'$ ) (A) e Eqüitabilidade (E) (B) de espécies de Copepoda, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá. Norte IV. 2001.	63
Figura 25	Diversidade ( $H'$ ) e Eqüitabilidade (E) de espécies de Copepoda, na região de quebra de plataforma dos Estados do Pará e Amapá, Prospec XIX e Maranhão, Prospec XX. A = Prospec XIX; B = Prospec XX. 2001.	64
Figura 26	Distribuição horizontal da densidade do zooplâncton, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001. A = distribuição com a estação 79; B = distribuição sem a 79.	65
Figura 27	Densidade do zooplâncton, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV. 2001.	66
Figura 28	Densidade do zooplâncton, na região de quebra de plataforma dos Estados do Pará e Amapá, Prospec XIX e	

	Maranhão, Prospec XX. A = Prospec XIX; B = Prospec XX. 2001.	66
Figura 29	Distribuição da densidade de Sarcomastigophora, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	74
Figura 30	Distribuição da densidade de Cnidaria, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	74
Figura 31	Distribuição da densidade de Mollusca, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	75
Figura 32	Distribuição da densidade de Annelida, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	75
Figura 33	Distribuição da densidade de Crustacea, exceto Copepoda, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	76
Figura 34	Distribuição da densidade de Copepoda, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	76
Figura 35	Distribuição da densidade de Bryozoa, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	77
Figura 36	Distribuição da densidade de Chaetognatha, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	77
Figura 37	Distribuição da densidade de Appendicularia, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	78
Figura 38	Distribuição da densidade de Thaliacea, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	78
Figura 39	Composição percentual das ordens de Copepoda no presente estudo. Norte IV, Prospec XIX e XX. 2001.	80
Figura 40	Número de espécies por famílias da ordem Calanoida, durante o período de estudo, operações Norte IV e Prospec XIX e XX. 2001.	80
Figura 41	Número de espécies por famílias das ordens Cyclopoida (1), Harpacticoida (2) e Poecilostomatoida (3) de Copepoda, durante o período de estudo, operações Norte IV e prospec XIX e XX. 2001	81
Figura 42	Distribuição da densidade de <i>Undinula vulgaris</i> , nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	84
Figura 43	Distribuição da densidade de <i>Subeucalanus pileatus</i> , nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	85

Figura 44	Distribuição da densidade de <i>Nannocalanus minor</i> , nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	86
Figura 45	Distribuição da densidade de <i>Euchaeta marina</i> , nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	87
Figura 46	Distribuição da densidade de <i>Corycaeus speciosus</i> , nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	88
Figura 47	Distribuição da densidade de <i>Clausocalanus furcatus</i> , nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	89
Figura 48	Distribuição da densidade de <i>Scolecithrix danae</i> , nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	90
Figura 49	Distribuição da densidade de <i>Oithona plumifera</i> , nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	91
Figura 50	Distribuição da densidade de <i>Calocalanus pavo</i> , nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	92
Figura 51	Distribuição da densidade de <i>Temora stylifera</i> , nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	93
Figura 52	Distribuição da densidade de <i>Farranula gracilis</i> , nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	94
Figura 53	Distribuição da densidade de <i>Rhincalanus cornutus</i> , nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	95
Figura 54	Associação das amostras, com base nas espécies de Copepoda, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	97
Figura 55	Associação de espécies de Copepoda, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	98
Figura 56	Análise dos componentes principais das espécies de Copepoda com parâmetros ambientais, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.	99

## Lista de Tabelas

Tabela 1	Características das estações oceanográficas. Estados do Pará e Amapá (Brasil). Operação Norte IV.	16
Tabela 2	Características das estações oceanográficas. Estados do Pará e Amapá (Brasil). Prospec XIX.	17
Tabela 3	Características das estações oceanográficas. Estado do Maranhão (Brasil). Prospec XX.	18
Tabela 4	Dados Físico-químicos obtidos durante a operação Norte IV. 2001.	32
Tabela 5	Lista de espécies de Copepoda identificados nas três campanhas amostradas. 2001.	82

## RESUMO

Estudos sobre a influência da pluma estuarina do rio Amazonas na comunidade macrozooplânctônica foram desenvolvidos visando conhecer a biodiversidade e o gradiente de densidade. A área estudada está inserida na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira e mais especificamente na Plataforma Continental Norte Brasileira (PCNB), tendo sido subdividida em três setores: Litoral Guianense, Golfão Marajoára e Litoral Amazônico Oriental. Amostragens foram feitas em 23 estações oceanográficas durante a Operação Norte IV, realizada pelo navio Oceanográfico “Antares”, de 28 de julho a 14 de agosto de 2001, em sete perfis perpendiculares à costa dos Estados do Pará e Amapá, abrangendo as províncias nerítica e oceânica. Foram, também, feitas amostragens em 28 estações oceanográficas, realizadas durante as operações de prospecção pesqueira do Programa REVIZEE, em duas campanhas, a Prospec XIX (26/02 a 12/03 de 2001) e Prospec XX (27/03 a 04/04 de 2001), a bordo do navio de pesquisa “Almirante Paulo Moreira”. As coletas foram realizadas com rede tipo Bongo, com malha de 300  $\mu\text{m}$ , através de arrastos duplos oblíquos. Após as coletas o material era preservado com formol neutro a 4%. Dados hidrológicos foram coletados simultaneamente para fins comparativos. A temperatura máxima foi registrada na estação 79, do perfil 13 (28,81°C), enquanto que a mais baixa foi na estação 94, perfil 15, com 26,71°C. A salinidade variou de 26,98 PSU a 36,42 PSU. A biomassa planctônica na operação Norte IV apresentou um mínimo de 11  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (estação 61) e máximo de 388,6  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (estação 79). Na Prospec XIX, o valor mais elevado foi registrado na estação 1, com 108,7  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  e mínimo de 14,49  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  na estação 6. Durante a Prospec XX, o valor mais elevado foi de 56  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (estação 8) e mínimo de 11,91  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  (estação 10). O zooplâncton esteve representado pelos Filos Sarcomastigophora, Cnidaria, Mollusca, Annelida, Crustacea, Bryozoa, Chaetognatha, Echinodermata, Hemichordata e Chordata. Foram totalizados 164 taxa, considerando a menor unidade taxonômica possível de identificar para cada filo, dos quais cento e nove (109) foram de Copepoda. Dentre os Copepoda, destacaram-se na província oceânica, *Undinula vulgaris*, *Euchaeta marina*, *Nannocalanus minor*, *Clausocalanus furcatus*, *Scolecitrix danae*, *Calocalanus pavo*, *Corycaeus (O.) speciosus*, *Farranulla gracilis* e *Oithona plumifera* e na província nerítica *Subeucalanus pileatus*, *Temora stylifera* e *Rhincalanus cornutus*. Chaetognatha destacou-se em toda área, principalmente *Sagitta tenuis* e *Sagitta enflata*. Dentre os Larvacea foram muito frequentes *Oikopleura* spp. e *Fitillaria* spp., as quais contribuíram com boa parcela da “neve marinha”, onde se aderiam inúmeros organismos. A espécie *Doliolum* sp. predominou pontualmente na província nerítica, alcançando 59% da comunidade do macrozooplâncton na estação 79. A média global da diversidade específica das estações neríticas foi 2,29  $\text{bits}\cdot\text{ind}^{-1}$  e das oceânicas 2,23  $\text{bits}\cdot\text{ind}^{-1}$ , sendo que a maior média de diversidade foi na quebra da plataforma. A densidade zooplânctônica na operação Norte IV, variou de um mínimo de 41,2  $\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$  (estação 94) a um máximo de 3.754,5  $\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$  (estação 79). Para a campanha Prospec XIX, a densidade zooplânctônica variou de 4,3  $\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$  (estação 6) a um máximo de 128  $\text{org}\cdot\text{m}^{-3}$  (estação 1). Na Prospec XX, a densidade zooplânctônica

variou de 25,8 org.m<sup>-3</sup> (estação 4) a 86 org.m<sup>-3</sup> (estação 15). A pluma do Amazonas causa uma variabilidade extrema na condição hidrográfica da plataforma continental e área adjacente, criando um mosaico complexo de habitats para o desenvolvimento do zooplâncton.

## ABSTRACT

Studies about the Amazonas River estuarine plume influence on the macrozooplankton community were carried out to assess the biodiversity and density gradient. The studied area is inserted in the Brazilian Economic Exclusive Zone (EEZ), specifically in the North Continental Shelf of Brazil, being divided in three sectors: Guianense Littoral, Golfão Marajoára Littoral and Amazonic Littoral. Sampling was made in 23 oceanographic stations during the North IV Operation, by the Oceanographic Ship "Antares", from July 28<sup>th</sup> to August 14<sup>th</sup> 2001, in seven profiles perpendicular to Pará and Amapá coast, in neritic and oceanic waters. Sampling was also carried out in 28 oceanographic stations, made by the REVIZEE (Alive Resources from the Economic Exclusive Zone) Program, in two Legs, the Prospec XIX (26/02 to 12/03/2001) and Prospec XX (27/03 to 04/04/2001) aboard of the Research Ship "Almirante Paulo Moreira". A bongo net 300  $\mu$ m mesh size was used being made double oblique hauls. After collections samples were preserved with 4% formaldehyde. Concurrent hydrological data were obtained for comparing with the zooplankton. Temperature varied from 28.81°C (Station 79) to 26.71°C (Station 94). Salinity varied from 26.98 PSU to 36.42 PSU. The plankton biomass at North IV Operation varied from 11 mg.m<sup>-3</sup> (Station 61) to 388.6 mg.m<sup>-3</sup> (Station 79). During the Prospec XIX, highest value was at Station 1 (108.7 mg.m<sup>-3</sup>) and lowest (14.49 mg.m<sup>-3</sup>) at Station 6. During the Prospec XX, highest value was 56 mg.m<sup>-3</sup> (Station 8) and lowest was 11.91 mg.m<sup>-3</sup> (Station 10). Zooplankton was represented by the Fila: Sarcomastigophora, Cnidaria, Mollusca, Annelida, Crustacea, Bryozoa, Chaetognatha, Echinodermata, Hemichordata and Chordata. A total of 164 taxa were registered, considering the lowest taxonomic unit possible of identifying to each fila, of which 109 belonged to Copepoda. Among the Copepoda the most abundant in the oceanic province were *Undinula vulgaris*, *Euchaeta marina*, *Nannocalanus minor*, *Clausocalanus furcatus*, *Scolecitrix danae*, *Calocalanus pavo*, *Corycaeus (O.) speciosus*, *Farranulla gracilis* and *Oithona plumifera*; and at the neritic province *Subeucalanus pileatus*, *Temora stylifera* and *Rhincalanus cornutus*. Chaetognatha was abundant and frequent, mainly, *Sagitta tenuis* and *Sagitta enflata* species. Among Larvacea *Oikopleura* spp. and *Fitillaria* spp. were abundant contributing to the marine snow, where adhered a lot of organisms. The *Doliolum* sp. species dominated locally at the neritic province, attaining 59% of the macrozooplankton community at Station 79. Species diversity total average for the neritic stations was 2.29 bits.ind<sup>-1</sup> and to the oceanic 2.23 bits.ind<sup>-1</sup>. Highest average values were found at the shelf break. Zooplankton density at North IV operation varied from 41.2 org.m<sup>-3</sup>, at Station 94 to 3,754.5 org.m<sup>-3</sup>, at Station 79. At Prospec XIX, density varied from 4.3 org.m<sup>-3</sup> (Station 6) to 128 org.m<sup>-3</sup> (station 1). At Prospec XX, density varied from 25.8 org.m<sup>-3</sup> (Station 4) to 86 org.m<sup>-3</sup> (Station 15). The Amazonas plume causes extreme variability at the hydrographical condition of the continental shelf and adjacent areas, creating a complex mosaic of habitats to the zooplankton development.

## 1 INTRODUÇÃO

O mar constitui uma das últimas fronteiras na busca de recursos naturais pelo homem. Os ecossistemas costeiros e oceânicos contêm a maior parte da biodiversidade aquática disponível no planeta. Não obstante, grande parte desses sistemas vem passando por algum tipo de pressão de origem antrópica, levando populações de importantes recursos pesqueiros, antes numerosas, a níveis reduzidos de abundância e, em alguns casos, à ameaça de extinção. Observa-se em conseqüência, ecossistemas em desequilíbrio, com a dominância de espécies de menor valor comercial, ocupando os nichos liberados pelas espécies sobre-exploradas. A alteração da biodiversidade desses ecossistemas, resultante da ação humana, vem representando uma séria ameaça ao desenvolvimento sustentável (CIRM, 1997).

A comunidade planctônica, por sua vez, constitui a base da cadeia alimentar pelágica nos oceanos. Os elementos fotoautotróficos dessa comunidade utilizam a radiação luminosa solar, como fonte de energia, transformam macronutrientes inorgânicos em matéria orgânica e a colocam à disposição dos demais níveis tróficos da cadeia alimentar. De acordo com Brandini *et al.* (1997), alterações na comunidade planctônica ocasionam profundas mudanças estruturais em todos os níveis tróficos do ecossistema marinho. Pelo seu caráter dinâmico, com elevadas taxas de reprodução e perda, a comunidade planctônica responde rapidamente às alterações físico-químicas do meio aquático. As variações no regime meteorológico, as características geomorfológicas regionais e os impactos antropogênicos nas áreas costeiras estabelecem, em conjunto, o regime hidrográfico particular de cada região e, conseqüentemente, as características taxonômicas e a dinâmica espaço-temporal de suas comunidades planctônicas.

Poucas são as regiões oceânicas que têm um levantamento detalhado da comunidade planctônica, em particular do zooplâncton, podendo-se destacar os trabalhos de Tregouboff e Rose (1957), Davis (1958), Boltovskoy (1981, 1999). Paranaguá (1966) mencionou que a região compreendida entre 3° e 13° latitude Sul, ao largo do Brasil era uma das regiões menos pesquisadas, uma vez que as grandes expedições realizavam seus trabalhos, principalmente no Atlântico Norte e mares adjacentes, na corrente do Golfo ou

no Oceano Antártico e além do mais muitas delas nem coletas do plâncton realizavam.

Frontier (1974) realizando uma revisão geral sobre o plâncton marinho, evidenciou a escassez de informações, principalmente no tocante ao zooplâncton tropical. Boltovskoy (1981) cita que o Atlântico Sul ocidental é uma das áreas oceânicas onde os estudos são realizados de maneira fragmentária.

De acordo com Brandini *et al.* (1997), devido à grande importância ecológica e extensa área de influência da drenagem amazônica, a maioria dos trabalhos realizados na área Norte se concentra na região da desembocadura do rio Amazonas e na área de abrangência da pluma amazônica. Além disso, esses trabalhos enfatizam mais o aspecto quantitativo e funcional dos processos de produção e ciclagem biogeoquímica e menos os levantamentos taxonômicos.

O primeiro trabalho para a área, até onde se tem conhecimento foi o de Dahl (1894), que examinou a distribuição de 31 espécies de Copepoda no rio Tocantins e no baixo Amazonas em relação à salinidade e outros fatores. Vários anos se passaram e somente a partir da década de 60, novas pesquisas foram publicadas. Desta forma, Björnberg (1963) identificou 131 espécies de Copepoda de águas neríticas e oceânicas de 5° N a 35° S, tentando relacionar a ocorrência destes com os tipos de massa de água. Vannucci e Queiroz (1963) forneceram dados sobre o volume do zooplâncton em muitas estações a leste e a norte da desembocadura do Amazonas. Seguin (1965) listou as espécies do fitoplâncton e do zooplâncton, exceto Copepoda e Amphipoda, que foram identificados de amostras coletadas em águas costeiras do Brasil entre aproximadamente 13° e 32° S. Jacob *et al.* (1966) apresentaram a distribuição horizontal do biovolume do zooplâncton na região oceânica e nerítica, adjacente à foz do Amazonas, constatando um nítido gradiente costa-oceano, com biomassa mais elevada na região costeira. Calif e Grice (1967) apresentaram dados sobre os Copepoda e outros grupos zooplânctônicos em águas nerítica e oceânica, influenciadas pela pluma do Amazonas, onde forneceram dados do período seco (outubro/novembro-1964) e chuvoso (maio/junho-1965), tendo identificado 150 espécies de Copepoda (128 Calanoida, 17 Cyclopoida e 5 Harpacticoida). Além dos Copepoda, esses autores registraram informações sobre Cladocera e o Decapoda *Lucifer faxoni*.

Alguns trabalhos para área se referem, apenas, a um determinado grupo taxonômico, como os trabalhos de Alvariño (1969) com Chaetognatha, de Björnberg e Campaner (1990) com Copepoda e Montú (1994) com Amphipoda. Outros trabalhos, abordaram apenas a densidade e a biomassa do zooplâncton (Barth e Hauila, 1968). Mais recentemente, já dentro do Programa Recursos vivos da zona Econômica exclusiva (REVIZEE), alguns trabalhos foram publicados sobre o zooplâncton. Entre estes, merece destaque os resumos expandidos de Lopes *et al.* (1998), sobre o zooplâncton nerítico e oceânico da costa norte, e Sousa e Lopes (1998), com o estudo sobre Chaetognatha da região entre o rio Pará e o rio Parnaíba. Recentemente, alguns trabalhos de conclusão de curso e monografias, foram publicados nas Universidades Federais do Pará e do Maranhão, como: Souza (1999), sobre Chaetognatha da região entre o Pará e o Maranhão; Reis (1999), sobre o zooplâncton da foz do rio Amazonas; Fôro *et al.* (1999), com o trabalho sobre Foraminifera da costa do Amapá; Souza e Ferreira (1999), sobre o plâncton em dois perfis, um no rio Pará e outro no rio Gurupí; e, Fernandes (2001), que estudou os Chaetognatha da costa do Amapá.

Diante da escassez de estudos realizados sobre o zooplâncton da Plataforma Continental Norte Brasileira (PCNB), é necessário que se façam mais pesquisas para se determinar a biodiversidade e a produtividade da comunidade zooplanctônica.

O presente trabalho teve como objetivo geral estudar a biodiversidade e biomassa da comunidade macrozooplanctônica, com ênfase nos Copepoda e o gradiente de densidade na plataforma continental norte brasileira, e teve como objetivos específicos:

- a) Conhecer a biodiversidade do macrozooplâncton (> 300  $\mu\text{m}$ ), com ênfase aos Copepoda e sua variação espacial em função da salinidade, temperatura e oxigênio dissolvido (OD) da Plataforma Continental Norte Brasileira (PCNB), nas amostras coletadas durante a operação Norte IV;
- b) Conhecer a biodiversidade do macrozooplâncton (> 300  $\mu\text{m}$ ), com ênfase nos Copepoda, em duas áreas distintas, uma no Maranhão e outra no Pará/Amapá, coletadas na região de quebra da plataforma e

talude continental da Plataforma Continental Norte Brasileira (PCNB), nas amostras coletadas durante a operação Prospecção Pesqueira (Prospec XIX e XX);

- c) Determinar o gradiente de biomassa do macrozooplâncton no sentido continente-oceano em função da pluma estuarina do Amazonas, nas amostras coletadas durante a operação Norte IV.

## 2 POSTULADO TEÓRICO

### 2.1 Hipótese

O zooplâncton da Plataforma Continental Norte do Brasil apresenta uma distribuição diferenciada da biodiversidade e da biomassa devido á grande influência do rio Amazonas, cuja pluma estuarina influencia até uma grande distância da costa.

### 2.2 Tese

Os ecossistemas contêm uma diversidade de organismos vivos, os quais apresentam nos processos vitais um padrão complexo de inter dependência e interação, entre si e com o ambiente. Nas regiões tropicais, a biodiversidade marinha é alta, entretanto, muitas comunidades ainda não são bem conhecidas, como é o caso do zooplâncton (Ormond *et al.*, 1997).

O conhecimento do zooplâncton é de fundamental importância, pois constitui um elo importante, transferindo energia na forma fitoplâncton-bacterioplâncton ou na forma de detrito orgânico particulado para os demais níveis da teia trófica. Influenciam e determinam as comunidades nectônicas e bentônica que tem estágios no plâncton, além de atuar na ciclagem de energia de um ambiente a outro. Apresenta, também, espécies indicadoras e fornece subsídios sobre os processos interagentes, uma vez que a comunidade zooplanctônica é influenciada pelas condições abióticas e bióticas do ambiente (Gross e Gross, 1996).

As interações e conexões existentes entre os membros da teia trófica e o ambiente é tal, que a ação de qualquer espécie ou ação do ambiente nesta espécie, terá uma influência nas demais (Hunter e Price, 1992). É dentro deste contexto, que o zooplâncton composto por várias espécies indicadoras, que ocupam vários níveis tróficos e com curto ciclo de vida, se mostra como excelente “grupo chave”, na compreensão da estrutura da comunidade de um ecossistema, através dos diversos mecanismos de interações entre as espécies.

A produtividade costeira, por outro lado, é determinada pela entrada de nutrientes, tempo de residência das águas, mistura vertical e “cascata trófica”,

através da qual a influência de filtradores vai se sucedendo através dos níveis desta cadeia.

Sabe-se que a penetração das águas do rio Amazonas na região costeira Norte do Brasil, com sua grande carga de nutrientes se faz sentir até áreas bem afastadas da costa. Esta pluma estuarina com suas diferentes características físico-química e intensidade, apresenta uma variedade de efeitos ecológicos, devendo proporcionar uma alta produtividade que deve se estender a muitas milhas da costa. Entretanto, muito pouco é conhecido no que se refere à comunidade zooplanctônica.

Segundo Paiva (2002) a Plataforma Continental do Amazonas sob influência dos rios Pará e Amazonas certamente encontra-se entre os trechos da costa brasileira de maior complexidade. Os intrincados padrões de variação dos processos hidrodinâmicos, físicos, químicos e biológicos são regidos, principalmente, pelo potencial de vazão destes rios ao longo de um ciclo sazonal completo o qual, por sua vez, é condicionado pelos períodos de maior ou menor precipitação pluviométrica característica de toda a região amazônica.

Henderson e Steele (1995) têm mostrado que a pluma estuarina tem um papel importante na variação do zooplâncton costeiro, principalmente nas regiões tropicais, onde as condições térmicas, praticamente, não sofrem variações acentuadas.

As apreciações mencionadas reforçam a necessidade de se realizar investigações mais detalhadas, sobre os processos interagentes mais significativos no condicionamento da estrutura da comunidade zooplanctônica e no seu gradiente de produtividade em águas da Plataforma Continental Norte sob influência do rio Amazonas e também dos rios Tocantins e Pará.

### **3 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A área objeto de estudo está inserida na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira e mais especificamente na Plataforma Continental Norte Brasileira (PCNB).

A ZEE brasileira tem uma extensão de cerca de 3,5 milhões de km<sup>2</sup>, tendo como limites, ao norte, a foz do rio Oiapoque e a fronteira lateral marítima com a Guiana Francesa e, ao sul, o Chuí e a fronteira lateral marítima com o Uruguai, projetando-se para o largo, até 200 milhas da costa, e incluindo, ainda, as áreas em torno do Atol das Rocas, Arquipélago de Fernando de Noronha e São Pedro e São Paulo e Ilhas de Trindade e Martin Vaz.

Em virtude da grande extensão da ZEE brasileira, o Programa de Avaliação do Potencial Sustentável dos Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (Programa REVIZEE), subdividiu a mesma em quatro grandes regiões, de acordo com suas características oceanográficas, biológicas e tipo de substrato dominante, que são: (i) Costa Sul, que vai do Chuí ao Cabo de São Tomé; (ii) Costa Central, que se estende do Cabo de São Tomé até Salvador, incluindo as Ilhas da Trindade e Martin Vaz; (iii) Costa Nordeste, que vai de Salvador até à foz do rio Parnaíba, incluindo o Arquipélago de Fernando de Noronha, o Atol das Rocas e o Arquipélago de São Pedro e São Paulo; (iv) e finalmente a Costa Norte, que se estende da foz do rio Parnaíba até à foz do rio Oiapoque.

#### **3.1 O Litoral Amazônico**

De acordo com a classificação de Silveira (1964) a Costa Norte, que vai da baía de São Marcos ao cabo Orange, perfaz uma extensão aproximada de 1.300 Km, podendo atingir algumas dezenas de quilômetros de largura, consistindo principalmente de planícies costeiras freqüentemente inundáveis, bordejadas por um planalto costeiro pouco elevado, de 6 a 15 m de altitude, constituído por sedimentos terciários e quaternários. Em determinados pontos, o planalto costeiro alcança o oceano formando pequenas falésias.

A costa Norte Brasileira tem sido subdividida em três setores: Litoral Guianense, Golfão Marajoára e Litoral Amazônico Oriental.

O Litoral Guianense, que corresponde ao litoral do estado do Amapá, caracteriza-se por apresentar uma costa baixa, com poucas reentrâncias, provavelmente resultando da acreção sedimentar de origem amazônica. Neste trecho, ocorrem extensas planícies de maré lamosas colonizadas por manguezais, que transicionam em direção ao interior para pântanos costeiros. Cordões litorâneos arenosos do tipo "chênier" sugerem a ação eventual de tempestades que erodem e retrabalham a parte mais interna das planícies de maré, construindo praias arenosas que em seguida são parcialmente recobertas pela deposição lamosa. Este trecho constitui uma típica costa deposicional, condicionada por macromarés que distribuem a lama amazônica, transportada ao norte pela Corrente Norte do Brasil. Ao longo do litoral do Amapá ocorre uma expressiva deposição de sedimentos finos trazidos pelo rio Amazonas. A região costeira emersa é formada por uma planície holocênica de baixa altitude e a largura varia de 10 a 100 Km (Coutinho, 1995). Nittrouer e Kuehl (1995) identificaram uma zona de acumulação entre os cabos Orange e Cassiporé que, nos últimos 1000 anos, foi submetida a uma rápida acreção de sedimentos lamosos, e um litoral, compreendido entre os cabos Cassiporé e Norte que, nos últimos 500 anos, vem sofrendo um processo de erosão.

O Golfão Marajoára representa um gigantesco complexo deltaico-estuarino e exibe costas baixas, muito instáveis, submetidas à ação de processos fluviais e marinhos. Esses processos de erosão são responsáveis pela formação de falésias e deposição, a qual contribui para o desenvolvimento de planícies alagadas, caracterizando o grande número de ilhas do arquipélago marajoara. A oeste da baía de Marajó, a costa é de emersão, desenvolvida a partir de depósitos holocênicos. Percorrido pelo braço sul do rio Amazonas, esta porção da costa é retilínea e contornada pelos cordões arenosos (Coutinho, 1995).

O Litoral Amazônico Oriental apresenta um grande número de pequenos estuários bordejados pelo planalto costeiro esculpido nos sedimentos terciários da Formação Barreiras e, atualmente, em total retrogradação. Os manguezais ocorrem em áreas protegidas e acentuam as irregularidades da linha de costa, gerando amplas planícies de maré. Ao

contrário do litoral do Amapá, o aporte de materiais finos do rio Amazonas para leste não foi suficiente para criar um litoral retilíneo, apesar da ocorrência de uma progradação lamosa e digitiforme que ressalta a irregularidade desta linha de costa. O aspecto é de um litoral afogado pela transgressão marinha e caracterizado por uma sucessão de estuários e acreções sedimentares que, em conjunto, dão um aspecto de “rias”. Algumas destas “rias” alcançam larguras de até 20 km por 5 m de profundidade. Na baía de São Marcos, a natureza arenosa da costa leste favorece o desenvolvimento de dunas e praias bastante arenosas, resultando em uma linha de costa mais suavizada, conhecida como Costa Nordeste (Coutinho, 1995).

### **3.2 Fisiografia da Plataforma Continental Amazônica**

A Plataforma Continental Amazônica apresenta larguras que variam de 100 km, na foz do rio Parnaíba, até 330 km, em frente à ilha do Marajó, sua declividade tende a diminuir com o aumento da largura e a profundidade de quebra da plataforma continental ocorre na faixa de 80 m a 120 m. Vários “canyons” e vales submarinos são observados (Coutinho, 1995).

Na parte mais interna da plataforma continental, a cobertura arenosa é formada por dunas hidráulicas. A mais importante feição desta região é o Cone do rio Amazonas, um dos maiores leques de águas profundas do mundo, o qual provoca uma descontinuidade do talude que é cortado por diversos vales e “canyons” submarinos (Coutinho, 1995). Esses “canyons”, localizados no talude continental a sudoeste do cone do rio Amazonas, ocorrem na profundidade média entre 50 e 750 m. Tais “canyons” parecem feições erosivas de idade recente, pois recortam sedimentos relativamente jovens do talude (Damuth e Palma, 1979).

### **3.3 Hidrodinâmica da Plataforma Continental Amazônica**

#### **3.3.1 Mecanismos Forçantes**

Segundo Castro e Miranda (1998), os ventos de nordeste e sudoeste, predominantes sobre a região equatorial do Oceano Atlântico convergem para a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). A ZCIT migra latitudinalmente durante o ano, localizando-se mais ao norte durante os meses de agosto e

setembro e mais próxima ao equador durante março e abril. Em julho, os ventos de sudeste são mais intensos alcançando a plataforma amazônica com forte componente de leste.

As perturbações atmosféricas na zona equatorial são freqüentemente relacionadas indiretamente às frentes frias. No final de uma seqüência de tais depressões, especialmente durante o inverno austral, o ar frio pode algumas vezes virar para o norte e passar o centro do continente e alcançar o equador; na região amazônica tal onda de frio é chamada de friagem (Serra, 1941).

As correntes costeiras representam um dos mais importantes mecanismos forçantes que atuam sobre a Plataforma Continental Amazônica. De acordo Molinari (1982) e Stramma (1991), as correntes costeiras oeste têm um fluxo ao longo da borda continental adjacente às 6 sub-regiões nas quais a plataforma continental brasileira tem sido dividida. Três braços do fluxo de direção leste da Corrente Sul Equatorial aproximam-se da costa da América do Sul entre 7°S e 17°S.

A Corrente Norte do Brasil (CNB) é formada exatamente ao sul de 10°30'S (Figura 1). A convergência de parte do ramo sul da Corrente Sul Equatorial com a porção sul do ramo central da Corrente Sul Equatorial explica porque a Corrente Norte do Brasil transporta cerca de 21 Sv a aproximadamente 10°S. A partir de lá, a Corrente Norte do Brasil continua para o norte até encontrar o braço norte da Corrente Sul Equatorial justamente ao norte de 5°S. Este sistema de corrente desloca-se para noroeste transportando aproximadamente 37 Sv (Silveira *et al.*, 1994).

### **3.3.2 Dinâmica da Plataforma Continental Amazônica**

De acordo com Castro e Miranda (1998), a Plataforma Continental Amazônica (PCA), localizada entre o cabo Orange (4°N) e Turiaçu (2°S), apresenta características dinâmicas únicas quando comparadas com as de outras plataformas continentais e, muitos fatores contribuem para a caracterização da dinâmica altamente energética da PCA.

A largura da PCA varia consideravelmente ao longo de sua extensão. Próximo a Turiaçu é de aproximadamente 170 km aumentando em direção a foz do rio Amazonas onde alcança 320 km e volta a diminuir em direção ao

norte com uma largura de 210 km em frente do Cabo Norte e 125 km em frente do cabo Orange (Castro e Miranda, 1998).

A PCA tem sua maior superfície ao norte do Equador, muito embora uma porção significativa da mesma esteja localizada ao sul. Uma vez que é dividida pelo Equador, correntes geostróficas relativamente fortes ao longo da plataforma continental podem ser geradas pelos fracos gradientes de pressão que cruzam a plataforma nas porções norte e sul da Plataforma Continental Amazônica (Castro e Miranda, 1998).

Beardsley *et al.* (1995) mostram as diferenças no comportamento das marés na PCA. De acordo com estes autores, as marés M2, S2 e N2 são, nessa ordem, os constituintes semidiurnos dominantes na PCA e as taxas de amplitudes na mesma ordem são, geralmente, 12:3:2 para as estações costeiras.

As descargas do rio Amazonas dentro da PCA alcançam uma média de  $1,8 \times 10^5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  de água doce (Figueiredo *et al.*, 1991), representando 18 % do total de água doce de todos os rios que é lançada dentro do oceano (Milliman e Meade, 1983; Kineke *et al.*, 1996; Smith Jr. e Demaster, 1996). A descarga de água doce varia sazonalmente, sendo o máximo de  $2,5 \times 10^5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (maio a junho), e o mínimo de  $1,2 \times 10^5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  em (outubro a dezembro) (Curtin e Legeckis, 1986). Segundo Castro e Miranda (1998), estas descargas confirmam que o rio Amazonas é a maior fonte de descarga de água doce nos oceanos. O segundo maior rio do sistema de drenagem da Amazônia é o rio Pará que tem uma descarga estimada de  $10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (Oltman, 1968).

A baixa salinidade, menor que 33, formada na superfície da pluma próxima à foz do rio Amazonas, é resultado da mistura da água doce com a água da plataforma continental e estende-se para leste até 200-300 km de junho até dezembro, e 400-500 km de março a maio quando a descarga do rio está em seu pico (Lentz, 1995). A pluma do rio Amazonas também se desloca para noroeste, penetrando mais de 1000 km no Atlântico Norte (Gibbs, 1970; Muller-Karger *et al.*, 1988). Lentz (1995) observou que de janeiro a junho a pluma do rio Amazonas, ao norte de  $5^\circ\text{N}$ , está localizada principalmente a oeste de  $52^\circ\text{W}$ , deslocando-se em direção ao Caribe, e que de agosto a outubro cerca de 70% da água da pluma do rio Amazonas é levada em direção ao leste pela retroflexão da Corrente Norte do Brasil e os restantes 30% são

desviados em direção noroeste para o Caribe. De acordo com Geyer e Kineke (1995), em frente à foz do Rio Amazonas, a água doce estende-se se afastando da costa para mais de 120km e a cunha salina localiza-se mais distante que isto da foz do rio. Segundo Gibbs (1970), o estuário do rio Amazonas encontra-se numa plataforma continental aberta desprovida de fronteiras laterais sólidas. Para Geyer e Kineke (1995), até cerca de 100km da foz do rio Amazonas, o fluxo da média de maré ao longo da plataforma continental é ainda predominantemente ao largo da costa, da superfície para o fundo, muito embora, mostrando um forte desvio vertical. Apenas a aproximadamente 300 km, a noroeste da foz do rio Amazonas, é possível observar corrente com uma variação vertical típica de estuário, ao largo da costa corrente próxima à superfície e próximo à costa corrente de fundo.

A estreita pluma do rio Amazonas mostra verticalmente valores de salinidade uniformes, a espessura permanece a mesma até centenas de quilômetros em direção a noroeste da foz do rio com, praticamente, nenhuma variação no tempo. Embora se estendendo por várias centenas de quilômetros na plataforma continental, a frente salina mostra fortes translações através da plataforma continental ao norte (Geyer, 1995). Em frente à foz do rio Amazonas, a frente salina oscila até 50 km ao longo da plataforma continental, aproximando-se da costa durante as marés. Oscilações similares, com amplitudes menores, de cerca de 20 km, são observadas em direção noroeste da foz do rio. As oscilações frontais ao longo da plataforma continental são acompanhadas por mudanças drásticas na estratificação vertical da zona frontal. Em frente à foz do rio Amazonas, a estratificação vertical é máxima durante a baixa mar, quando a zona frontal lembra um estuário de borda salina, e mínima durante a preamar, quando a zona frontal tem a característica de um estuário parcialmente misturado. A migração frontal ao longo da plataforma continental e o ciclo de estratificação-desestratificação estão conectados à modulação noturna forte das fortes correntes de maré na plataforma continental. De acordo com Geyer (1995), estas correntes advectam à frente de salinidade e fornecem a maior parte de energia necessária para mistura sobre a Plataforma Continental do Amazonas.

Parte da quantidade total dos sedimentos transportados pelo rio Amazonas dentro da PCA está sendo depositada na plataforma continental

interna, particularmente em direção a noroeste da foz do rio (Kineke *et al.*, 1991). Nestas regiões camadas profundas e espessas de fluido de lama, mostrando uma espessura de poucos metros e concentrações de sedimentos maior que  $10 \text{ g.l}^{-1}$ , podem ser encontradas. A maior parte da velocidade de corrente de maré é observada dentro da camada de lama fluida de fundo (Geyer e Kineke, 1995). Uma implicação dinâmica da presença sobre a plataforma continental interna do fluido de lama próximo ao fundo é uma redução substancial do efetivo coeficiente de arrasto de fundo, sentida pelo fluido subjacente, comparado aos valores estimados para a PCA externa.

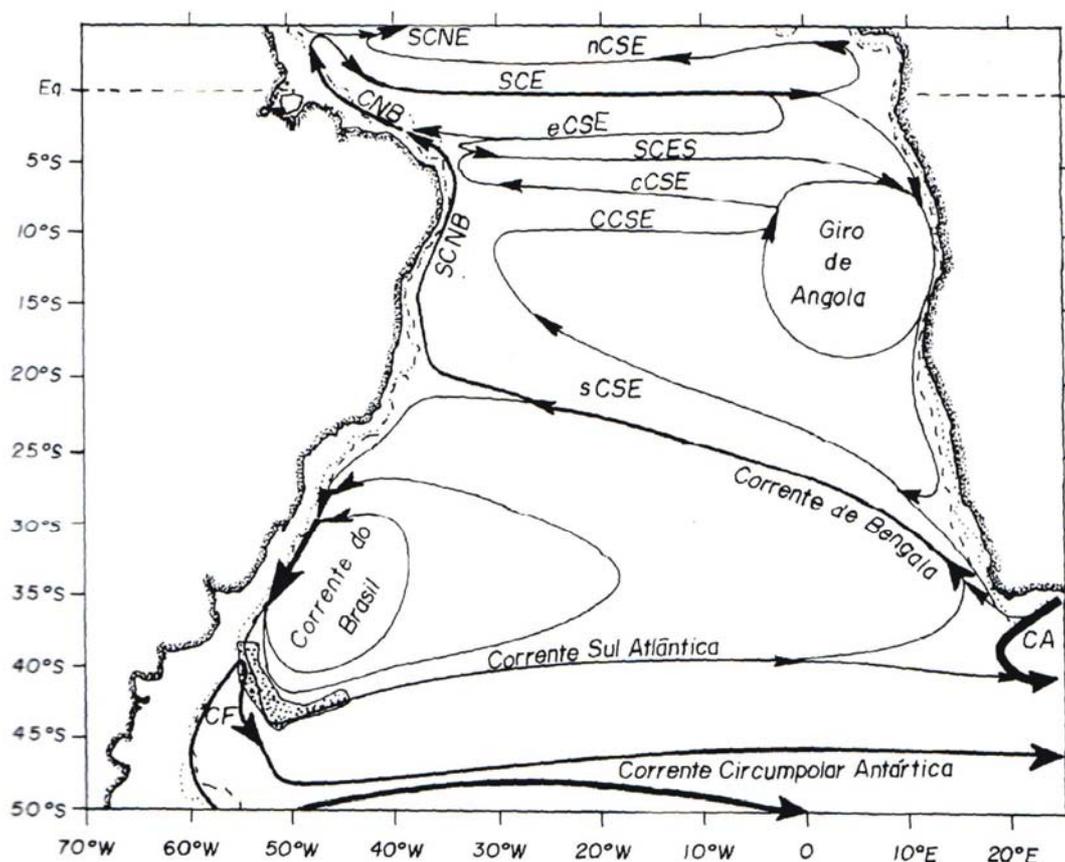


Figura 1 – Representação esquemática das correntes geostróficas de larga escala referentes à camada da ACAS (Água Central do Atlântico Sul), entre 100 e 500 m de profundidade, para o outono austral. Adaptado por Gaeta (1999) de Stramma e England (1999).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

O material estudado foi coletado em 23 estações oceanográficas durante a Operação Norte IV (Figura 2), realizada pelo navio Oceanográfico “Antares”, durante o período de 28 de julho a 14 de agosto de 2001 (período de transição entre a maior e a menor vazão do rio Amazonas); em sete perfis perpendiculares à costa dos Estados do Pará e Amapá, delimitados pelas coordenadas geográficas 0°02,2' e 4°28,53' latitude N e 46°05,02 e 48°52,95' longitude W, abrangendo as estações oceanográficas sobre a plataforma continental e águas oceânicas adjacentes. Além disso foram analisadas 28 estações oceanográficas, amostradas durante as operações de prospecção pesqueira do Programa REVIZEE, em duas campanhas, a Prospec XIX e Prospec XX (Figura 3), a bordo do navio de pesquisa “Almirante Paulo Moreira”. As estações foram perfiladas ao longo da quebra da PCN e talude oceânico. A campanha Prospec XIX foi realizada de 26 de fevereiro a 12 de março de 2001, ao largo da costa dos Estados do Pará e Amapá e a Prospec XX foi realizada de 27 de março a 04 de abril de 2001, ao largo da costa do Maranhão (período de maior vazão do rio Amazonas).

### **4.1 Estações de Amostragem**

#### **4.1.1 Operação Norte IV**

As informações referentes ao detalhamento das estações de coleta da operação Norte IV, foram retiradas da planilha de campo, e encontram-se especificadas na tabela 1.

Foram realizados cinco perfis, perpendiculares à costa, posicionados com uma distância mínima de trinta milhas entre eles. Em cada perfil foram demarcadas de três a seis estações oceanográficas, distanciadas de 7,5 a 45 milhas uma das outras. Das vinte e três (23) estações de amostragem, treze (13) estão localizadas na província nerítica e dez (10) na oceânica.

Perfil 11 – Estações: 52, 53, 56, 60 e 61;

Perfil 12 – Estações: 64, 68 e 71;

Perfil 13 – Estações: 72, 74, 75, 77 e 79;

Perfil 14 – Estações : 82, 85, 87 e 89;

Perfil 15 – Estações: 90, 93, 94, 96, 97 e 98;

#### 4.1.2 Prospecção Pesqueira (Prospec)

As informações referentes ao detalhamento das estações de coleta da Prospec XIX e XX, foram retiradas da planilha de campo, e encontram-se especificadas na tabela 2 e 3 respectivamente.

Para as campanhas Prospec XIX e XX, foram realizados perfis longitudinais à costa. Em cada prospec foram demarcadas 13 (Prospec XIX) e 15 (Prospec XX) estações oceanográficas, distanciadas 7,5 milhas uma das outras. Todas as estações estão localizadas na região de quebra de plataforma e talude oceânico.

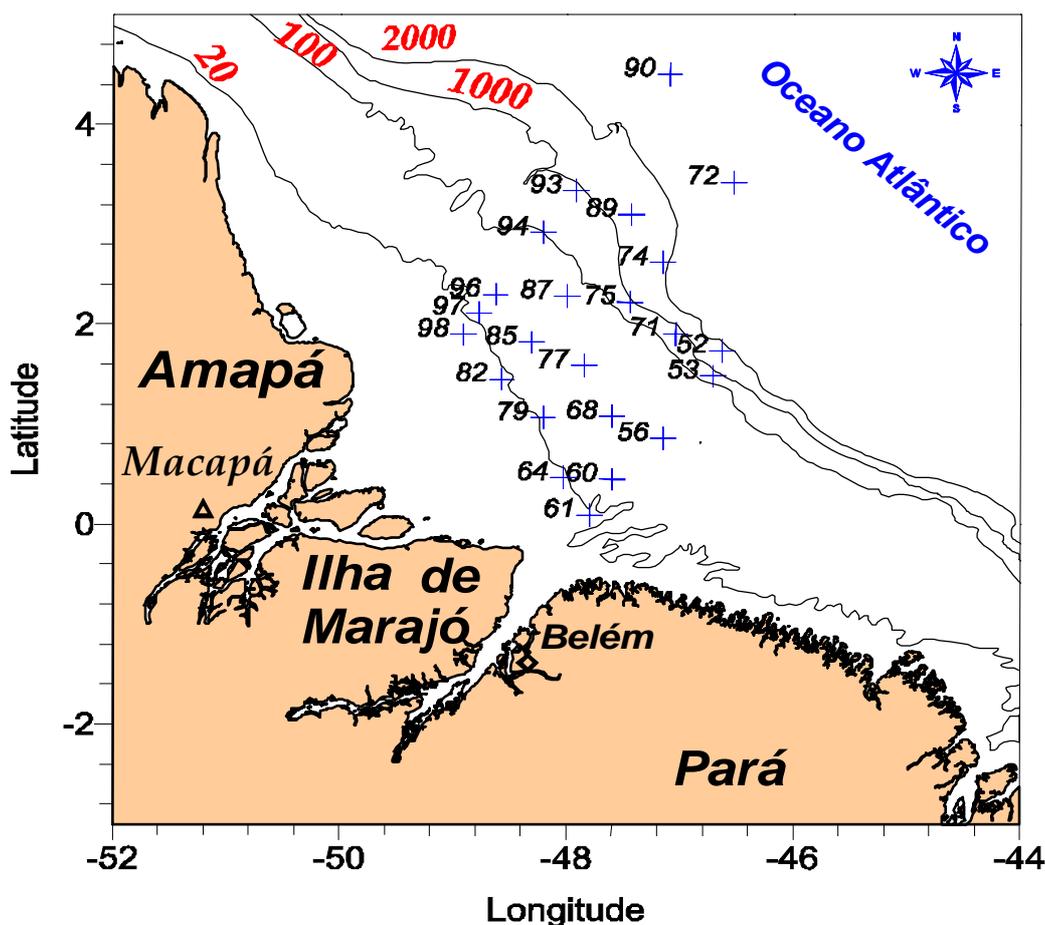


Figura 02 – Localização das estações de coleta nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá. Operação Norte IV - 2001.

Tabela 1 – Características das estações oceanográficas. Estados do Pará e Amapá (Brasil). Operação Norte IV.

Perfil N°	Estação N°	Localização		Data	Hora	Prof. Local (m)	Prof. de coleta (m)	Arrasto Plâncton Tempo (min)
		Latitude N	Longitude W					
11	52	00°49,6'	46°25,9'	28/7/01	08h46	2.299	200	21
11	53	01°28,9'	46°42,4'	28/7/01	16h28	206	150	15
11	56	00°51,5'	47°08,8'	29/7/01	03h23	46	35	7
11	60	00°02,2'	47°42,4'	30/7/01	07h30	24	10	6
11	61	00°05,5'	47°47,8'	30/7/01	10h05	25	13	5
12	64	00°27,9'	48°01,9'	07/8/01	00h38	20	10	20
12	68	01°04,7'	47°35,9'	07/8/01	10h20	56	45	8
12	71	01°54,4'	47°02,5'	07/8/01	20h25	490	200	18
13	72	03°25,3'	46°32,0'	08/8/01	09h50	3126	200	20
13	74	02°37,2'	47°09,1'	08/8/01	22h14	1854	200	15
13	75	02°13,4'	47°26,4'	09/8/01	04h11	440	200	15
13	77	01°35,3'	47°51,5'	09/8/01	12h36	53	45	9
13	79	01°03,9'	48°12,6'	09/8/01	20h04	27	20	4
14	82	01°27,1'	48°34,3'	10/8/01	04h19	17	12	3
14	85	01°49,2'	48°18,6'	10/8/01	10h21	48	40	6
14	87	02°17,0'	48°00,1'	10/8/01	15h50	75	60	10
14	89	03°05,9'	47°25,8'	11/8/01	02h00	1337	200	16
14	90	04°30,1'	47°05,6'	11/8/01	15h36	2993	200	14
15	93	03°20,2'	47°55,1'	12/8/01	07h48	966	200	25
15	94	02°55,2'	48°12,6'	12/8/01	18h22	129	115	13
15	96	02°18,0'	48°37,8'	13/8/01	03h00	51	40	5
15	97	02°07,1'	48°46,4'	13/8/01	06h11	26	17	9
15	98	01°55,5'	48°52,9'	14/8/01	09h34	28	20	5

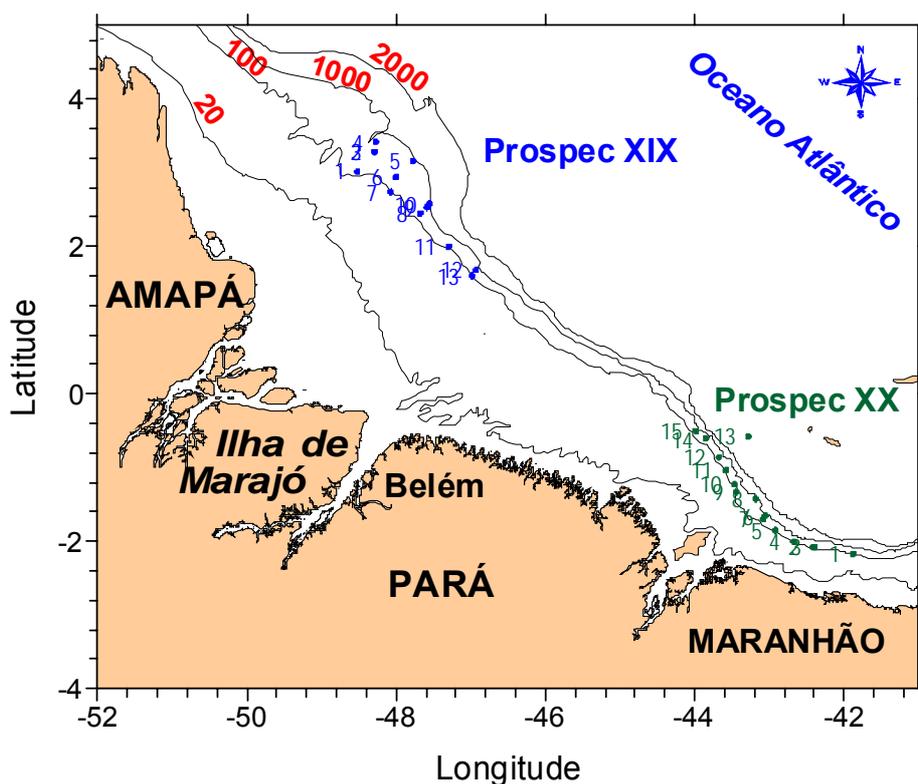


Figura 3 – Localização das estações de coleta nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará, Amapá e Maranhão. Prospec XIX e XX - 2001.

Tabela 2 – Características das estações oceanográficas. Estados do Pará e Amapá (Brasil). Prospec XIX.

Estação N°	Localização		Data	Hora	Prof. Local (m)	Prof. de coleta (m)	Arrasto Plâncton Tempo (min)
	Latitude N	Longitude W					
01	03°00,72'	48°31,22'	1/3/01	12h50	95	70	6
02	03°17,19'	48°17,53'	3/3/01	11h20	308	200	9
03	03°17,19'	48°17,53'	3/3/01	16h20	300	200	12
04	03°24,90'	48°16,56'	3/3/01	21h05	450	200	10
05	03°09,56'	47°46,57'	4/3/01	09h50	800	200	12
06	02°56,56'	48°00,15'	5/3/01	02h00	290	200	13
07	02°44,59'	48°04,15	5/3/01	13h20	100	80	8
08	02°27,03'	47°40,78'	6/3/01	13h20	95	60	6
09	02°31,86'	47°35,39'	7/3/01	10h20	542	200	13
10	02°34,84'	47°33,41'	7/3/01	17h00	580	200	12
11	01°59,94'	47°17,81'	8/3/01	13h50	80	60	6
12	01°40,68'	46°55,86'	9/3/01	10h00	300	200	12
13	01°35,99'	46°58,91'	9/3/01	15h40	70	50	5

Tabela 3 – Características das estações oceanográficas. Estado do Maranhão (Brasil). Prospec XX.

Estação Nº	Localização		Data	Hora	Prof. Local (m)	Prof. de coleta (m)	Arrasto Plâncton Tempo (min)
	Latitude S	Longitude W					
01	02°10,3'	41°52,65'	27/3/01	07h02	61	40	5
02	02°04,8'	42°24,84'	27/3/01	17h00	63	40	5
03	02°04,9'	42°23,90'	28/3/01	13h40	68	48	5
04	02°00,5'	42°40,45'	29/3/01	09h10	63	43	5
05	01°51,2'	42°54,96'	29/3/01	17h25	63	43	5
06	01°39,5'	43°03,16'	30/3/01	12h05	430	200	12
07	01°42,1'	43°04,83'	31/3/01	02h50	65	45	5
08	01°25,4'	43°11,12'	31/3/01	16h20	100	80	7
09	01°19,9'	43°26,72'	01/4/01	09h20	58	38	4
10	01°13,7'	43°28,03'	01/4/01	17h30	58	38	4
11	01°02,2'	43°34,78	02/4/01	08h50	51	31	4
12	00°51,4'	43°40,34'	02/4/01	15h00	61	41	4
13	01°34,9'	43°16,86'	03/4/01	11h15	65	45	5
14	00°36,6'	43°51,31'	04/4/01	06h40	60	40	5
15	00°30,3'	43°59,19	04/4/01	13h00	62	42	5

## 4.2 Parâmetros Físico-Químicos

Os dados hidrológicos, analisados apenas para as amostras da operação Norte IV, foram fornecidos pela equipe de pesquisa do Laboratório de Oceanografia Física e pelo Laboratório de Oceanografia Química da Universidade Federal do Pará.

### 4.2.1 Transparência da água

A transparência da água foi estimada com o auxílio de Disco de Secchi de 30 cm de diâmetro e os valores convertidos em profundidades de extinção de luz a partir da fórmula de Poole e Atkins (1929).

### 4.2.2 Salinidade e Temperatura

Os dados referentes à temperatura e salinidade foram obtidos com o auxílio de uma sonda CTD (marca Seabird). Uma vez obtidos os perfis descendentes da temperatura e salinidade, as profundidades de coleta de água

eram então estabelecidas, sendo que o critério foi: sub superfície logo acima da termoclina, entre a termoclina e abaixo da termoclina.

#### **4.2.3 Oxigênio Dissolvido (OD)**

A primeira amostra de água extraída da garrafa de Niskin, sempre, destinava-se à determinação do oxigênio dissolvido o que era feito em frasco de vidro âmbar, tomando-se o cuidado para que não houvesse a formação de bolhas o que alteraria os resultados. Na determinação deste parâmetro o método empregado foi o de Winkler descrito em Strickland e Parsons (1972) sendo que, para isso, foi utilizada uma bureta digital de 50 ml de capacidade e precisão de  $\leq 0,2\%$ .

### **4.3 Macrozooplâncton**

As coletas foram realizadas com rede do tipo Bongo, com 2 m de comprimento, 60 cm de boca, com malha filtrante de 300  $\mu\text{m}$  de abertura de malha. Um fluxômetro (General Oceanic) foi adaptado à boca da rede, para estimativa do volume filtrado.

Os arrastos foram duplos oblíquos, através da coluna de água, de acordo com a batimetria e topografia local. Variaram de 12 a 60 m até à superfície, nas estações neríticas (13 estações) e de 115 a 200 metros até à superfície, nas estações oceânicas (10 estações). O tempo de duração de cada arrasto variou de 3 a 25 minutos.

Ao final de cada arrasto, antes da retirada do material coletado, a rede foi lavada repetidas vezes com água do próprio local, de fora para dentro, com a finalidade de se evitar perdas de organismos que tivessem ficado presos à malha, bem como para não haver interferência nas coletas subseqüentes.

Para as amostras coletadas durante a operação Norte IV, procedeu-se ao fracionamento da amostra, utilizando um equipamento "Folson". Dois terços (2/3) da amostra foram fixados imediatamente, com formol a 4%, neutralizado com Tetraborato de Sódio P.A, satisfatório para fixar os organismos zooplanctônicos, seguindo-se as técnicas descritas por Newell e Newell (1966). Para as amostras coletadas durante as Prospec XIX e XX, foram também fixadas, utilizando-se o mesmo procedimento citado anteriormente.

Cada amostra foi colocada em frascos de polietileno com capacidade volumétrica de 500 ml, devidamente etiquetados, com dados relativos ao perfil, estação, arrasto, amostra, hora e data.

#### **4.3.1 Biomassa (peso úmido)**

Em laboratório, as amostras foram pesadas para determinação da biomassa, através do peso úmido, utilizando-se filtros de abertura de malha de 120µm, em balança de precisão, segundo as técnicas de Omori e Ikeda (1984).

#### **4.3.2 Biodiversidade Zooplanctônica**

Para a análise qualitativa e quantitativa dos organismos zooplanctônicos, cada amostra foi colocada em um béquer de 1000 ml, sendo adicionada água destilada para diluição até 500 ml. Em seguida, esta amostra foi homogeneizada, retirando-se então uma sub-amostra de 5,6 ml com auxílio de uma pipeta “Stempel” e vertida em placa de contagem “bogorov”, sendo analisada em estereomicroscópio binocular (marca Olympus). Adicionalmente foi observada toda a amostra para verificar a ocorrência de espécies não identificadas no procedimento anterior.

Quando se fez necessário, a identificação específica foi complementada no microscópio óptico e para uma visualização mais acurada, foram utilizados corantes como o azul de metileno a 1% ou então, uma ou duas gotas de Rosa de Bengala, que propiciam uma coloração rápida, sem a exigência de nenhuma preparação prévia. Para observação das estruturas de caráter sistemático dos Copepoda foi realizada a dissecação.

A contagem do número total de taxa foi baseada na menor unidade taxonômica que foi possível identificar para cada filo.

Os ovos e larvas de peixes foram triados da amostra antes do presente estudo, sendo analisados por outro grupo de pesquisa.

Para a identificação dos organismos zooplanctônicos e obtenção de informações ecológicas foram utilizadas, dentre outras, as seguintes bibliografias: Rose (1933), Tregouboff e Rose (1957), Björnberg, (1963), Boltovskoy (1981; 1999), Omori e Ikeda (1984), Mazzocchi *et al.* (1995); Montú e Gloeden (1998), dentre outros.

A sinopse taxonômica foi baseada, principalmente, na classificação apresentada por Boltovskoy (1999), enquanto que a ordenação zoológica foi realizada segundo Ruppert e Barnes (1996). A identificação dos Copepoda foi feita de acordo com Björnberg (1981).

#### **4.3.3 Espécies de Copepoda Mais importantes**

Ênfase foi dada aos Copepoda, porque de acordo com Paffenhöfer e Mazzocchi (2003), o conhecimento da abundância numérica das espécies de copépodos epipelágicos é fundamental para compreender o funcionamento das comunidades no ambiente pelágico. Em virtude da elevada quantidade de espécies de Copepoda, analisou-se de forma mais detalhada as 12 espécies de Copepoda mais abundantes, destacando-se os trabalhos publicados para cada espécie, além da sua distribuição e considerações ecológicas.

#### **4.4 Tratamento numérico dos dados**

##### **4.4.1 Abundância relativa (%)**

Calculada pela fórmula:

$$\mathbf{Ar = N . 100 / Na}$$

Onde,

**Ar** = abundância relativa;

**N** = é o número total de organismos de cada táxon na amostra;

**Na** = é o número de organismos na amostra;

Os resultados foram dados em percentagem, tendo sido utilizado o seguinte critério:

>70%	→ dominante
70%   40%	→ abundante
40%   10%	→ pouco abundante
≤ 10%	→ raro

##### **4.4.2 Frequência de ocorrência (%)**

A freqüência de ocorrência de cada organismos foi calculada pela fórmula:

$$F_o = T_a \cdot 100 / T_A$$

Onde:

**F<sub>o</sub>** = Freqüência de ocorrência;

**T<sub>a</sub>** = número de amostras em que o táxon ocorreu;

**T<sub>A</sub>** = número total de amostras;

Os resultados foram fornecidos em percentagem, tendo sido utilizado o seguinte critério de classificação:

>70%	→ muito freqüente
70%   40%	→ freqüente
40%   10%	→ pouco freqüente
≤ 10%	→ esporádico

#### 4.4.3 Densidade (org.m<sup>-3</sup>)

O cálculo do número total de organismos (N) de cada táxon na amostra foi feito utilizando-se a seguinte fórmula:

$$N = V_t \cdot x / V_c$$

onde:

**N** = Densidade (org.m<sup>-3</sup>);

**V<sub>t</sub>** = volume total de diluição;

**V<sub>c</sub>** = volume da subamostra;

**x** = é o número de organismos de cada táxon, na subamostra;

O número total de organismos por unidade de volume (N<sup>o</sup>.org.m<sup>-3</sup>) foi obtido segunda a fórmula:

$$N^{\circ} \cdot \text{org} \cdot \text{m}^{-3} = N / V$$

Onde,

**N** = é o número total de cada táxon na amostra;

**V** = é o volume de água filtrado;

#### 4.4.4 Índice de diversidade específica (ind.bit<sup>-1</sup>) e eqüitabilidade

O índice de diversidade específica baseou-se em Shannon (1948) (H'), utilizando-se a fórmula:

$$H' = - \sum p_i \cdot \log_2 p_i$$

Onde,

H' = Diversidade específica;

$p_i = n_i / N$  (probabilidade de coleta da espécie i na população, estimada a partir de sua freqüência relativa ( $n_i/N$ ) na amostra);

$n_i$  = é o número de indivíduos de cada espécie i;

$N$  = é o número total de indivíduos na amostra;

Utilizando-se os logaritmos na base 2, o valor do índice de diversidade é expresso em bit por indivíduo. Consideram-se valores acima de 3 bits.ind<sup>-1</sup> altos, e abaixo de 1 bits.ind<sup>-1</sup>, baixos.

A eqüitabilidade (J) foi calculada a partir do índice de Shannon (H'), através da fórmula:

$$J = H' / \log S$$

Onde:

S = número de espécies de cada amostra. Adotam-se, para este índice, valores entre 0 e 1, sendo > 0,5 considerado significativo, eqüitativo.

#### 4.4.5 Análise numérica

Inicialmente foi feita uma análise de agrupamento (Bray e Curtis), levando-se em consideração o total das estações neríticas e o total das oceânicas de cada perfil, com base na matriz de densidade dos Copepoda. Foi feita a seguir uma matriz simétrica de valores cofenéticos que foi utilizada para testar a significância do agrupamento (Rohlf e Fisher, 1968).

Em seguida, foi feita uma análise de agrupamentos (Bray e Curtis), sendo utilizada apenas a matriz de dados da densidade dos Copepoda (org.m<sup>-3</sup>), grupo mais significativo na área. A classificação utilizada foi a aglomerativa

hierárquica do “peso proporcional” (Weighted Pair Group Method Average Arithmetics – WPGMA). Foi também testada a significância do agrupamento a partir da matriz simétrica de valores cofenéticos (Rohlf e Fisher, 1968).

Na análise de componentes principais a matriz formada com os taxa zooplanctônicos e os parâmetros ambientais mais significativos foi submetida a uma padronização por fileiras, para reduzir os efeitos das diferentes escalas. Em seguida foi calculada a similaridade por correlação momento-produto de Pearson, e daí, computou-se os autovalores da matriz de dispersão, estando associado a cada um desses autovalores, autovetores, que correspondem aos eixos principais do espaço multidimensional. O primeiro eixo principal descreve a maior dimensão elipsóide multidimensional enquanto que os eixos principais seguintes passam por dimensões sucessivas gradativamente menores (Legendre e Legendre, 1998).

Todos estes cálculos foram feitos utilizando o programa computacional NTSYS (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) da Matagrifics Software Corporation, Califórnia – USA.

#### **4.5 Normatização do texto**

Tabelas e gráficos foram confeccionados segundo as normas do Conselho Nacional de Estatística (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1993).

Todos os textos, citações e referências bibliográficas seguiram as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (1989a, b, 1990a, b, 1993, 2000a, b).

## **5 RESULTADOS**

### **5.1 Hidrologia**

#### **5.1.1 Temperatura (°C)**

De uma maneira geral as estações neríticas apresentaram as maiores temperaturas, com média de 27,89°C, enquanto que as estações oceânicas apresentaram as menores temperaturas, com média de 27,16°C.

Na superfície da área estudada, a temperatura máxima foi registrada na estação 79, do perfil 13, com valor 28,81°C, enquanto que a mais baixa esteve presente na estação 94, perfil 15, com valor correspondente a 26,71°C; a amplitude térmica foi de 2,1°C (Figura 4 e Tabela 4).

Para cada perfil foram realizadas leituras de temperatura correspondentes a várias profundidades de coleta. O perfil 11 teve profundidade máxima de 275 m, na estação 52, que obteve a menor média vertical de temperatura, com 26,09°C, e amplitude térmica de 5,11°C. O perfil 13 teve profundidade máxima na estação 72, mas a maior média de temperatura vertical foi registrada na estação 94 com 21,86°C, e amplitude de 22,06°C. A estação 89, do perfil 14, com profundidade máxima de 1.337 m, obteve a menor média de temperatura vertical com 19,18°C, e amplitude térmica de 22,1°C. O perfil 15 foi o que apresentou a maior temperatura vertical média com 19,08°C e amplitude térmica de 24,16°C na estação 90 (Figura 5).

#### **5.1.2 Salinidade (PSU)**

Os menores valores de salinidade foram observados para as estações neríticas da área estudada, enquanto que os maiores para as oceânicas. O perfil 11 apresentou os menores valores médios superficiais de salinidade da área de estudo, com 31,14 PSU. O valor mais baixo de salinidade foi registrado na estação 56, com 26,98 PSU, enquanto que o maior valor foi registrado no perfil 12, com 36,42 PSU, e uma amplitude de 9,44 PSU, observada principalmente nas estações mais neríticas de cada perfil (Figura 4 e Tabela 4).

Para cada perfil foram realizadas leituras de salinidade correspondentes a várias profundidades de coleta. O perfil 11 apresentou valor médio de 31,15 PSU, com máximo de 36,53 PSU na estação 52 a 10 m de profundidade e mínimo de 26,95 PSU na estação 53 a 70 m. O perfil 12 teve valor médio de

35,85 PSU, com máximo de 36,43 na estação 71 a uma profundidade de 50 m e mínimo de 34,15 PSU na superfície da estação 64. No perfil 13 o valor médio de salinidade foi de 35,98 PSU, com valor máximo de 36,47 a 90 m de profundidade e mínimo de 35,39 a 200 m, ambos na estação 74. Para o perfil 14, o valor médio foi de 35,78 PSU, com valor máximo de 36,39 na estação 89 a 65 m de profundidade e mínimo de 31,7 PSU na superfície da estação 82. O perfil 15 teve média de 35,53 PSU, máxima de 36,45 na estação 93 a 70 m e mínimo de 28,87 PSU na superfície da estação 98 (Figura 6).

### 5.1.3 Oxigênio Dissolvido (OD)

A distribuição do OD na área estudada, foi inversa ao da salinidade, onde os valores mais elevados foram registrados nas estações neríticas e os menores nas oceânicas. O perfil 14 apresentou o menor valor médio de oxigênio dissolvido da área de estudo, com  $4,72 \text{ ml.L}^{-1}$ . O valor mais baixo de OD superficial foi registrado na estação 60, com  $4,4 \text{ ml.L}^{-1}$ , enquanto que o maior valor foi registrado na estação 56 do perfil 11, com  $7,68 \text{ ml.L}^{-1}$ , e uma amplitude de  $3,28 \text{ ml.L}^{-1}$  (Figura 4 e Tabela 4).

Para cada perfil foram realizadas leituras de OD correspondentes a várias profundidades de coleta, em virtude da profundidade local. O perfil 11 apresentou valor médio de  $6,06 \text{ ml.L}^{-1}$ , com máximo de  $7,68 \text{ ml.L}^{-1}$ , na estação 56 à superfície e mínimo de  $4,41 \text{ ml.L}^{-1}$ , na estação 60 à superfície. O perfil 12 teve valor médio de  $4,9 \text{ ml.L}^{-1}$ , com máximo de  $6,15$  na superfície da estação 68 e mínimo de  $4,45 \text{ ml.L}^{-1}$ , a 10 metros de profundidade da estação 71. No perfil 13 o valor médio de OD foi de  $4,74 \text{ ml.L}^{-1}$ , com valor máximo de  $6,26 \text{ ml.L}^{-1}$ , na superfície da estação 79 e mínimo de  $4,20$  a 290 m, na estação 75. Para o perfil 14, o valor médio foi de  $4,72 \text{ ml.L}^{-1}$ , com máximo de  $5,39 \text{ ml.L}^{-1}$ , na estação 89 à superfície e mínimo de  $4,14 \text{ ml.L}^{-1}$ , a 430 metros de profundidade da estação 89. O perfil 15 teve média de  $4,83$ , máxima de  $5,91$  na estação 93 a 135 m e mínimo de  $3,23 \text{ ml.L}^{-1}$ , a 480 metros de profundidade na estação 93 (Figura 7).

### 5.1.4 Transparência da Água

Observou-se de uma maneira geral que os valores de transparência foram mais elevados nas estações mais distantes da costa, alcançando uma

transparência máxima na estação 52, uma estação oceânica, com 29 m e o menor valor foi registrado na estação 98, a estação mais próxima da costa e sob influência direta da pluma amazônica, com 0,3 m.

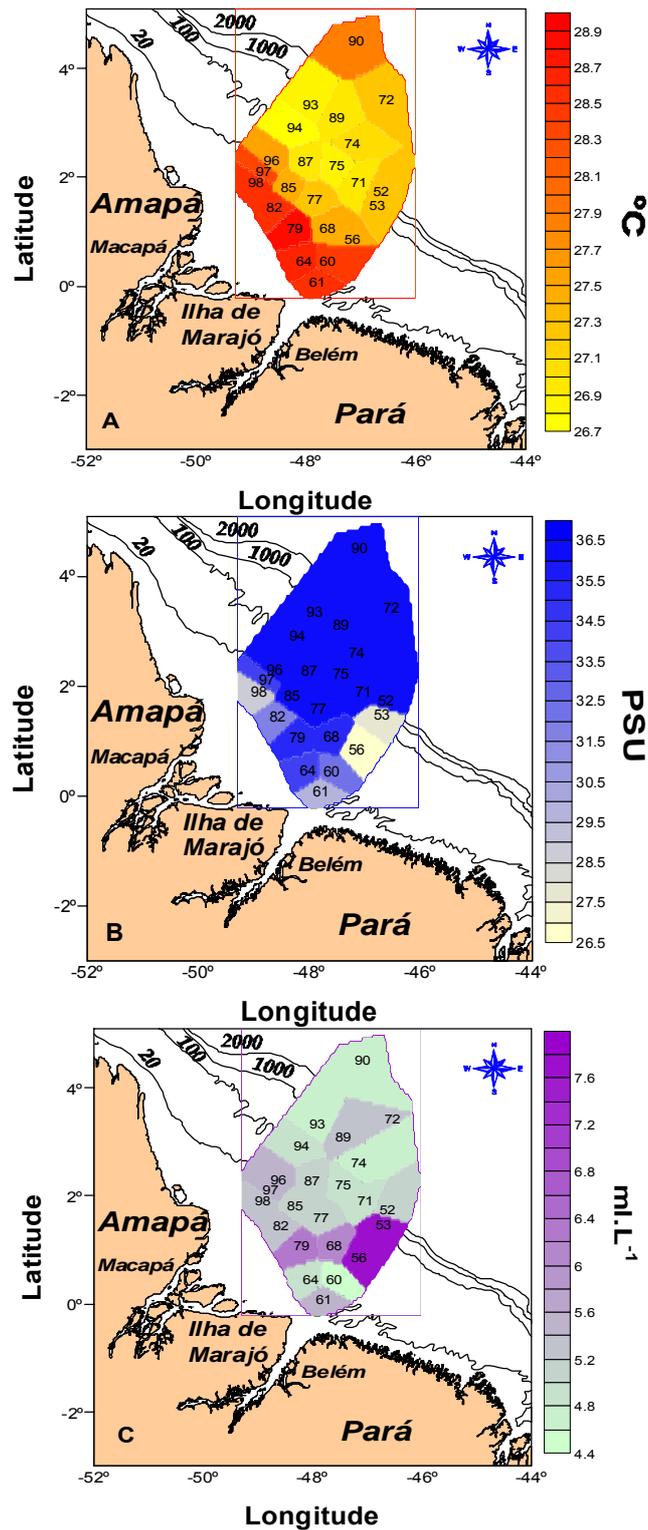


Figura 4 – Distribuição superficial da temperatura (°C) (A), salinidade (PSU) (B) e oxigênio dissolvido (ml.L<sup>-1</sup>) (C), nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Operação Norte IV - 2001.

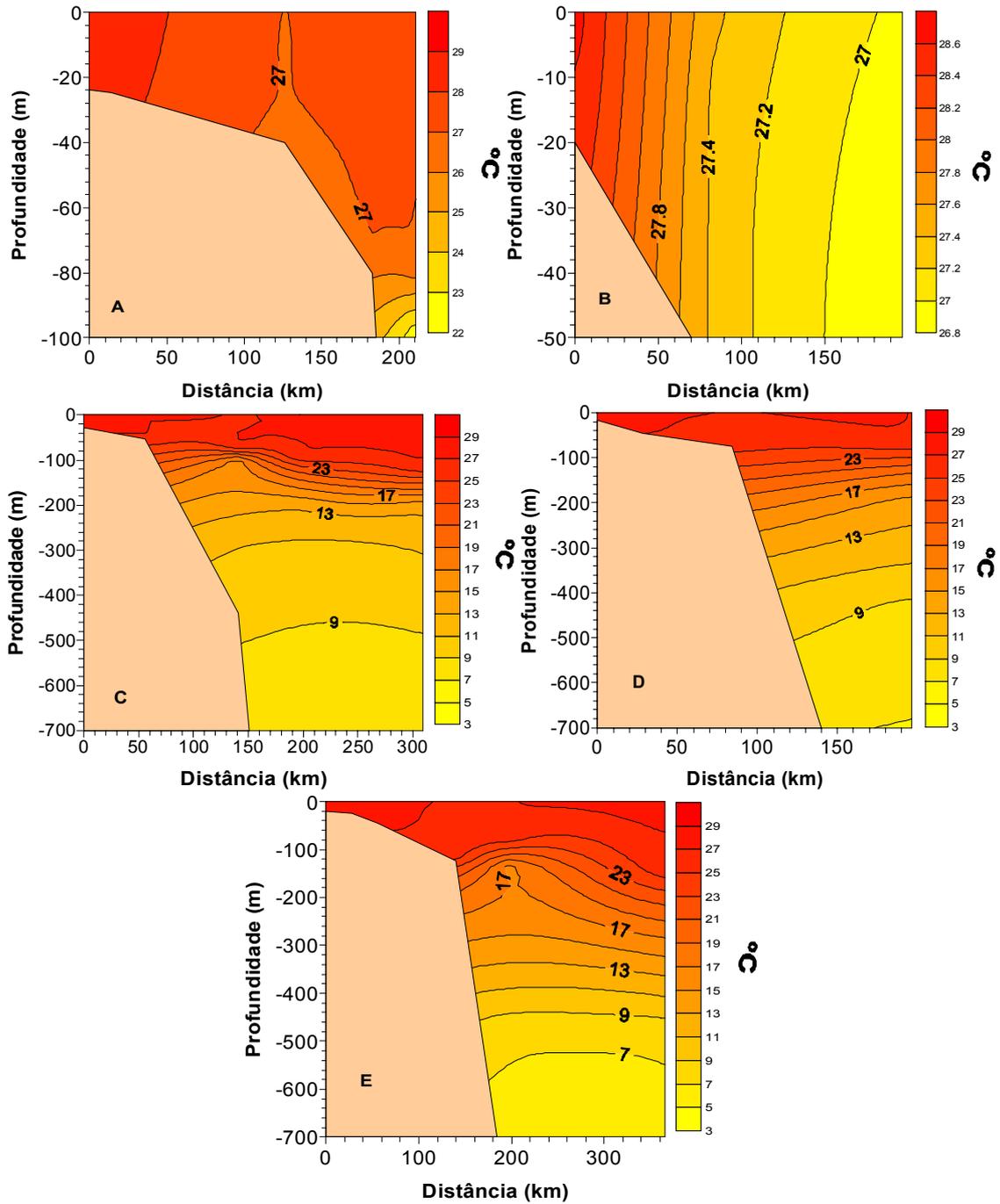


Figura 5 – Distribuição vertical da temperatura nos perfis 11 (A), 12 (B), 13 (C), 14 (D) e 15 (E), nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Operação Norte IV - 2001.

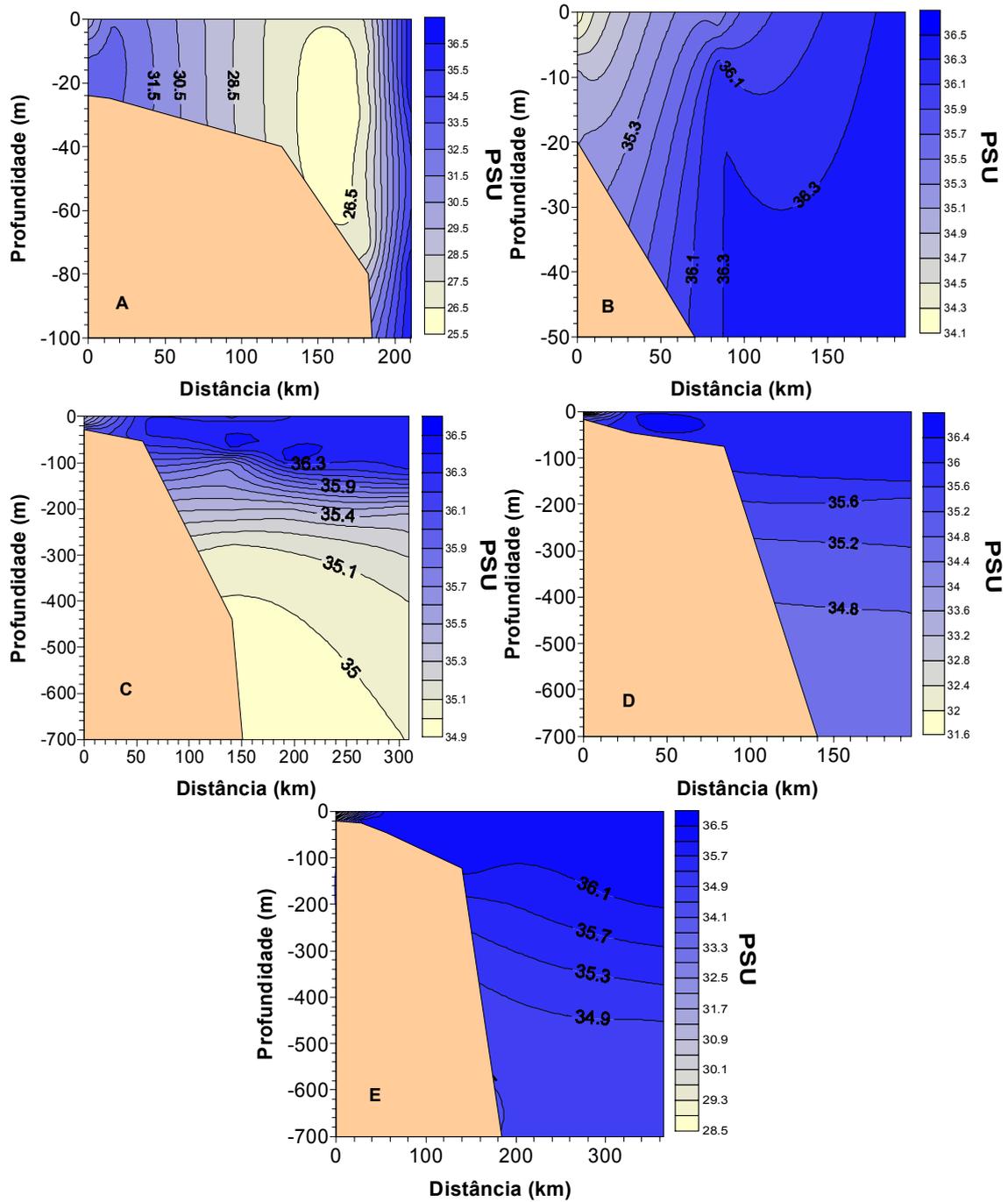


Figura 6 – Distribuição vertical da salinidade nos perfis 11 (A), 12 (B), 13 (C), 14 (D) e 15 (E), nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Operação Norte IV - 2001.

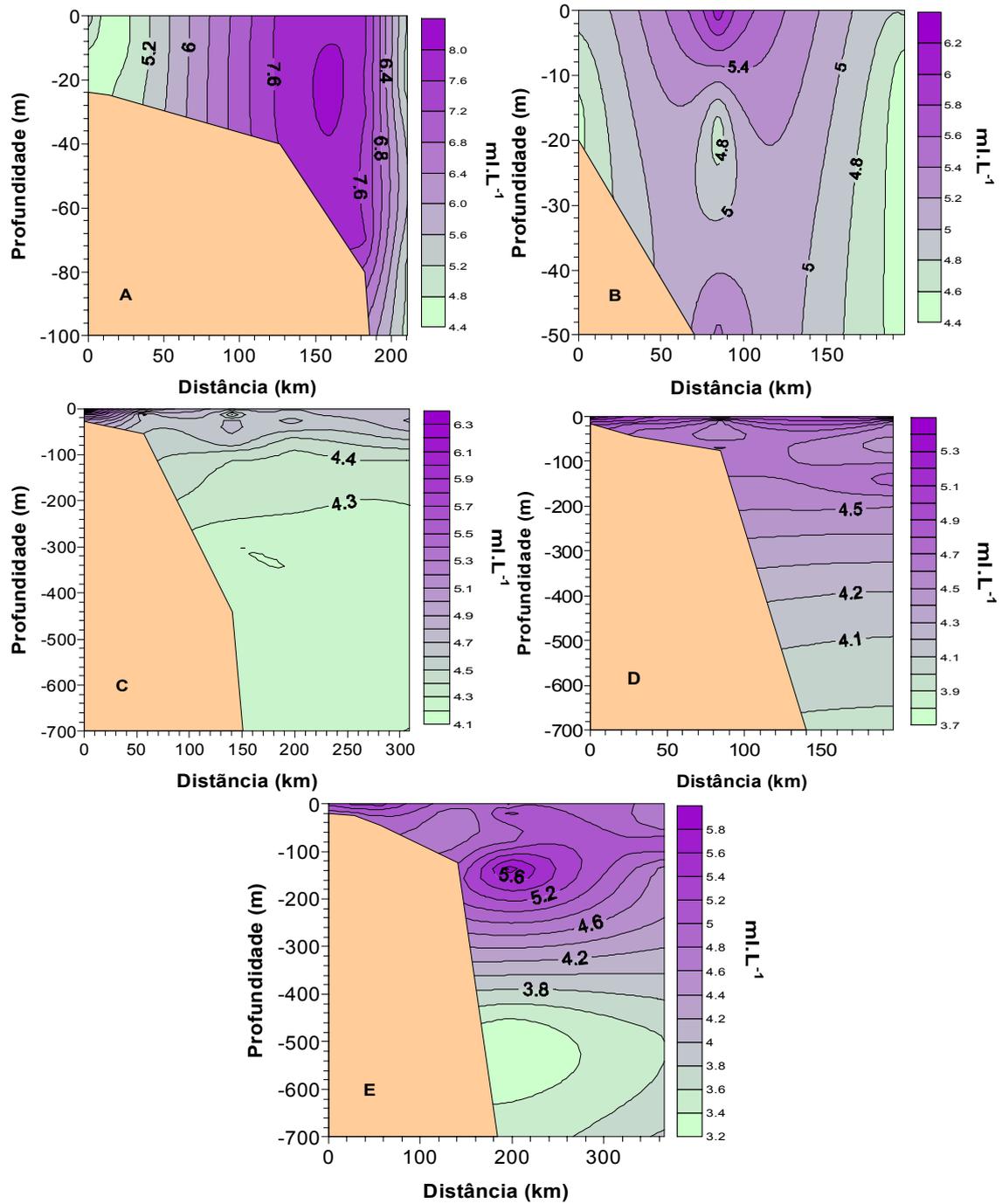


Figura 7 – Distribuição vertical do oxigênio dissolvido (OD) nos perfis 11 (A), 12 (B), 13 (C), 14 (D) e 15 (E), nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Operação Norte IV - 2001.

Tabela 4 – Dados Físico-Químicos obtidos durante a operação Norte IV. 2001.

Est.	Hora	Prof. Local (m)	Prof. Amost. (m)	Disco de Secchi	T (°C)	S (PSU)	O.D. (ml.L-1)
N 52	9h31	275	SUP.	29	27.26	36.32	5.14
			12		27.21	36.31	5.06
			23		27.1	36.3	5.05
			78		26.73	36.27	5.11
			100		22.15	36.53	5.04
N 53	17h00	80	SUP.		27.85	27.85	7.66
			10	27.35	27.35	7.66	
			30	27.04	27.04	7.65	
			70	26.95	26.95	7.65	
N 56	4h15	40	SUP.		26.98	26.98	7.68
			10	26.98	26.98	7.68	
			20	26.99	26.99	7.67	
			30	26.99	26.99	7.68	
N 60	07h30	24.8	SUP.		28.44	32.42	4.41
			10	28.47	32.82	4.57	
			18	28.47	32.83	4.75	
N 61	10h05	26	0		28.54	29.67	5.45
			10	28.51	32.35	4.83	
N 64	00h38	20	18		28.47	32.82	4.50
			SUP		28.69	34.15	4.86
			10	28.59	34.98	4.67	
N 68	10h20	56	15		28.58	35.03	4.54
			SUP	22	27.46	35.28	6.15
			9		27.37	36.28	5.36
			18		27.35	36.28	4.67
N 71	20h25	490	50		27.35	36.28	5.45
			SUP		26.96	36.42	4.83
			10		26.96	36.42	4.45
			20		26.86	36.42	4.51
			50		26.81	36.43	4.52
N 72	09h50	3126	100		25.83	36.32	
			SUP	28	27.26	36.30	
			11.3		27.24	36.30	4.73
			23		27.22	36.30	4.84
			75.4		27.14	36.30	4.56
			113		26.77	36.33	4.39
			200		13.83	35.43	
			1300		4.12	35.03	5.48
N 74	22h14	1850	SUP		27.00	36.30	4.73
			10.6		27.01	36.31	4.56
			21.2		27.02	36.31	4.77
			70.8		26.74	36.40	4.45
			90		26.80	36.47	4.4
			200		13.46	35.39	4.34
			1100		4.96	34.92	4.33
N 75	04h11	440	SUP		26.84	36.15	4.86
			10.6		26.86	36.36	4.28
			21.2		26.83	36.37	4.75
			70.8		26.67	36.40	4.7
			100		16.30	35.71	4.42
			200		13.83	35.41	4.38
			290		11.08	35.06	4.2
			SUP	24	27.21	36.29	5.17
N 77	12h36	53.7	9.7		27.04	36.29	4.53
			20		27.01	36.29	4.71
			44		27.00	36.29	4.62
			SUP		28.81	35.45	6.26
N 79	20h04	27.9	11		28.82	35.46	5.54
			19		28.28	35.98	5.14
			SUP		28.58	31.72	5.39
N 82	04h19	17	12		28.67	35.23	4.97
			SUP		27.44	36.29	5.05
N 85	10h21	45	9	18	27.38	36.29	5.03

## ... Continuação

			17		27.34	36.29	4.75
			36		27.34	36.29	4.70
N 87	15h50	75.6	SUP	20	26.93	36.29	5.18
			8.1		26.75	36.29	4.59
			16.2		26.64	36.29	4.59
			54.1		26.22	36.28	4.57
			65		26.19	36.28	4.72
N 89	02h00	1337	SUP		26.96	36.31	5.35
			13		26.96	36.31	4.53
			20		26.94	36.31	4.6
			65		26.67	36.39	4.44
			140		18.35	36.10	4.76
			200		14.09	35.45	4.5
			430		8.58	34.80	4.14
			985		4.86	34.70	3.78
N 90	15h36	2993	SUP		27.84	36.15	4.76
			18		27.53	36.16	4.67
			29		27.50	36.17	4.47
			84		26.73	36.38	5.2
			140		26.38	36.40	4.5
			480		7.86	34.76	3.61
			815		5.10	34.54	4.18
N 93	07h48	866	SUP		26.89	36.36	4.74
			10		26.88	36.36	5.46
			20		26.89	36.40	5.2
			70		26.71	36.45	4.85
			135		16.49	35.84	5.91
			480		7.63	34.71	3.23
			800		6.09	34.62	3.56
N 94	18h22	123	SUP		26.71	36.36	4.99
			10		26.64	36.36	4.65
			20		26.53	36.36	4.62
			70		26.49	36.36	4.73
			110		26.30	36.38	4.87
N 96	03h00	45	SUP	25	27.52	36.3	5.53
			12		27.51	36.3	5.06
			21		27.52	36.3	5.02
			39		27.53	36.3	4.94
N 97	06h11	25.6	SUP		28.39	34.02	5.47
			12		28.32	36.18	5.09
			20		28.29	36.28	4.94
N 98	09h34	20	SUP	0.3	28.53	28.87	5.28
			15		28.47	31.78	4.91

## 5.2 Biomassa Planctônica

Não foi evidenciada uma diferença significativa na biomassa planctônicas entre as estações neríticas e oceânicas (Figura 8). A biomassa planctônica nas estações realizadas na operação Norte IV foi relativamente baixa, com mínimo de  $11,0 \text{ mg.m}^{-3}$  de peso úmido na estação 61 (Perfil 11) e máximo de  $388,6 \text{ mg.m}^{-3}$  na estação 79 (Perfil 13).

Quando se compara a média dos perfis, a tendência geral foi de aumentar do perfil 11 (com média geral de  $43,0 \text{ mg.m}^{-3}$ ) ao perfil 13, onde alcança valor médio máximo de  $137,0 \text{ mg.m}^{-3}$ ) e diminuindo no perfil 14 e 15, localizados na foz do rio Amazonas, onde se registrou a biomassa média de  $84,0$  e  $59,0 \text{ mg.m}^{-3}$ , respectivamente (Figura 9).

A média geral para a área foi de  $79,0 \text{ mg.m}^{-3}$ , considerado como um valor baixo. A média para as estações neríticas foi de  $78,5 \text{ mg.m}^{-3}$  e para as oceânicas  $78,8 \text{ mg.m}^{-3}$ , não tendo sido evidenciadas diferenças nas biomassas entre as províncias nerítica e a oceânica.

Para as estações da Prospec XIX, o valor mais elevado de biomassa planctônica, foi registrado na estação 1, com  $108,7 \text{ mg.m}^{-3}$  e mínimo de  $14,49 \text{ mg.m}^{-3}$  na estação 6, com um valor médio de  $34,10 \text{ mg.m}^{-3}$  (Figura 10). Nas estações da Prospec XX, o valor mais elevado foi de  $56 \text{ mg.m}^{-3}$ , registrado na estação 8 e mínimo de  $11,91 \text{ mg.m}^{-3}$ , na estação 10, com uma média de  $30,19 \text{ mg.m}^{-3}$  (Figura 11).

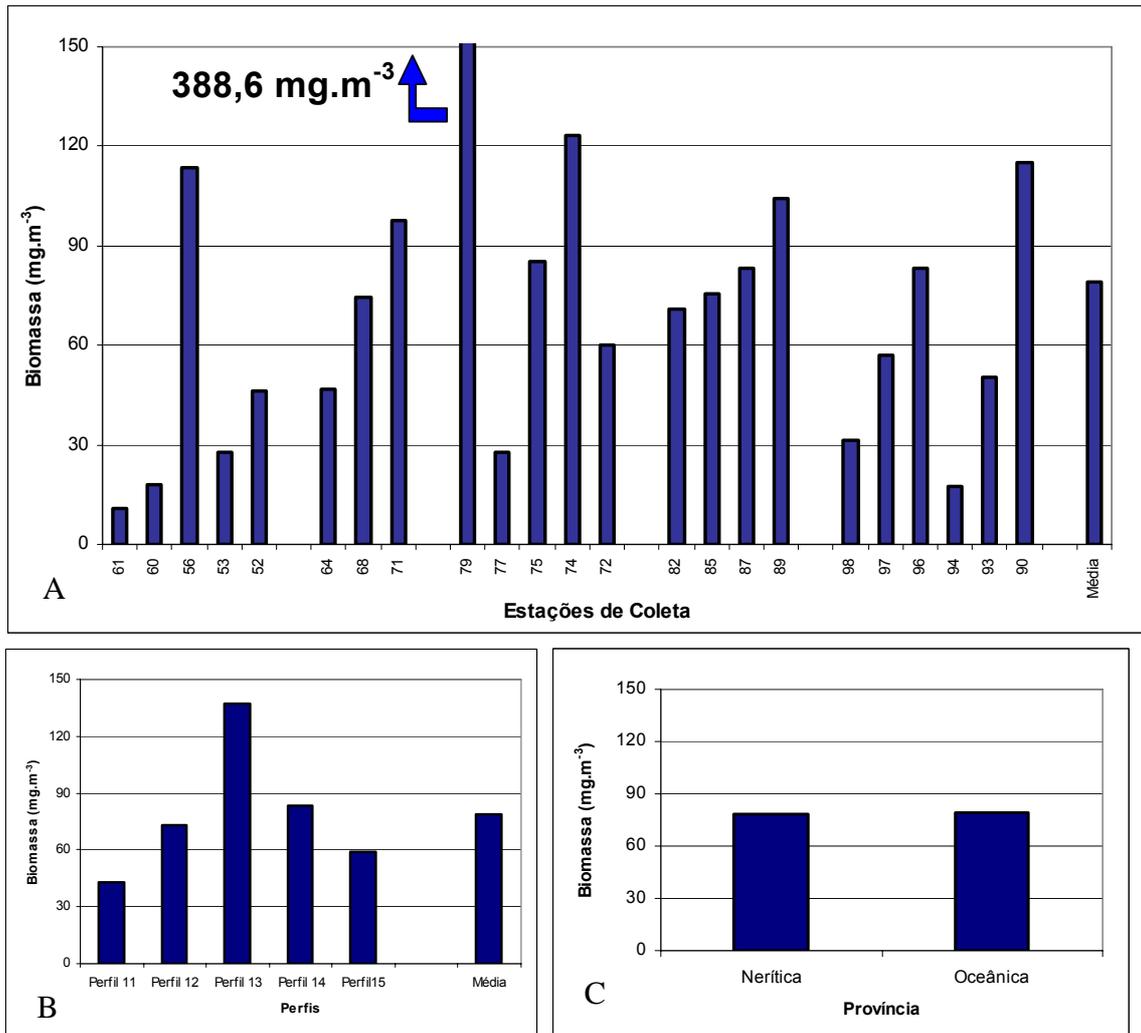


Figura 8 - Biomassa planctônica (peso úmido) nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001. A = por estação, B= por perfil, C= por província.

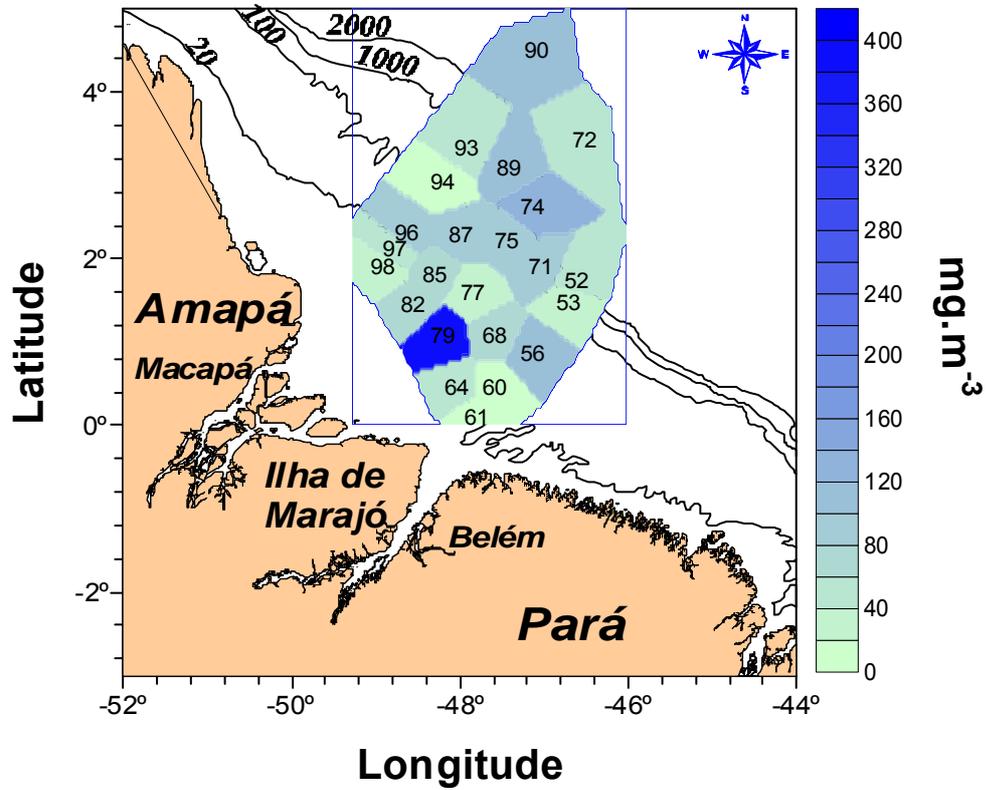


Figura 9 – Distribuição da biomassa planctônica nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Operação Norte IV – 2001.

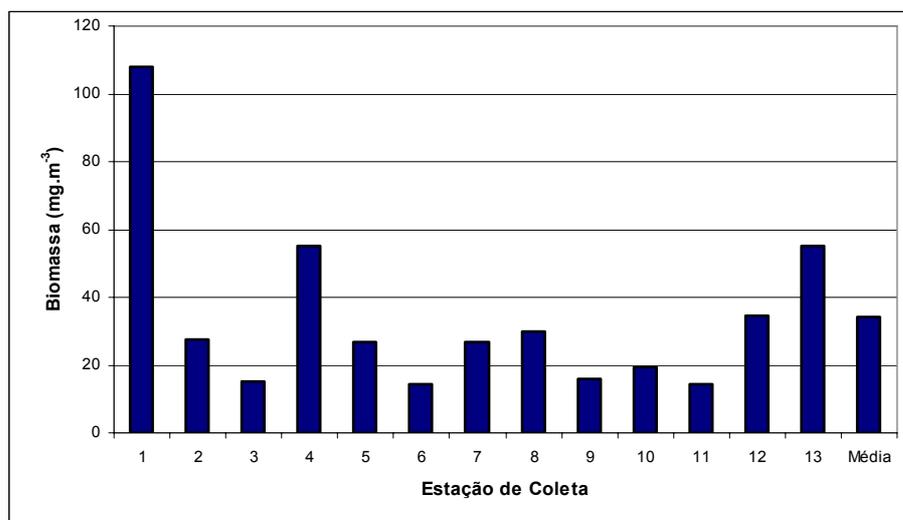


Figura 10 – Biomassa planctônica na região de quebra de plataforma dos Estados do Pará e Amapá, Prospec XIX - 2001.

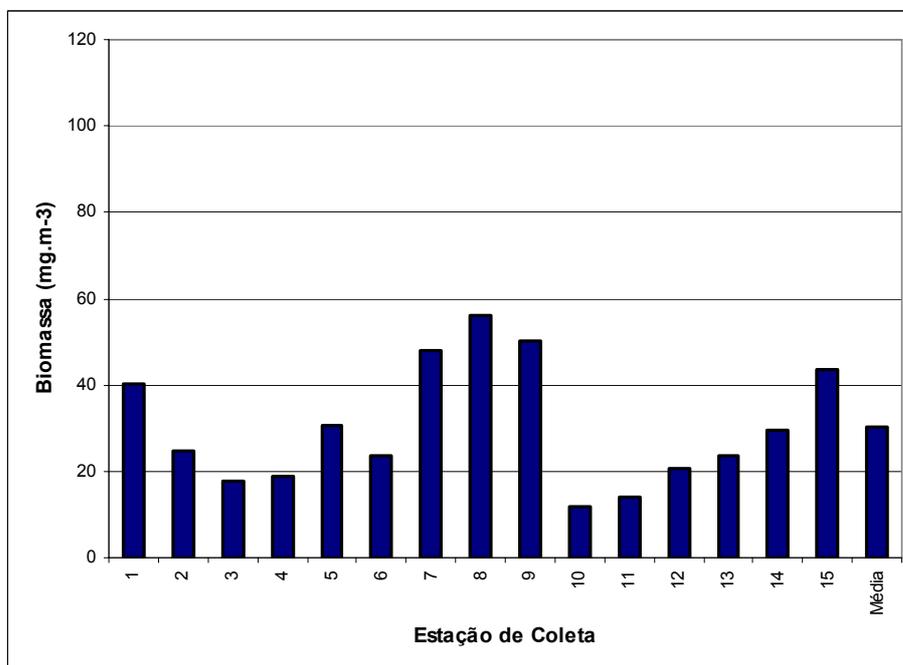


Figura 11 – Biomassa planctônica na região de quebra de plataforma do Estado do Maranhão, Prospec XX - 2001.

### 5.3 Sinopse taxonômica

O zooplâncton esteve representado pelos Filos Sarcomastigophora, Cnidaria, Mollusca, Annelida, Crustacea, Bryozoa, Brachiopoda, Chaetognatha, Echinodermata, Hemichordata e Chordata, nas formas adultas, juvenis, larvas e ovos.

Foram totalizados cento e sessenta e quatro (164) taxa, contados a partir dos infragenéricos, dos quais cento e nove (109) são de copepoda. A sinopse geral encontra-se abaixo relacionada.

Filo Sarcomastigophora Honigberg e Balamuth, 1963

Subfilo Sarcodina Schmarda, 1871

Superclasse Rhizopoda von Siebold, 1845

Classe Granuloreticulosea de Saedeleer, 1934

Ordem Foraminifera d'Orbigny, 1826

Superfamília Globigerinacea Carpenter, Parker e Jones 1862

*Globigerinoides sacculifer* (Brady, 1877)

Superfamília Globorotaliacea Cushman, 1927

*Globorotalia unguolata* Bermúdez, 1960

*Globorotalia* sp.

Superfamília Cymbaloporinacea Cushman, 1927

*Tretomphalus bulloides* d'Orbigny, 1826

Filo Cnidaria Verrill, 1865

Subfilo Medusozoa Petersen, 1979

Superclasse Hydrozoa Owen, 1843

Classe Hydroidomedusae Bouillon, Boero, Cigona, Gili e Hughes, 1992

Subclasse Anthomedusae Haeckel, 1879

Ordem Filifera Kühn, 1913

Subordem Margelina Haeckel, 1879

Família Bougainvilliidae Lütken, 1850

*Bougainvillia frondosa* Mayer, 1900

Família Cytaeididae L. Agassiz, 1862

*Cytaeis tetrastyla* Eschscholtz, 1829

Família Hydractiniidae L. Agassiz, 1862

*Podocoryne minima* (Mayer, 1900)

Ordem Capitata Kühn, 1913

Subordem Zancleida Russel, 1953

Família Zancleidae Russel, 1953

*Zanclea* sp.

Subclasse Leptomedusae Haeckel, 1886

Ordem Conica

Família Tiarannidae Russel, 1940

*Modeeria rotunda* (Quoy and Gaimard, 1827)

Ordem Proboscoida Broch, 1910

Família Campanulariidae Jonhston, 1836

*Clytia hemisphaerica* (Linnaeus, 1767)

- Subclasse Narcomedusae Haeckel, 1879
  - Família Aeginidae (Gegenbaur, 1857)
    - Solmundella bitentaculata* (Quoy e Gaimard, 1833)
  - Família Cininidae Bigelow, 1913
    - Cunina peregrina* Bigelow, 1809
- Subclasse Trachymedusae Haeckel, 1866
  - Família Geryoniidae Eschscholtz, 1829
    - Liriope tetraphylla* (Chamisso e Eysenhardt, 1821)
  - Família Rhopalonematidae Russel, 1953
    - Aglaura hemistoma* Peron e Lesueur, 1810
- Classe Siphonophora Eschscholtz, 1829
  - Ordem Physonectae Haeckel, 1888
    - Família Agalmatidae Brandt, 1835
      - Agalma* sp.
  - Ordem Calycophorae Leuckart, 1854
    - Família Diphyidae Quoy e Gaimard, 1827
      - Subfamília Diphyinae Moser, 1925
        - Diphyes dispar* Chamisso e Eysenhardt, 1821)
        - Diphyes* sp.
        - Eudoxoides spiralis* (Bigelow, 1911)
        - Lensia* sp.
    - Família Abylidae L. Agassiz, 1862
      - Subfamília Abylinae L. Agassiz, 1862
        - Ceratocymba leuckarti* (Huxley, 1859)
      - Subfamília Abylipsinae Totton, 1954
        - Abylopsis eschscholtzi* (Huxley, 1859)
        - Bassia* sp.
- Superclasse Scyphozoa Goette, 1887
  - Classe Scyphomedusae Lankester, 1877
    - Ordem Coronatae Vanhöffen, 1892
      - Família Nausithoidae Bigelow, 1913
        - Nausithoe punctata* Kölliker, 1853

## Filo Mollusca

### Subfilo Aculifera

#### Classe Gastropoda

##### Subclasse Euthyneura

##### Ordem Thecosomata Blainville, 1824

##### Subordem Euthecosomata Meisenheimer, 1905

##### Família Limacinidae Gray, 1847

##### *Limacina* sp.

##### Família Cavoliniidae Fischer, 1883

##### Subfamília Cavoliniinae van der Spoel, 1972

##### *Cavolinia* sp.

##### Subfamília Clioinae van der Spoel, 1972

##### *Creseis acicula* (Rang, 1828)

##### Ordem Gymnosomata de Blainville, 1824

##### Subordem Gymnosomata de Blainville, 1824

##### Ordem Mesogastropoda Thiele, 1825

##### Superfamília Heteropoda

Família Atlantidae Rang, 1829

*Atlanta* sp.

Família Pterotracheidae Gray, 1843

*Firola* sp.

Classe Bivalvia Cuvier, 1797

Classe Cephalopoda Cuvier, 1797

Filo Annelida Lamarck, 1809

Classe Polychaeta Grube, 1850

Ordem Phyllodocida Clark, 1969

Família Alciopidae Ehlers, 1864

Família Lopadorhynchidae Claparède, 1868

Família Pontodoridae Bergström, 1914

*Pontodora pelagica* Greeff, 1879

Família Tomopteridae Grube, 1848

*Tomopteris* sp.

Família Nereididae Johnston, 1865

Ordem Spiomorpha Clark, 1969

Família Spionidae Grube, 1850

Ordem Terebellida Levinsen, 1883

Família Terebellidae Grube, 1851

*Lanice* sp.

Filo Crustacea Pennant, 1777

Subclasse Branchiopoda Latreille, 1817

Ordem Onychopoda G. O. Sars, 1865

Família Podonidae Mordukhai-Boltovskoy, 1968

*Pseudevadne tergestina* (Claus, 1877)

Subclasse Ostracoda Latreille, 1806

Ordem Myodocopida Sars, 1866

Subordem Halocypridina Dana, 1849

Família Halocyprididae Claus, 1891

Subfamília Conchoecinae Muller, 1912

*Conchoecia* sp.

Subclasse Copepoda Milne-Edwards, 1840

Ordem Calanoida Sars, 1903

Família Calanidae Dana, 1849

*Mesocalanus tenuicornis* (Dana, 1849)

*Nannocalanus minor* (Claus, 1863)

*Neocalanus gracilis* Dana, 1849

*Neocalanus robustior* (Giesbrecht, 1888)

*Undinula vulgaris* (Dana, 1849)

Família Paracalanidae Giesbrecht, 1892

*Acrocalanus longicornis* Giesbrecht, 1888

*Calocalanus pavo* (Dana, 1849)

*Paracalanus aculeatus* Giesbrecht, 1888

*Paracalanus indicus* Wolfenden, 1905

*Paracalanus* sp.

Família Mecynoceridae Andronov, 1973

*Mecynocera clausi* Thompson, 1888

- Família Eucalanidae Giesbrecht, 1892  
*Eucalanus hyalinus* Claus, 1866  
*Pareucalanus sewelli* (Fleminger, 1973)  
*Rhincalanus cornutus* (Dana, 1849)  
*Subeucalanus crassus* (Giesbrecht, 1888)  
*Subeucalanus pileatus* (Giesbrecht, 1888)
- Família Clausocalanidae Giesbrecht, 1892  
*Clausocalanus furcatus* (Brady, 1883)  
*Clausocalanus lividus* Frost and Fleminger, 1968
- Família Aetideidae Giesbrecht, 1892  
*Aetideus acutus* Farran, 1929  
*Aetideus giesbrechti* (Cleve, 1904)  
*Aetideus pseudarmatus* Bradford, 1971  
*Chiridius gracilis* Farran, 1908  
*Chiridius* sp.  
*Euchirella amoena* Giesbrecht, 1888  
*Euchirella splendens* Vervoort, 1963  
*Euchirella* sp.  
*Gaetanus pileatus* Farran, 1903
- Família Euchaetidae Giesbrecht, 1892  
*Euchaeta marina* (Prestandrea, 1833)  
*Euchaeta pubera* Sars, 1907
- Família Phaennidae Sars, 1902  
*Phaenna spinifera* Claus, 1863
- Família Scolecithricidae Giesbrecht, 1892  
*Scolecithricella tenuiserrata* (Giesbrecht, 1892)  
*Scolecithricella* sp.  
*Scolecithrix danae* (Lubbock, 1856)  
*Scolecithrix* sp.  
*Scottocalanus securifrons* (T. Scott, 1894)
- Família Arietellidae Sars, 1902  
*Arietellus plumifer* Sars, 1905
- Família Augaptilidae Sars, 1905  
*Haloptilus longicirrus* Brodsky, 1950  
*Haloptilus longicornis* (Claus, 1863)  
*Haloptilus oxycephalus* (Giesbrecht, 1889)  
*Haloptilus spiniceps* (Giesbrecht, 1892)
- Família Heterorhabdidae Sars, 1902  
*Heterorhabdus papilliger* (Claus, 1863)  
*Heterorhabdus spinifrons* (Claus, 1863)
- Família Lucicutiidae Sars, 1902  
*Lucicutia clausii* (Giesbrecht, 1889)  
*Lucicutia flavicornis* (Claus, 1963)  
*Lucicutia longicornis* (Giesbrecht, 1889)
- Família Metridinidae Sars, 1902  
*Pleuromamma abdominalis* (Lubbock, 1856)  
*Pleuromamma piseki* Farran, 1929  
*Pleuromamma quadrangulata* (F. Dahl, 1893)  
*Pleuromamma xiphias* (Giesbrecht, 1889)
- Família Centropagidae Giesbrecht, 1892

- Centropages brachiatus* (Dana, 1849)  
*Centropages bradyi* (Wheeler, 1899)  
*Centropages furcatus* (Dana, 1849)  
*Centropages gracilis* (Dana, 1849)  
*Centropages longicornis* Mori, 1932  
*Centropages violaceus* (Claus, 1863)
- Família Temoridae Giesbrecht, 1892
- Temora discaudata* Giesbrecht, 1889  
*Temora stylifera* (Dana, 1849)  
*Temora turbinata* (Dana, 1849)
- Família Candaciidae Giesbrecht, 1892
- Candacia armata* (Boeck, 1872)  
*Candacia elongata* (Boeck, 1872)  
*Candacia pachydactyla* (Dana, 1849)  
*Candacia varicans* (Giesbrecht, 1892)  
*Paracandacia bispinosa* (Claus, 1863)  
*Paracandacia simplex* (Giesbrecht, 1889)
- Família Pontellidae Dana, 1853
- Calanopia americana* F. Dahl, 1894  
*Labidocera acutifrons* (Dana, 1849)  
*Labidocera fluviatilis* F. Dahl, 1894  
*Labidocera nerii* (Kroyer, 1849)  
*Labidocera scotti* Giesbrecht, 1897  
*Pontella atlantica* (Milne - Edwards, 1840)  
*Pontella lobiancoi* (Canu, 1888)  
*Pontella securifer* Brady, 1883  
*Pontella spiniceps* Giesbrecht, 1889  
*Pontellina plumata* (Dana, 1849)  
*Pontellopsis perspicax* (Dana, 1849)  
*Pontellopsis regalis* (Dana, 1849)  
*Pontellopsis villosa* Brady, 1883  
*Pontellopsis* sp.
- Família Acartiidae Sars, 1903
- Acartia (Acartia) danae* Giesbrecht, 1889  
*Acartia (Acartia) negligens* Dana, 1849  
*Acartia (Acanthacartia) tonsa* Dana, 1849
- Ordem Cyclopoida Burmeister, 1834
- Família Oithonidae Dana, 1853
- Oithona hebes* Giesbrecht, 1891  
*Oithona nana* Giesbrecht, 1892  
*Oithona plumifera* Baird, 1843  
*Oithona setigera* (Dana, 1849)  
*Oithona* spp.
- Ordem Harpacticoida Sars, 1903
- Família Ectinosomatidae Sars, 1903
- Microsetella norvegica* (Boeck, 1864)  
*Microsetella rosea* (Dana, 1847)
- Família Miraciidae Dana, 1846
- Macrosetella gracilis* (Dana, 1847)  
*Miracia efferata* Dana, 1849

- Ordem Poecilostomatoida Thorell, 1859
  - Família Oncaeidae Giesbrecht, 1892
    - Lubbockia squillimana* Claus, 1863
    - Oncaea antarctica* Heron, 1977
    - Oncaea media* Giesbrecht, 1891
    - Oncaea venusta* Philippi, 1826
    - Pachos tuberosum* (Giesbrecht, 1891)
  - Família Sapphirinidae Thorell, 1859
    - Copilia mirabilis* Dana, 1849
    - Copilia quadrata* Dana, 1849
    - Sapphirina angusta* Dana, 1849
    - Sapphirina auronitens-sinuicauda*, Claus, 1863
    - Sapphirina nigromaculata* Claus, 1863
    - Sapphirina opalina-darwini* Dana, 1849
  - Família Corycaeidae Dana, 1852
    - Corycaeus (Corycaeus) speciosus* Dana, 1849
    - Corycaeus (Ditrichocorycaeus) amazonicus* F. Dahl, 1894
    - Corycaeus (Onychocorycaeus) latus* Dana, 1894**
    - Corycaeus (Onychocorycaeus) giesbrechti* F. Dahl, 1894
    - Corycaeus (Onychocorycaeus) ovalis* Claus, 1863
    - Corycaeus* sp.
    - Farranula gracilis* (Dana, 1849)
  - Família Clausidiidae Embleton, 1901
    - Hemicyclops thalassius* Vervoort e Ramirez, 1966
- Ordem Monstrilloida Sars, 1903
- Subclasse Cirripedia Burmeister, 1834
- Ordem Thoracica Dawin, 1854
  - Subordem Lepadomorpha
- Subclasse Eumalacostraca Grobben, 1892
- Superordem Haplocarida
- Ordem Stomatopoda
- Superordem Eucarida Calman, 1904
- Ordem Euphausiacea 1852
  - Família Euphausiidae Holt e Tattersall, 1905
- Ordem Decapoda Latreille, 1803
  - Subordem Dendrobranchiata Bates, 1888
    - Superfamília Sergestoidea Dana, 1852
      - Família Sergestidae Dana, 1852
      - Família Luciferidae Dana, 1852
        - Lucifer faxoni* Borradaile, 1915
        - Lucifer typus* H. Milne Edwards, 1837
  - Subordem Pleocyemata Burkenroad,
    - Infraordem Caridea Dana, 1852
- Infraordem Palinuridea Latreille, 1902
- Infraordem Thalassinidea Latreille, 1831
  - Infraordem Anomura H. Milne Edwards, 1832
    - Superfamília Galatheaidea Samouelle, 1819
      - Família Porcellanidae Haworth, 1825

Infraordem Brachyura Latreille, 1803  
 Superordem Peracarida Calman, 1904  
 Ordem Mysidacea  
 Ordem Amphipoda  
 Subordem Caprellidae  
 Subordem Gammaridea  
 Subordem Hyperiidea

Filo Bryozoa

Classe Gymnolaemata  
 Ordem Cheilostomata  
 Subordem Anasca  
*Membranipora* sp.

Filo Branchiopoda

Classe Inarticulata  
 Ordem Lingulida  
*Lingula* sp.

Filo Chaetognatha ( Leuckart, 1894 )

Classe Sagittoidea Claus e Grobben, 1905  
 Subclasse Chorismogonata Casanova, 1985  
 Ordem Monophragmophora Casanova, 1985  
 Família Eukrohniidae Tokioka, 1965  
*Eukrohnia fowleri* Ritter-Záhony, 1909  
 Ordem Aphaerogramma Tokioka, 1965  
 Família Sagittidae Claus e Grobben, 1905  
*Sagitta bipunctata* Quoy e Gaimard, 1827  
*Sagitta enflata* Grassi, 1881  
*Sagitta helenae* Ritter-Záhony, 1910  
*Sagitta hexaptera* d'Orbigny, 1843  
*Sagitta hispida* Conant, 1895  
*Sagitta serratodentata* Krohn, 1853  
*Sagitta tenuis* Conant, 1896  
*Sagitta* sp.  
 Família Pterosagittidae Tokioka, 1965  
*Pterosagitta draco* (Krohn, 1853)  
 Família Krohnittidae Tokioka, 1965  
*Krohnitta pacifica* (Ainda, 1897)  
*Krohnitta subtilis* (Grassi, 1881)

Filo Echinodermata

Classe Asterozoa Blainville, 1830  
 Classe Ophiurozoa Gray, 1840

Filo Hemichordata

Classe Enteropneusta

Filo Chordata

Subfilo Cephalochordata

## Subfilo Urochordata

## Classe Appendicularia

Família Oikopleuridae Lohmann, 1915

Subfamília Oikopleurinae Lohmann, 1896

Supergênero Labiata Fenaux, 1993

Gênero *Oikopleura* Mertens, 1831Subgênero *Coecaria* Lohmann e Bückmann, 1926*Oikopleura longicauda* (Vogt, 1854)Subgênero *Vexillaria* Lohmann e Bückmann, 1926*Oikopleura dioica* Fol, 1872*Oikopleura* sp.

Família Fritillaridae Seeliger, 1895

Subfamília Fritillarinae Seeliger, 1895

*Fritillaria* sp.

## Classe Thaliacea

Ordem Doliolida

Subordem Doliolidina

Família Doliolidae

*Doliolum* sp.

Ordem Salpida

Família Salpidae

Subfamília Salpinae

*Thalia democratica* (Forskäl, 1775)*Weelia cylindrica* (Cuvier, 1804)

A comunidade zooplanctônica coletada na operação Norte IV, esteve constituída na sua totalidade por 95% de organismos holoplanctônicos e 5% de organismos meroplanctônicos (Figura 12), estes últimos concentrados nas estações mais costeiras de cada perfil. Na operação Prospec XIX, os organismos holoplanctônicos constituíram 88% de toda a fauna, enquanto que os meroplanctônicos representaram 12% (Figura 13). Na Prospec XX, o holoplâncton esteve constituído por 89% e o meroplâncton por 11% do total de organismos registrados (Figura 13).

#### 5.4 Abundância relativa

Em termos de abundância relativa, considerando o total da densidade de todos os filos que ocorreram nas amostras coletadas durante a operação Norte IV, os Copepoda foram os mais abundantes com 49%, seguidos por Hemicordata-Chordata, com 33%. Crustacea e Chaetognatha ocorreram com 10 e 4% de abundância relativa, respectivamente, e os demais filos foram raros com menos de 4% (Figura 14). Para a campanha Prospec XIX, realizada na quebra da plataforma dos Estados do Pará e Amapá, os Copepoda dominaram com 69% de todos os organismos registrados, seguidos por outros Crustacea, com 12% e Chaetognatha com 7%, os demais filos foram raros com menos de 5% (Figura 15). Na campanha Prospec XX, realizada na quebra da plataforma do Estado do Maranhão, os Copepoda constituíram 63% de toda abundância total, seguido por Chaetognatha e Chordata-Hemicordata com 14 e 11% respectivamente. Outros Crustacea compuseram 5% de todos os organismos registrados, e os demais filos foram raros com menos de 4% (Figura 15)

Quanto à abundância relativa dos filos por estação, Copepoda destacou-se em todas as estações, exceto na estação 61 (perfil 11), onde predominaram larvas de Cirripedia (*Balanus* sp.) e de *Lucifer* spp., e na estação 79 (perfil 13), onde foi registrada uma grande explosão de *Doliolum* sp. (Chordata) (Figura 16). Na Prospec XIX, os Copepoda predominaram em todas as estações de coleta (Figura 17). Enquanto que na campanha Prospec XX, os Copepoda também dominaram em quase todas as estações de coleta, com exceção da estação 6, dominada por véliger de Bivalvia (Mollusca).

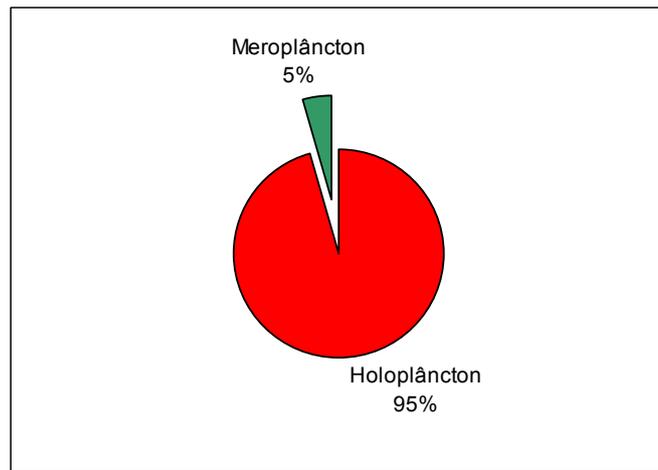


Figura 12 – Abundância relativa da comunidade zooplanctônica em relação à duração da vida planctônica nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

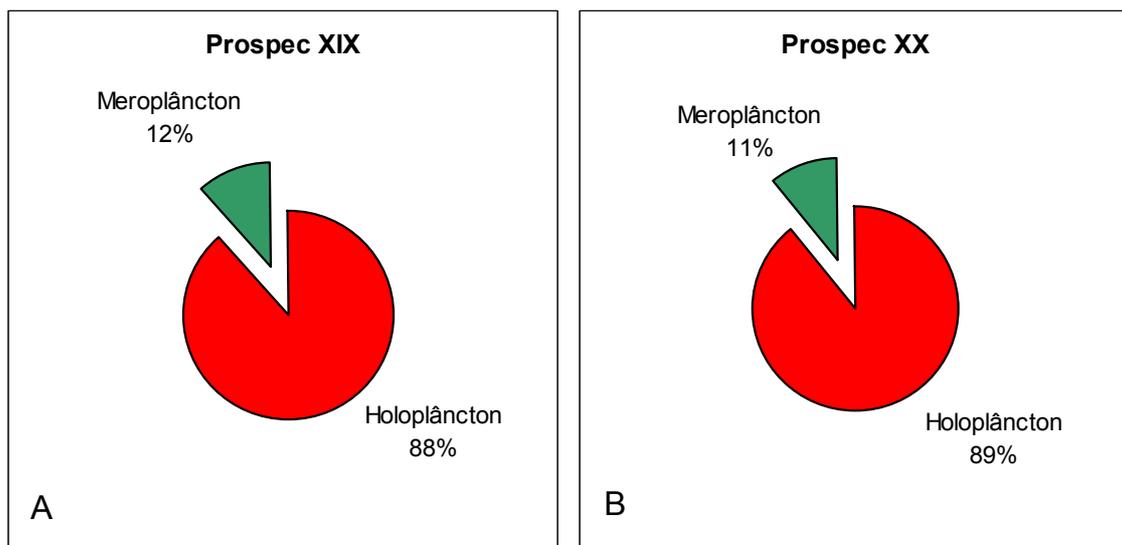


Figura 13 – Abundância relativa da comunidade zooplanctônica em relação à duração da vida planctônica na região de quebra de plataforma dos Estados do Pará e Amapá, Prospec XIX e Maranhão, Prospec XX. A = Prospec XIX; B = Prospec XX. 2001.

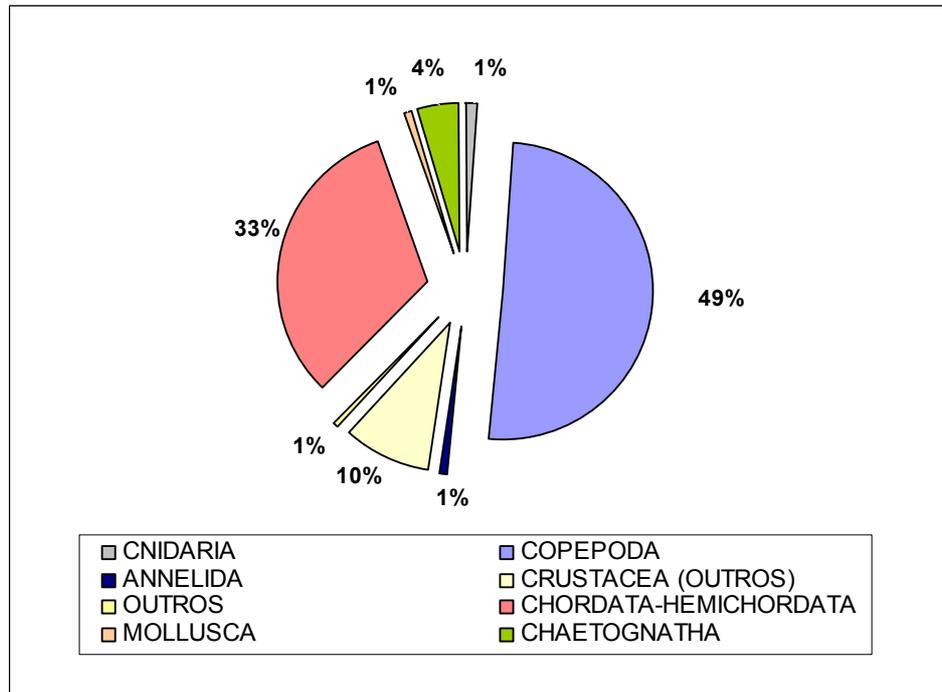


Figura 14 – Abundância relativa do total geral de cada filo nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

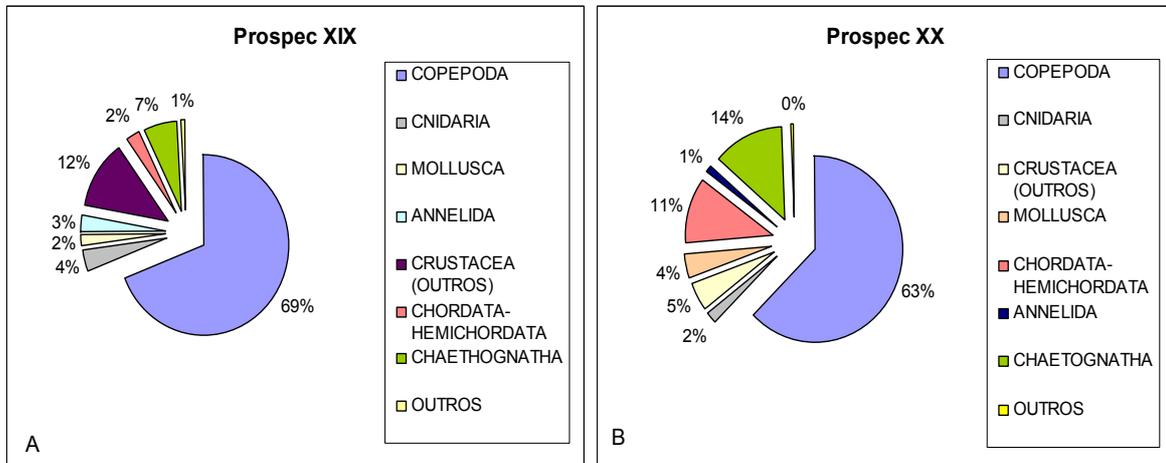


Figura 15 – Abundância relativa do total geral de cada filo na região de quebra de plataforma dos Estados do Pará e Amapá, Prospec XIX e Maranhão, Prospec XX. A = Prospec XIX; B = Prospec XX. 2001.

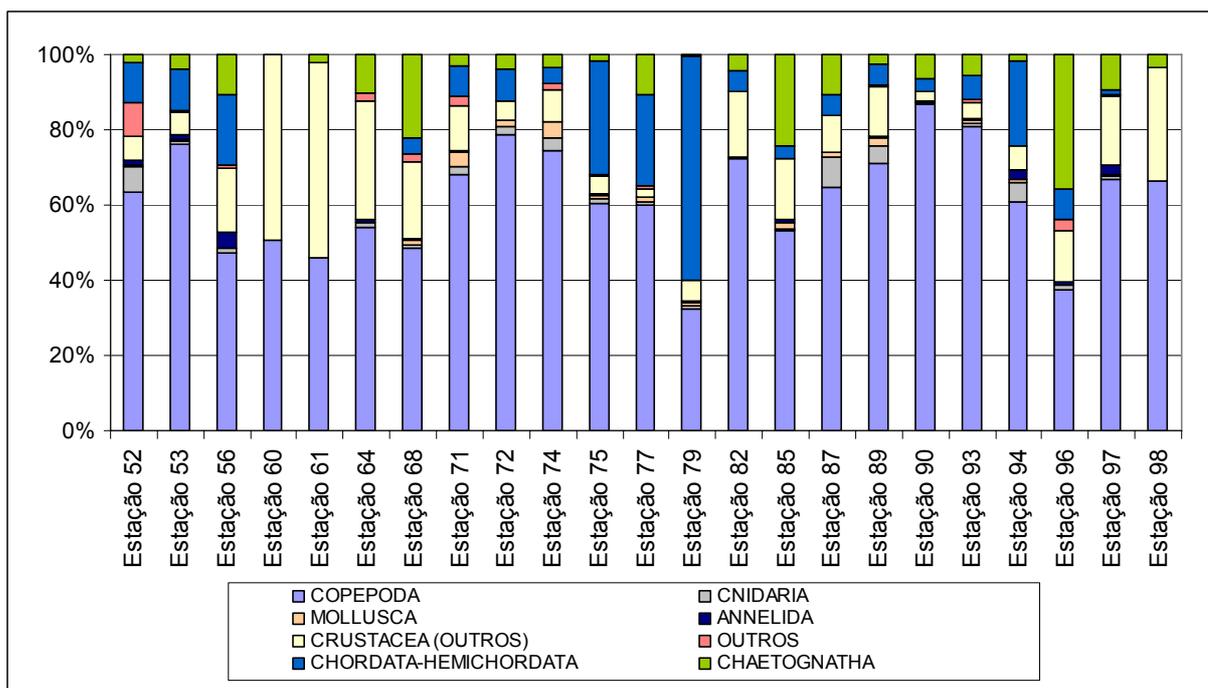


Figura 16 – Abundância relativa de cada filo por estação de coleta, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

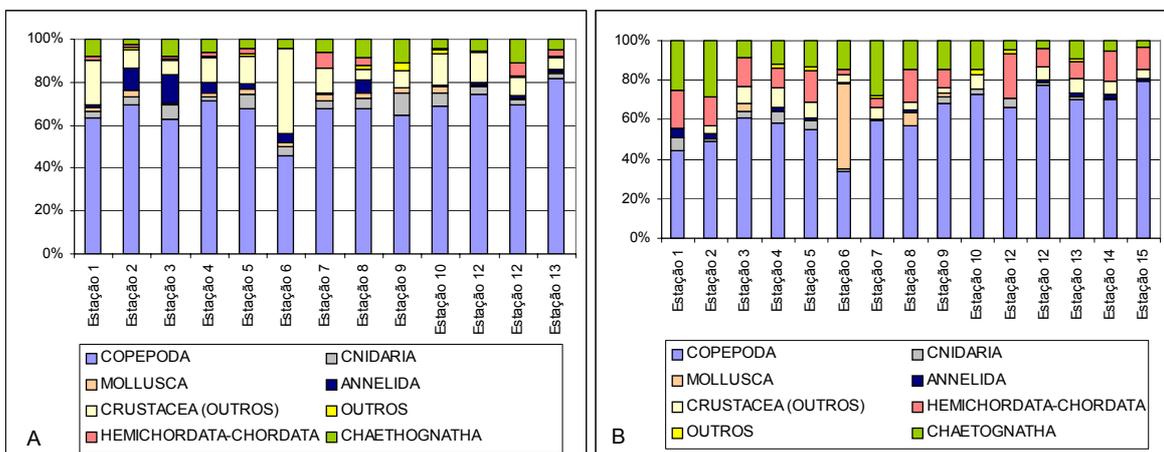


Figura 17 – Abundância relativa do total geral de cada filo, por estação de coleta, na região de quebra de plataforma dos Estados do Pará e Amapá, Prospec XIX e Maranhão, Prospec XX. A = Prospec XIX; B = Prospec XX - 2001.

## 5.5 Frequência de Ocorrência

Dentre os organismos zooplanctônicos encontrados na operação Norte IV, exceto Copepoda, foram considerados muito freqüentes, onze taxa (*Brachyura* (larvas), *Caridea* (larvas), *Doliolum* sp., *Hyperiidæ*, *Lucifer faxoni* (adultos), *Lucifer* spp. (larvas), *Oikopleura dioica*, *Polychaeta* (outras larvas), *Sagitta enflata*, *Sagitta tenuis*, *Sagitta* sp.), correspondendo a 14,3% da comunidade. Como freqüentes, estiveram representados 18 taxa (*Abylopsis eschscholtzi*, *Atlanta* sp., *Creseis acicula*, *Decapoda* (outros), *Euphausiacea* (furcila e calyptopis), *Gastropoda* (veliger), *Lensia* sp., *Liriope tetraphylla*, *Mysidacea*, *Oikopleura* sp., *Penaeidae* (larvas), *Pteropoda* (outros), *Sergestidae* (larvas), *Sagitta hispida*, *Stomatopoda* (larvas), *Thalia democratica*, *Tomopteris* sp., *Tetromphalus bulloides*), constituindo 23,4% do zooplâncton. Os demais taxa foram pouco freqüentes (26 taxa), com um total de 33,7% da população; e esporádicos, com 22 taxa, correspondendo a 28,6% da comunidade zooplânctonica (Figura 18).

Dentre os Copepoda foram muito freqüentes 10 espécies, *Subeucalanus pileatus*, *Undinula vulgaris*, *Copilia mirabilis*, *Corycaeus speciosus*, *Temora stylifera* e *Calocalanus pavo*, constituindo 7,4% da comunidade de Copepoda. Como freqüentes foram registradas 17 espécies, *Calanopia americana*, *Candacia pachydactyla*, *Candacia varicans*, *Clausocalanus furcatus*, *Corycaeus amazonicus*, *Corycaeus giesbrechti*, *Corycaeus ovalis*, *Euchaeta marina*, *Euchaeta pubera*, *Farranula gracilis*, *Nannocalanus minor*, *Oithona nana*, *Oithona plumifera*, *Oncaea venusta*, *Rhincalanus cornutus*, *Sapphirina nigromaculata* e *Scolecithrix danae*, correspondendo a 21% dos Copepoda. As demais espécies foram enquadradas na categoria de pouco freqüentes, foram incluídas vinte e três espécies (*Centropages furcatus*, *Labidocera nerii*, *Macrosetella gracilis*, *Oithona* sp., *Copilia quadrata*, *Neocalanus robustior*, *Acartia tonsa*, *Centropages gracilis*, *Lucicutia clausii*, *Microsetella rosea*, *Oncaea media*, *Phaenna spinifera*, *Labidocera fluviatilis*, *Lucicutia flavicornis*, *Lucicutia longicornis*, *Miracia efferata*, *Pachos tuberosum*, *Sapphirina auronitens*, *Centropages violaceus*, *Eucalanus hyalinus*, *Pontella securifer*, *Sapphirina angusta* e *Subeucalanus crassus*), com percentual de 28,4% da comunidade de Copepoda; e como esporádicos, foram registradas trinta e

cinco espécies (*Corycaeus latus*, *Euchirella amoena*, *Oithona setigera*, *Paracalanus aculeatus*, *Paracandacia simplex*, *Pleuromamma abdominalis*, *Pleuromamma xiphias*, *Pontellina plumata*, *Pontellopsis perspicax*, *Pontellopsis villosa*, *Sapphirina opalina-darwini*, *Temora turbinata*, *Acrocalanus longicornis*, *Candacia armata*, *Candacia elongata*, *Centropages brachiatus*, *Centropages bradyi*, *Corycaeus* sp., *Euchirella* sp., *Haloptilus longicornis*, *Hemicyclops thalassius*, *Labidocera acutifrons*, *Labidocera scotti*, *Microsetella norvegica*, *Neocalanus gracilis*, *Oithona ovalis*, *Paracalanus* sp., *Pleuromamma piseki*, *Pleuromamma quadrangulata*, *Pontella atlantica*, *Pontella lobiancoi*, *Pontellopsis regalis*, *Pontellopsis* sp., *Scolecithricella* sp. e *Temora discaudata*), correspondendo a 43,2% dos Copepoda que ocorreram na área (Figura 19).

**Considerando a comunidade zooplanctônica total, coletada na operação Norte IV, os organismos muito freqüentes estiveram presentes com 13,5%, os freqüentes com 21,5%, os pouco freqüentes representaram 30,1% e os esporádicos 34,9% da comunidade.**

Dentre os organismos zooplanctônicos encontrados na operação Prospec XIX, exceto Copepoda, foram considerados muito freqüentes, dezenove taxa (*Abylopsis eschscholtzi*, *Agalma* sp., *Atlanta* sp., *Brachyura* (larvas), *Caridea* (larvas), *Creseis acicula*, *Decapoda* (outros), *Doliolum* sp., *Gastropoda* (veliger), *Hyperiididae*, *Lucifer faxoni* (adultos), *Penaeidae* (larvas), *Polychaeta* (outros), *Pseudevadne tergestina*, *Stomatopoda* (larvas), *Thalia democratica*, *Sagitta enflata*, *Sagitta tenuis*, *Sagitta* sp.), correspondendo a 28,4% da comunidade. Como freqüentes, estiveram representados 20 taxa (*Aglaura hemistoma*, *Cephalopoda*, *Conchoecia* sp., *Enteropneusta* (tornaria), *Eudoxoides spiralis*, *Euphausiacea* (furcila e calyptopis), *Globorotalia* sp., *Lanice* sp., *Larva equinospira*, *Liriope tetraphylla*, *Lucifer* sp. (larvas), *Membranipora* sp. (cyphonauta), *Oikopleura* sp., *Ostracoda* (Cypris), *Pteropoda* (outros), *Sagitta hispida*, *Sergestidae* (larvas), *Tetromphalus buloides*, *Tomopteris* sp., *Weelia cylindrica*), constituindo 29, 8% do zooplâncton. Os demais taxa foram pouco freqüentes (12 taxa), com um total de 17,9%; e esporádicos, com 16 taxa, correspondendo a 23,9% da comunidade zooplânctônica (Figura 20).

Dentre os Copepoda, da Prospec XIX, foram muito freqüentes, vinte e duas espécies, *Acrocalanus longicornis*, *Calocalanus pavo*, *Candacia*

*pachydactyla*, *Candacia varicans*, *Centropages furcatus*, *Clausocalanus furcatus*, *Copilia mirabilis*, *Corycaeus amazonicus*, *Corycaeus speciosus*, *Euchaeta marina*, *Euchaeta pubera*, *Farranula gracilis*, *Nannocalanus minor*, *Oithona plumifera*, *Oncaea venusta*, *Pontellina plumata*, *Rhincalanus cornutus*, *Sapphirina nigromaculata*, *Scolecithrix danae*, *Subeucalanus pileatus*, *Temora stylifera*, *Undinula vulgaris*, constituindo 28,2% da comunidade de Copepoda. Como freqüentes foram registradas dez espécies, *Acartia danae*, *Centropages bradii*, *Copilia quadrata*, *Corycaeus giesbrechti*, *Corycaeus ovalis*, *Lucicutia flavicornis*, *Macrosetella gracilis*, *Miracia efferata*, *Neocalanus robustior*, *Oithona* sp.), correspondendo a 12,8% dos Copepoda. Os demais copepoda foram enquadrados na categoria de pouco freqüentes, com vinte e três espécies (*Centropages violaceus*, *Calanopia americana*, *Eucalanus hyalinus*, *Heterorhabdus pappiliger*, *Lucicutia clausii*, *Paracandacia simplex*, *Pleuromamma xiphias*, *Acartia tonsa*, *Haloptilus longicornis*, *Hemicyclops thalassius*, *Labidocera fluviatilis*, *Neocalanus gracilis*, *Scolecithricella tenuiserrata*, *Scottocalanus securifrons*, *Subeucalanus crassus*, *Aetideus giesbrechti*, *Chiridius gracilis*, *Haloptilus spiniceps*, *Labidocera nerii*, *Lucicutia longicornis*, *Oithona setigera*, *Oncaea media*, *Phaenna spinifera*), com percentual de 29,5%; e como esporádicos, também vinte e três espécies (*Aetideus acutus*, *Aetideus pseudoornatus*, *Arietellus plumifer*, *Centropages brachiatus*, *Centropages gracilis*, *Centropages longicornis*, *Chiridius* sp., *Clausocalanus lividus*, *Corycaeus* sp., *Euchirella splendens*, *Gaetanus pileatus*, *Haloptilus longicirrus*, *Heterorhabdus spinifrons*, *Lubbockia squillimana*, *Mecynocera clausi*, *Oncaea antarctica*, *Oncaea ovalis*, *Paracandacia bispinosa*, *Pleuromamma abdominalis*, *Pleuromamma piseki*, *Pontella securifer*, *Pontella spiniceps*, *Scolecithrix* sp.), correspondendo a 29,5% dos Copepoda que ocorreram na área (Figura 21).

Considerando a comunidade zooplanctônica total, coletada na operação Prospec XIX, os organismos muito freqüentes estiveram presentes com 28,3%, os freqüentes com 20,7%, os pouco freqüentes representaram 24,1% e os esporádicos 26,9% da comunidade.

Dentre os organismos zooplanctônicos encontrados na operação Prospec XX, exceto Copepoda, foram considerados muito freqüentes, com percentual maior que 70%, quinze taxa (*Abylopsis eschscholtzi*, *Aglaura*

*hemistoma*, *Brachyura* (larvas), *Caridea* (larvas), *Creseis acicula*, Decapoda (outros), *Doliolum* sp., *Membranipora* sp. (cyphonauta), *Oikopleura dioica*, *Oikopleura* sp., *Polychaeta* (outros), *Sagitta enflata*, *Sagitta hispida*, *Sagitta tenuis*, *Sagitta* sp.), correspondendo a 23,8% da comunidade. Como freqüentes, estiveram representados 14 taxa (*Agalma* sp., *Bivalvia* (véliger), *Branchiostoma* sp., Enteropneusta (tornaria), Euphausiacea (furcila e calyptopsis), Gastropoda (véliger), Hyperiididae, *Liriope tetraphylla*, *Oikopleura longicauda*, Penaeidae (larvas), *Sagitta hexaptera*, Stomatopoda (larvas), *Thalia democratica*, *Tomopteris* sp.), constituindo 22,2% do zooplâncton. Os demais taxa foram pouco freqüentes (23 taxa), com um total de 36,5% da população; e esporádicos, com 11 taxa, correspondendo a 17,5% da comunidade zooplânctonica (Figura 22).

Dentre os Copepoda, da Prospec XX, foram muito freqüentes, 17 espécies, *Acrocalanus longicornis*, *Calocalanus pavo*, *Candacia varicans*, *Centropages furcatus*, *Clausocalanus furcatus*, *Copilia mirabilis*, *Corycaeus amazonicus*, *Corycaeus giesbrechti*, *Corycaeus speciosus*, *Farranula gracilis*, *Macrosetella gracilis*, *Oithona plumifera*, *Oncaea venusta*, *Sapphirina nigromaculata*, *Subeucalanus pileatus*, *Temora stylifera* e *Undinula vulgaris*, constituindo 34,7% dos Copepoda. Como freqüentes foram registradas cinco espécies, *Candacia pachydactyla*, *Nannocalanus minor*, *Oithona* sp., *Rhincalanus cornutus* e *Scolecithrix danae*, correspondendo a 10,2% dos Copepoda. Os demais taxa foram enquadrados na categoria de pouco freqüentes, com quinze espécies (*Calanopia americana*, *Oithona setigera*, *Pontellina plumata*, *Sapphirina angusta*, *Acartia danae*, *Centropages bradyi*, *Euchaeta marina*, *Euchaeta pubera*, *Hemicyclops thalassius*, *Neocalanus robustior*, *Haloptilus longicornis*, *Microsetella rosea*, *Oncaea media*, *Scottocalanus securifrons*, *Temora turbinata*), com percentual de 30,6% da comunidade; e como esporádicos, doze espécies (*Acartia negligens*, *Centropages violaceus*, *Copilia quadrata*, *Haloptilus oxycephalus*, *Labidocera nerii*, *Lucicutia flavicornis*, *Lucicutia longicornis*, *Mecynocera clausi*, *Mesocalanus tenuicornis*, *Oithona ovalis*, *Pareucalanus sewelli*, *Sapphirina auronitens*), correspondendo a 24,5% dos Copepoda que ocorreram na área (Figura 23).

Considerando a comunidade zooplanctônica total, coletada na operação Prospec XX, os organismos muito freqüentes estiveram presentes com 28,6%, os freqüentes com 17,0%, os pouco freqüentes representaram 33,9% e os esporádicos 20,5% da comunidade.

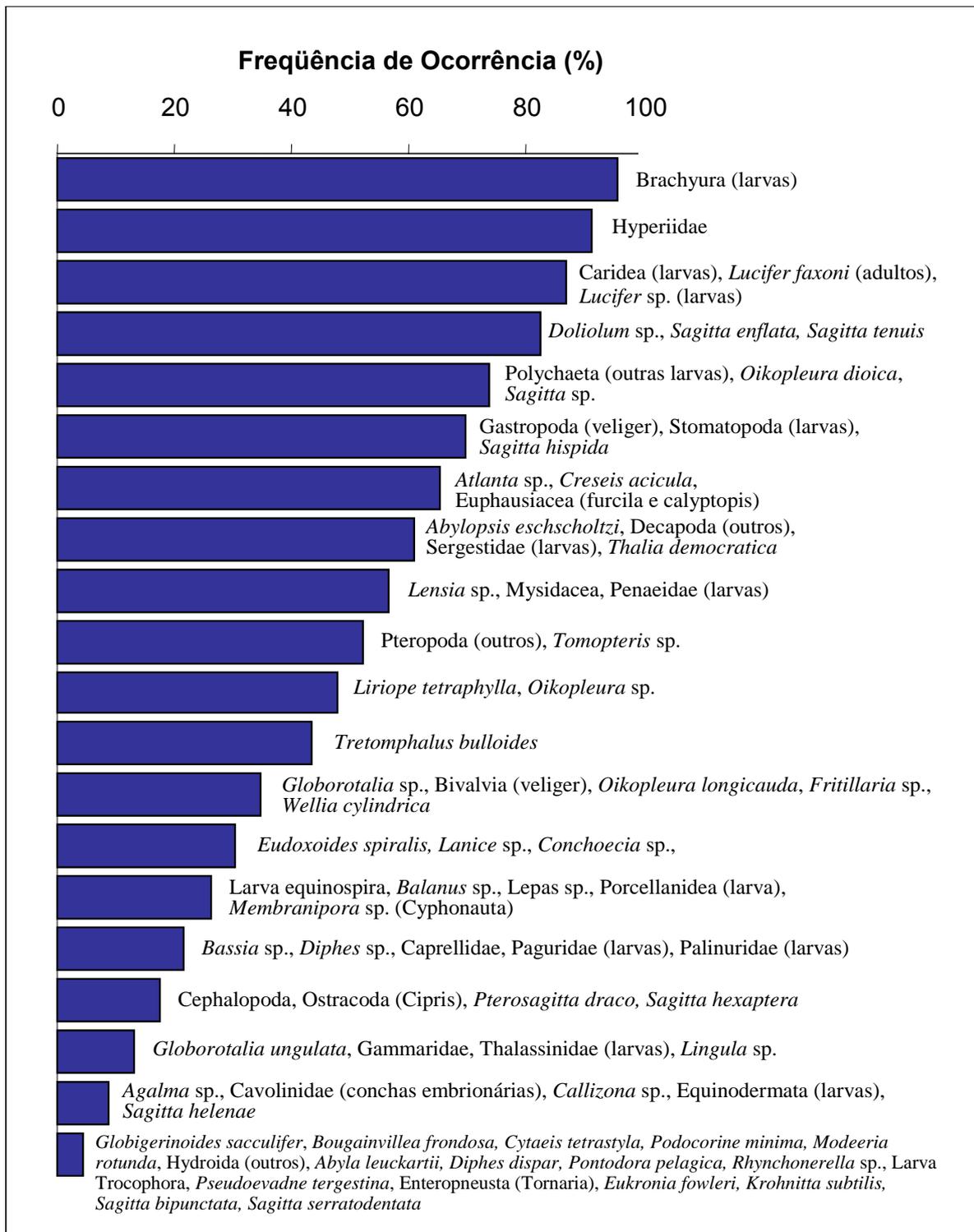


Figura 18 – Frequência de ocorrência do zooplâncton, exceto Copepoda, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

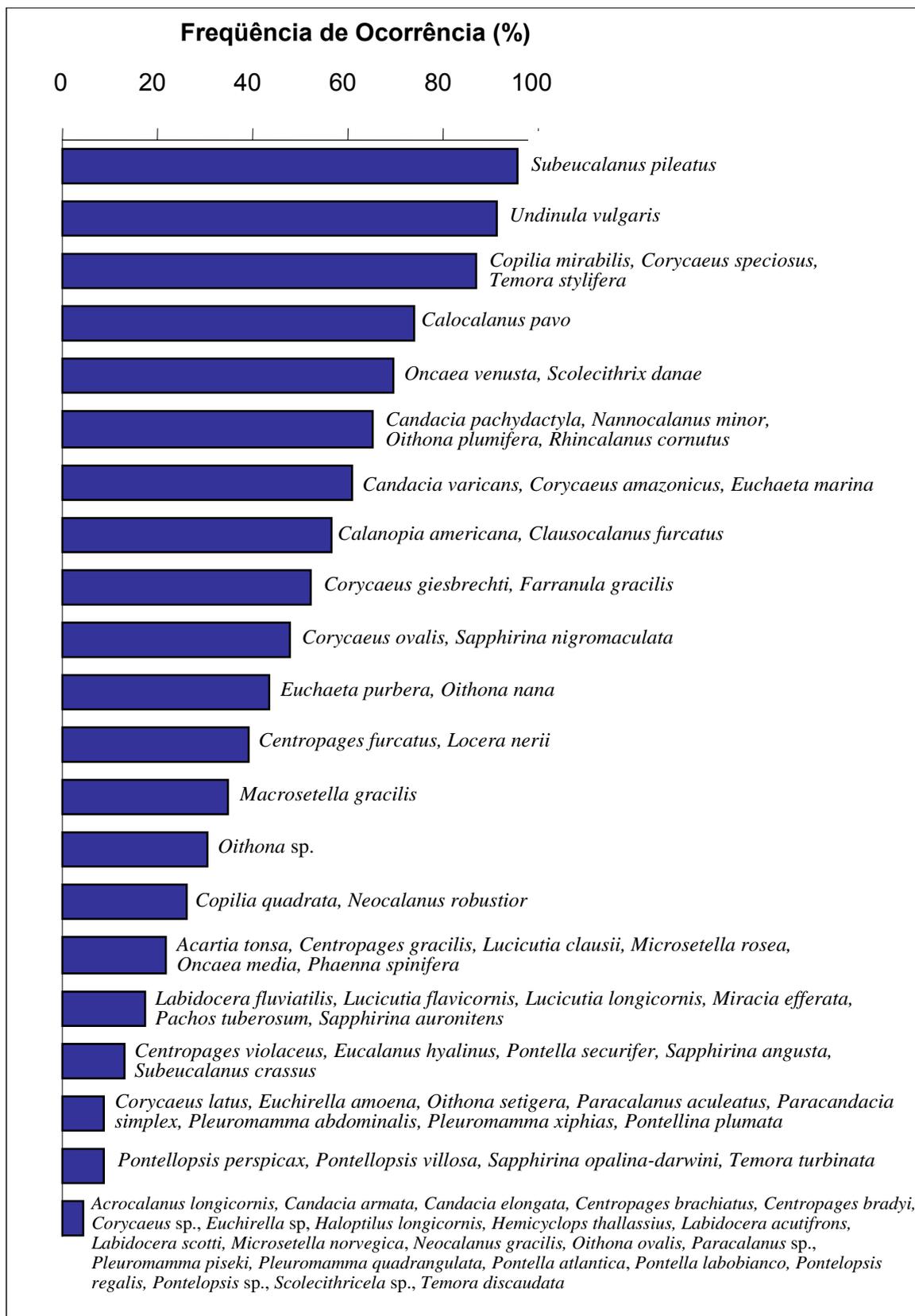


Figura 19 – Freqüência de ocorrência das espécies de Copepoda, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

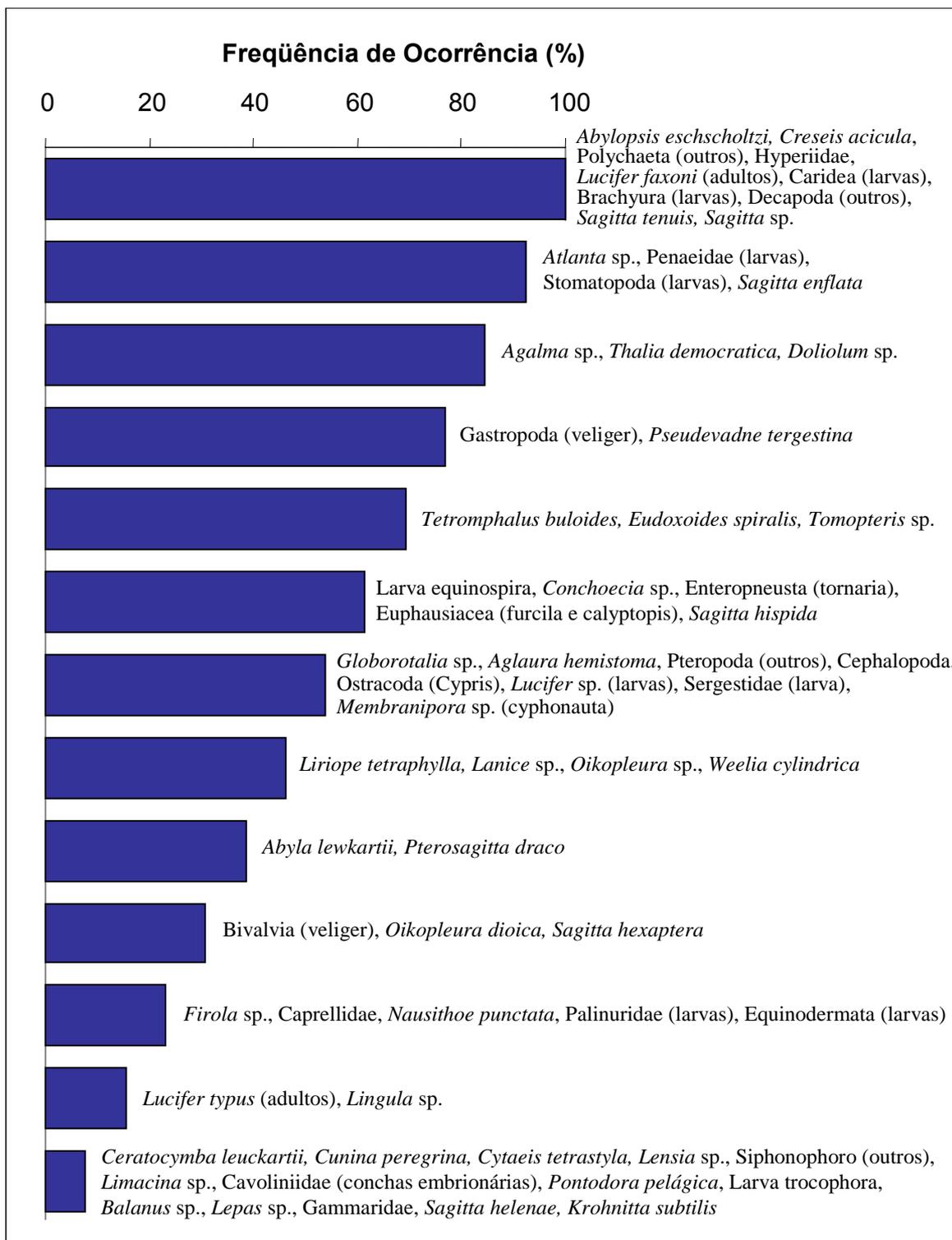


Figura 20 – Freqüência de ocorrência do zooplâncton, exceto Copepoda, na região de quebra de plataforma, dos Estados do Pará e Amapá, Prospec XIX - 2001.

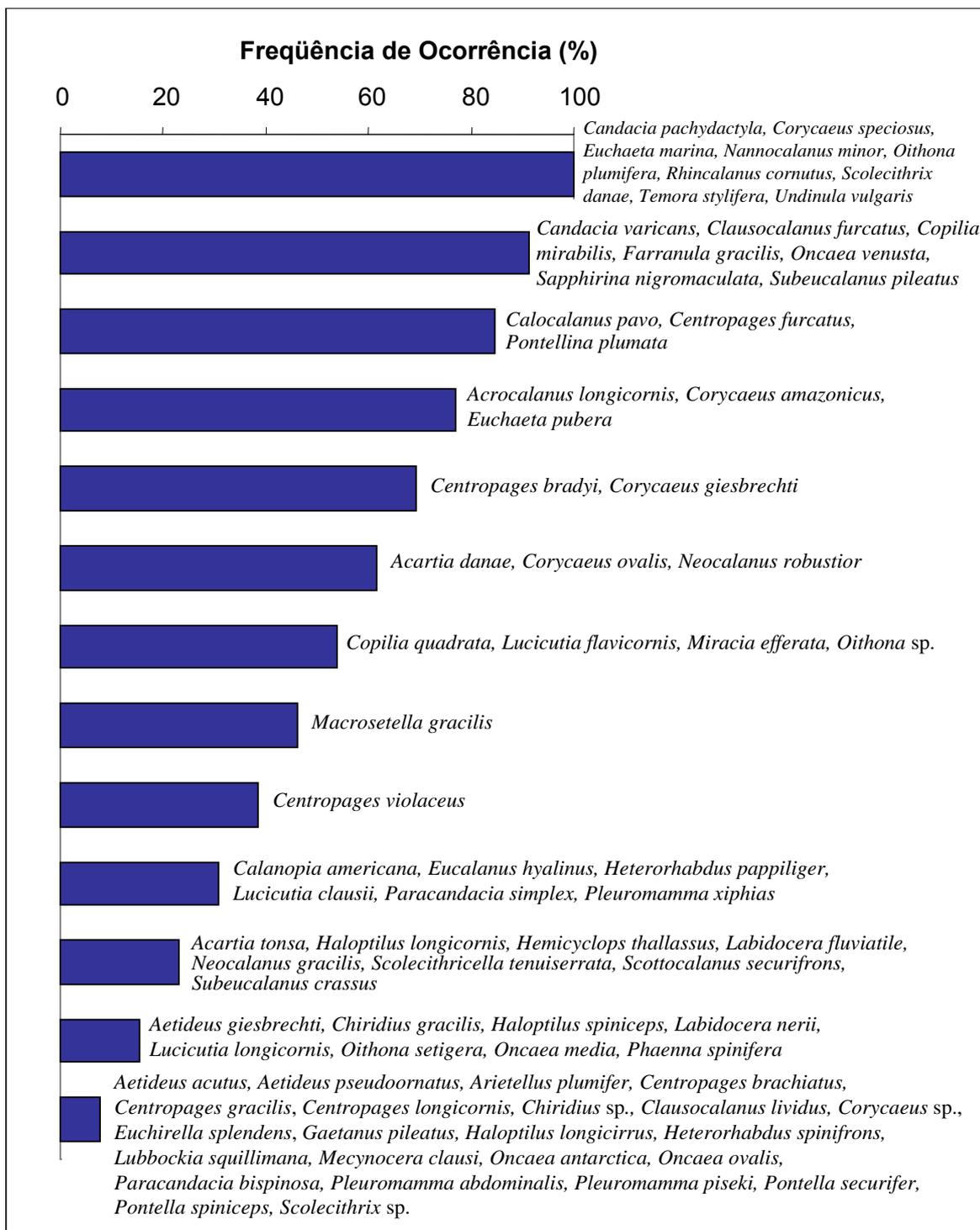


Figura 21 – Frequência de ocorrência das espécies de Copepoda, na região de quebra de plataforma, dos Estados do Pará e Amapá, Prospec XIX - 2001.

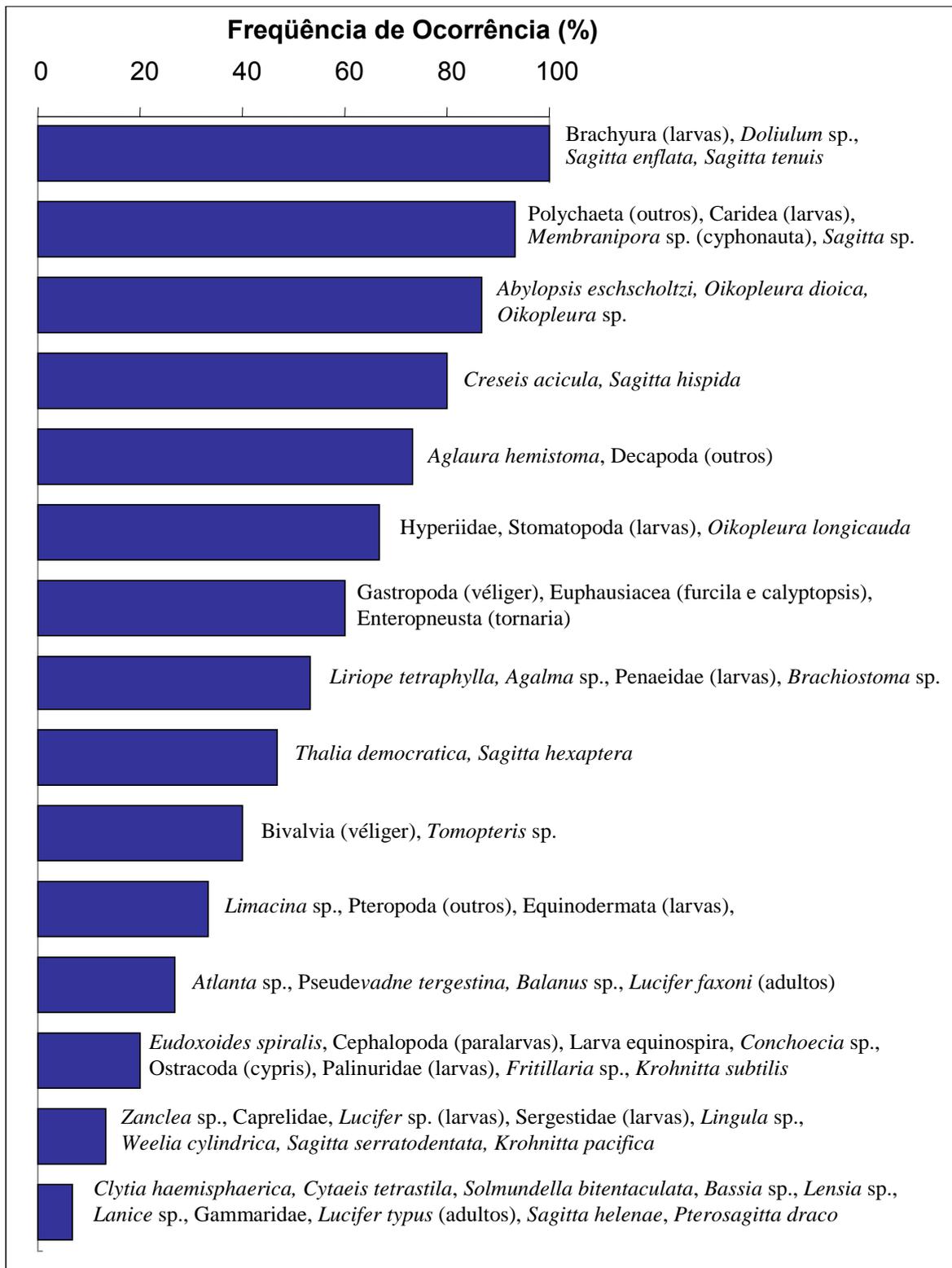


Figura 22 – Freqüência de ocorrência do zooplâncton, exceto Copepoda, na região de quebra de plataforma, do Estado do Maranhão, Prospec XX - 2001.

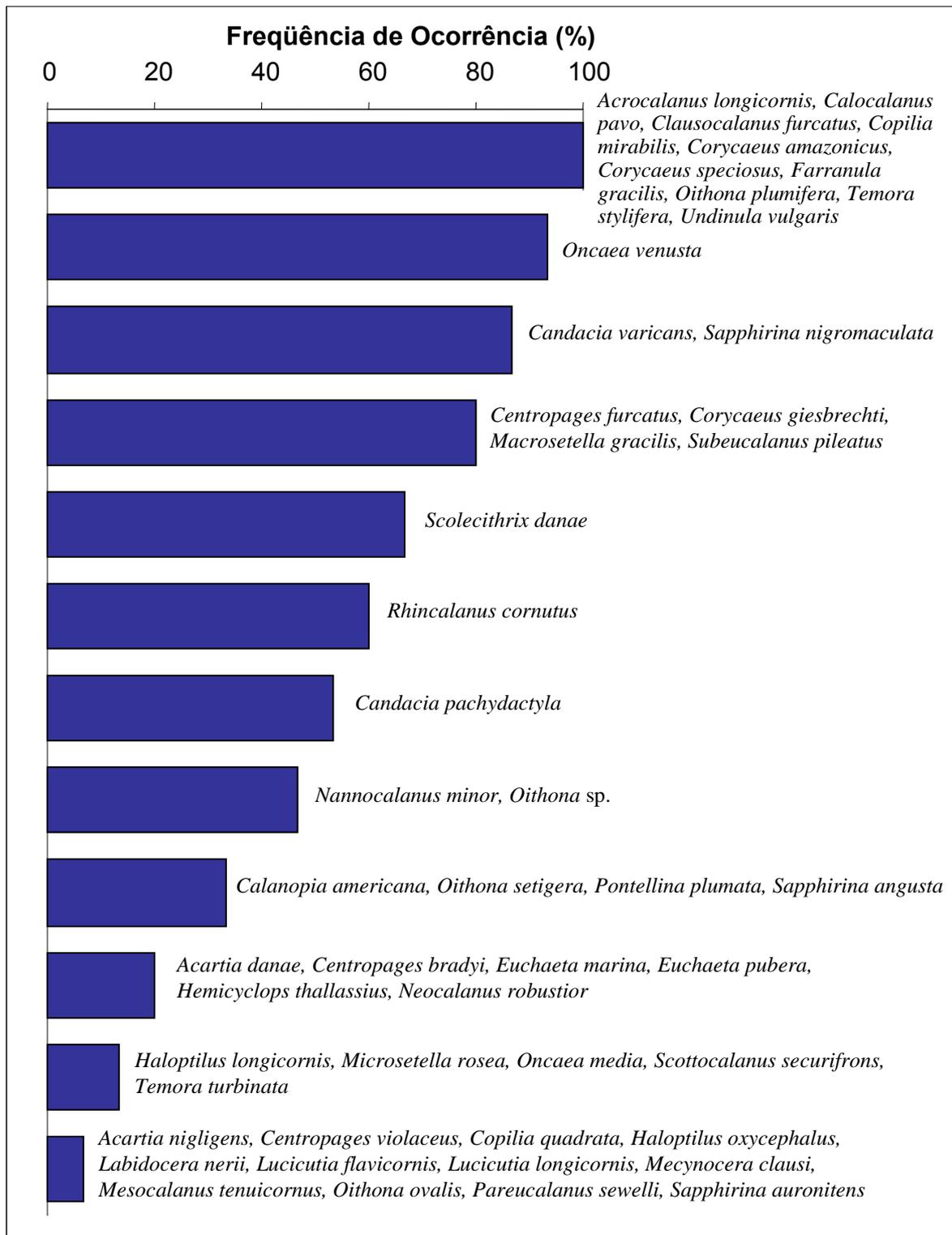


Figura 23 – Freqüência de ocorrência das espécies de Copepoda, na região de quebra de plataforma, do Estado do Maranhão, Prospec XX - 2001.

## 5.6 Diversidade e Equitabilidade

Pela análise da figura 24, não foi observado um padrão de distribuição da diversidade específica na área estudada, sendo os valores baixos, com média geral de 2,26 bits.ind<sup>-1</sup>. O mínimo de todas as estações foi 1,04 bits.ind<sup>-1</sup>, na Estação 68 (perfil 12) devido ao predomínio de *Undinula vulgaris*. O máximo foi de 3,17 bits.ind<sup>-1</sup> na estação 53. A média global das estações neríticas foi 2,29 bits.ind<sup>-1</sup> e das oceânicas 2,23 bits.ind<sup>-1</sup>, sendo que a região que foi observada a maior média de diversidade de espécies, foi a da quebra da plataforma. Para a campanha Prospec XIX (Figura 25), o valor médio de diversidade foi de 2,31 bits.ind<sup>-1</sup>. O valor mínimo foi de 1,86 bits.ind<sup>-1</sup>, na estação 1 e o máximo foi de 2,83 bits.ind<sup>-1</sup> na estação 11. Enquanto que na Prospec XX, o valor médio foi de 2,08 bits.ind<sup>-1</sup>. O valor mínimo foi de 1,17 bits.ind<sup>-1</sup>, na estação 1 e o valor máximo foi de 2,72 bits.ind<sup>-1</sup>, na estação 7.

A análise da equitabilidade da operação NIV, mostrou que, assim como a diversidade, não existe um padrão de distribuição da equitabilidade (Figura 24). A média geral foi de 0,53, indicando ser uma comunidade equitativa. O mínimo foi 0,24 na estação 68 (perfil 12); o máximo foi 0,77 na estação 82 (perfil 14). Para a Prospec XIX (Figura 25), a média geral foi de 0,46, indicando que não é uma comunidade equitativa. O mínimo foi de 0,36, na estação 1 e o máximo de 0,57 na estação 11. Enquanto que para a Prospec XX, a média geral foi de 0,47, indicando que não é uma comunidade equitativa. O mínimo foi de 0,29, na estação 1 e o máximo de 0,65 na estação 7.

## 5.7 Densidade Geral (org.m<sup>-3</sup>)

Analizando-se a figura 26, observamos que a estação 79 teve um valor discrepante em relação às demais estações da área de estudo. Mas quando se retira a estação 79 da figura, podemos observar que as maiores densidades estiveram concentradas na zona de influência da retroflexão da Corrente Norte do Brasil, especialmente as estações 89, 90 e 93. A densidade variou de um mínimo de 41,2 org.m<sup>-3</sup>, na estação 94, na quebra da plataforma do perfil 15, a um máximo de 3.754,5 org.m<sup>-3</sup>, na estação 79, a mais costeira do perfil 13. O mínimo do zooplâncton, sem levar em consideração os Copepoda, foi 16,1 org.m<sup>-3</sup> na estação 94 e o máximo foram 2.534,7 org.m<sup>-3</sup> na estação 79,

ocasionada principalmente pela explosão de *Doliolum* sp. Copepoda variou de 24 org.m<sup>-3</sup> na estação 61 a 1.219,8 org.m<sup>-3</sup>, na estação 79 (Figura 27). Para a campanha Prospec XIX, a densidade zooplanctônica variou de 4,3 org.m<sup>-3</sup>, na estação 6, a um máximo de 128 org.m<sup>-3</sup>, na estação 1. O mínimo do zooplâncton, sem levar em consideração os Copepoda, foi 5,1 org.m<sup>-3</sup>, na estação 6 e o máximo foi de 74 org.m<sup>-3</sup> na estação 1 (Figura 28). Na Prospec XX, a densidade zooplanctônica variou de 25, 8 org.m<sup>-3</sup>, na estação 4 a 86 org.m<sup>-3</sup>, na estação 15. O mínimo de zooplâncton, excluindo-se os Copepoda, foi de 7 org.m<sup>-3</sup>, na estação 10 e o máximo de 36 org.m<sup>-3</sup>, na estação 6 (Figura 28).

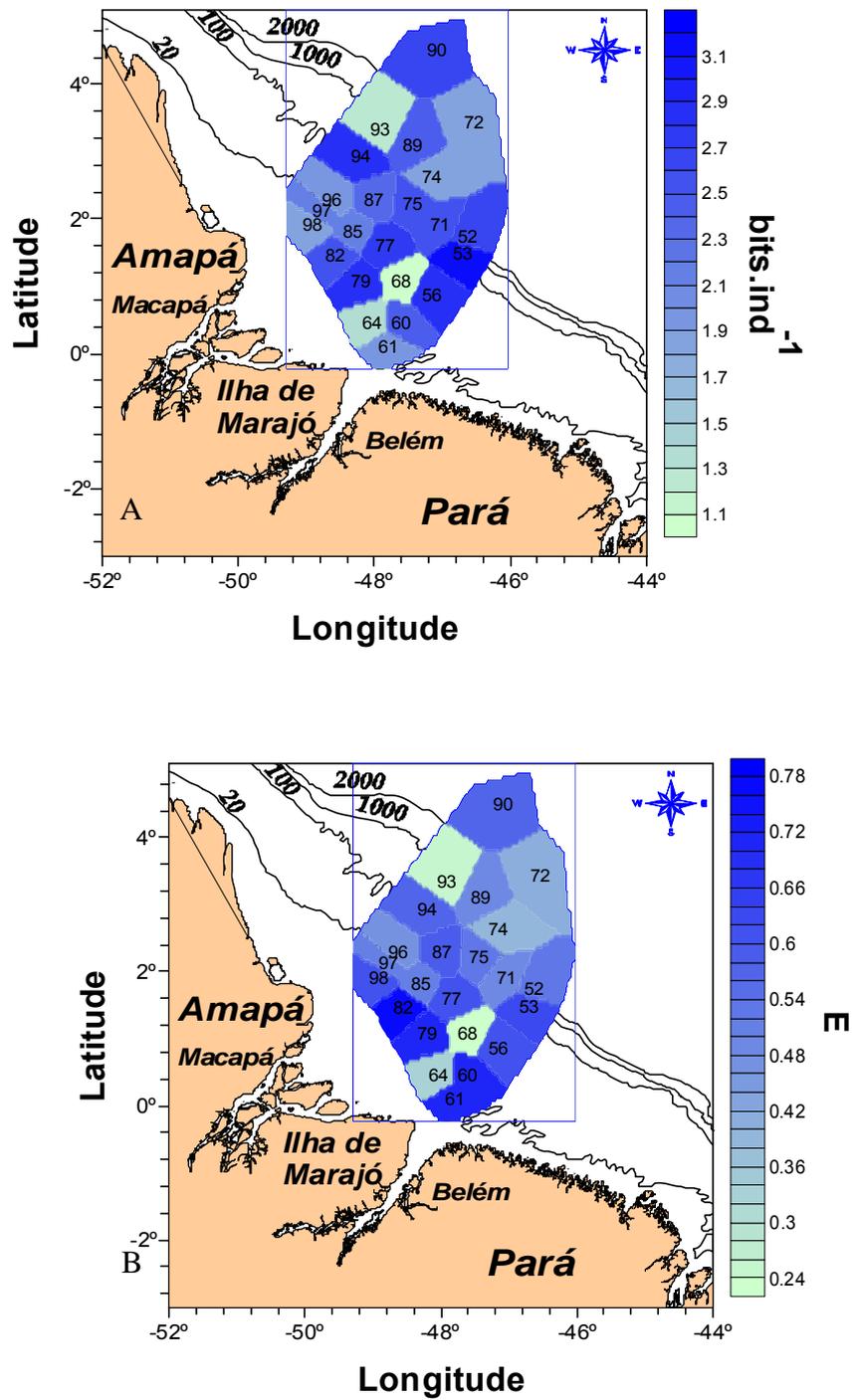


Figura 24 – Diversidade ( $H'$ ) (A) e Eqüitabilidade ( $E$ ) (B) de espécies de Copepoda, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

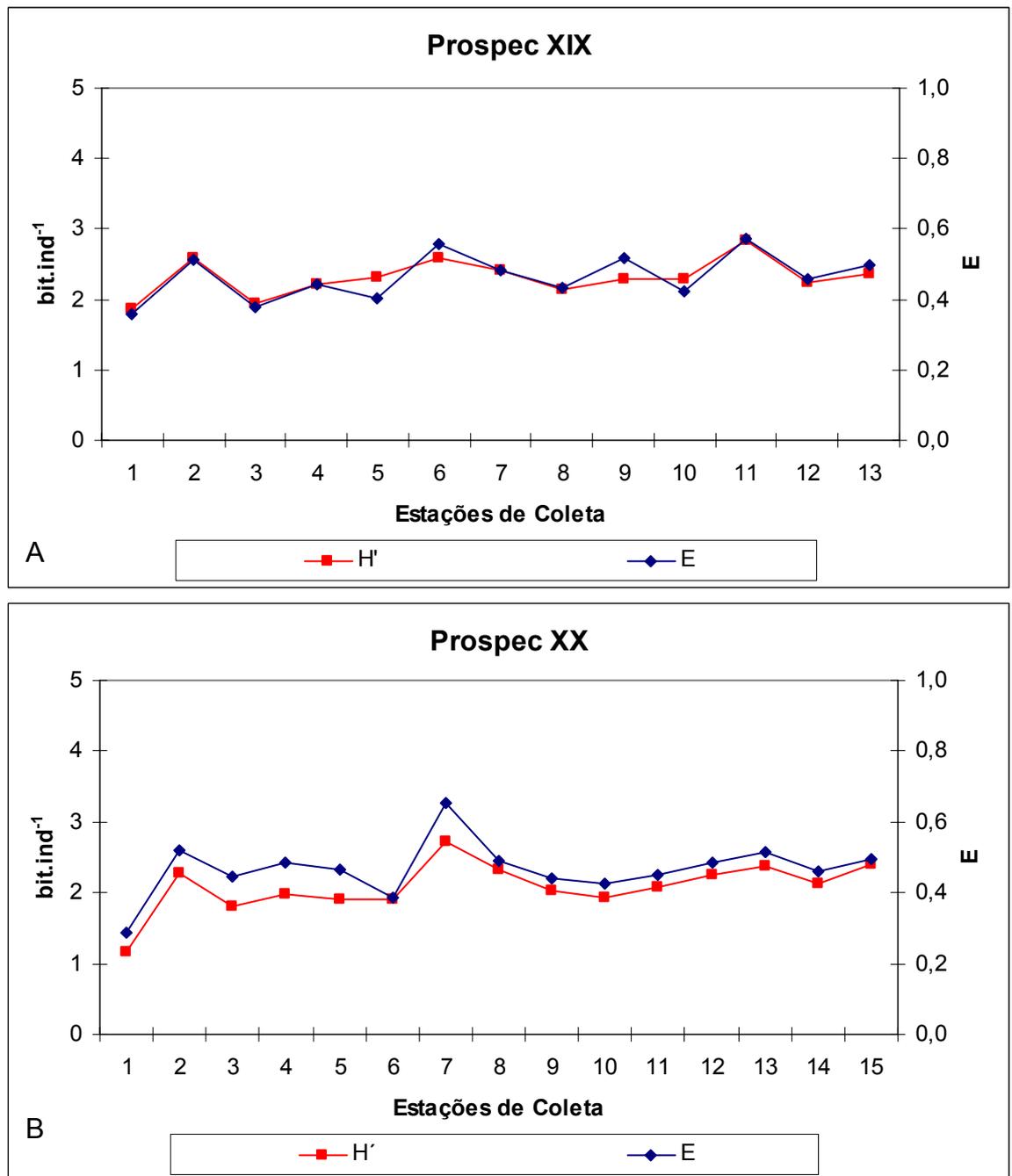


Figura 25 – Diversidade ( $H'$ ) e Equitabilidade ( $E$ ) de espécies de Copepoda, na região de quebra de plataforma dos Estados do Pará e Amapá, Prospect XIX e Maranhão, Prospect XX. A = Prospect XIX; B = Prospect XX. 2001.

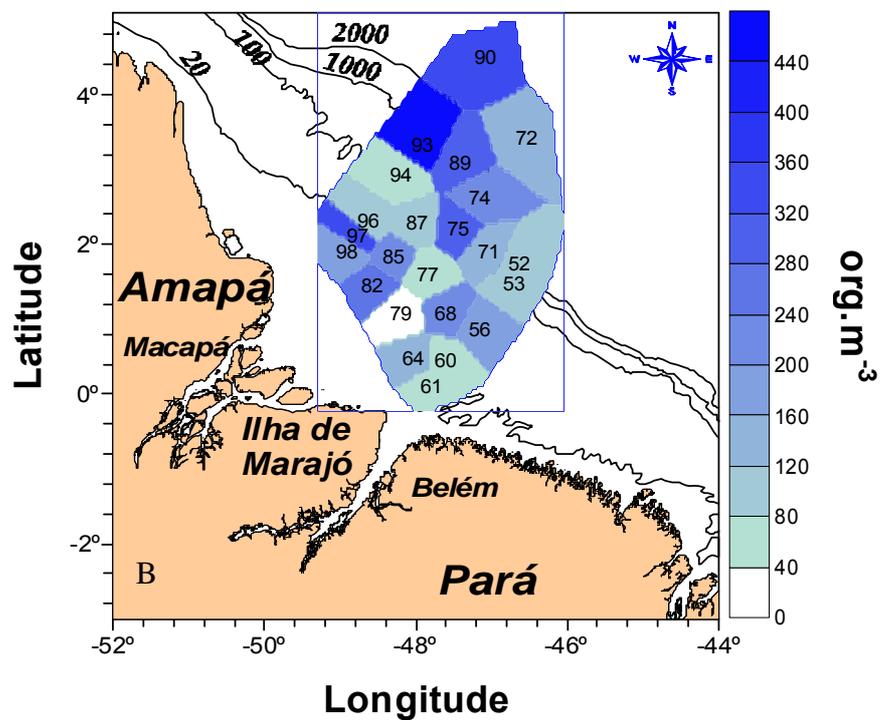
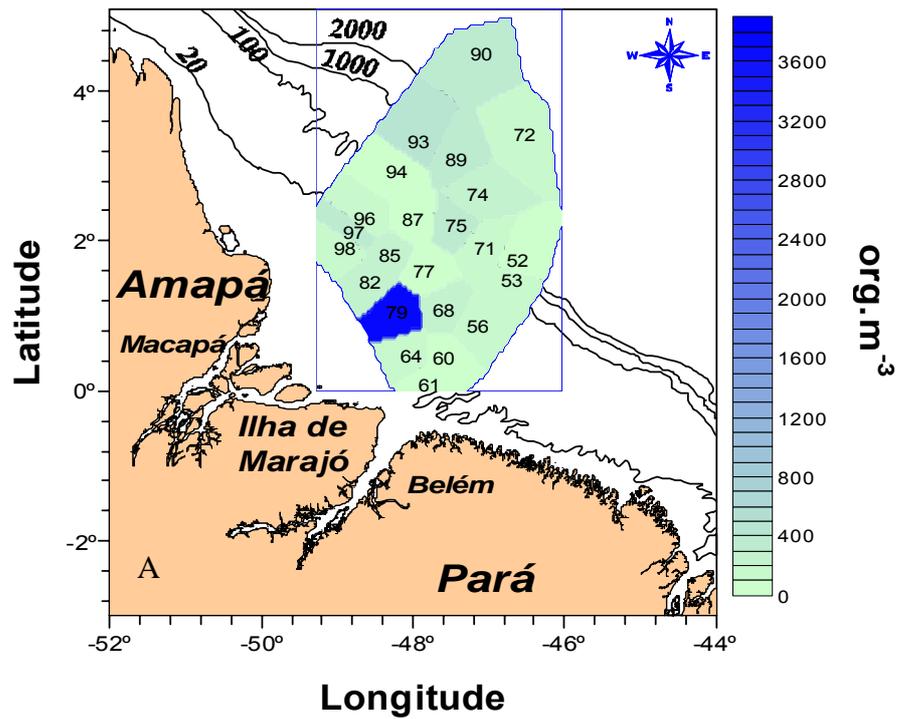


Figura 26 – Distribuição da densidade do zooplâncton, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001. A = distribuição com a estação 79; B = distribuição sem a estação 79.

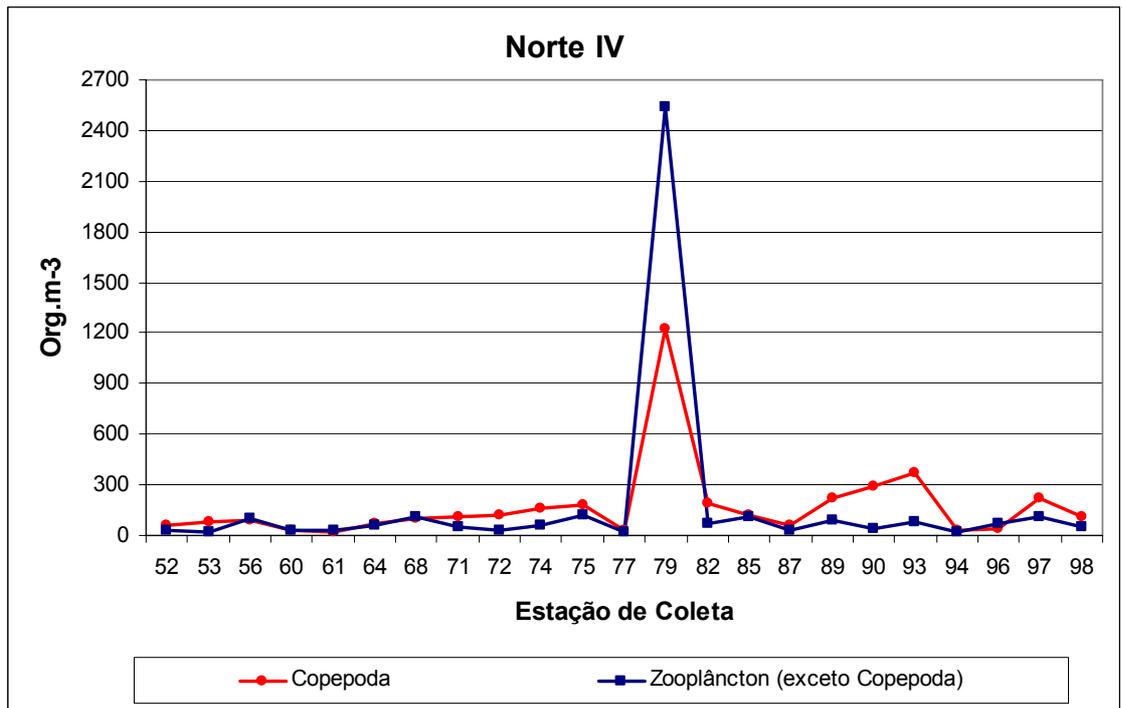


Figura 27 – Densidade do zooplâncton, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

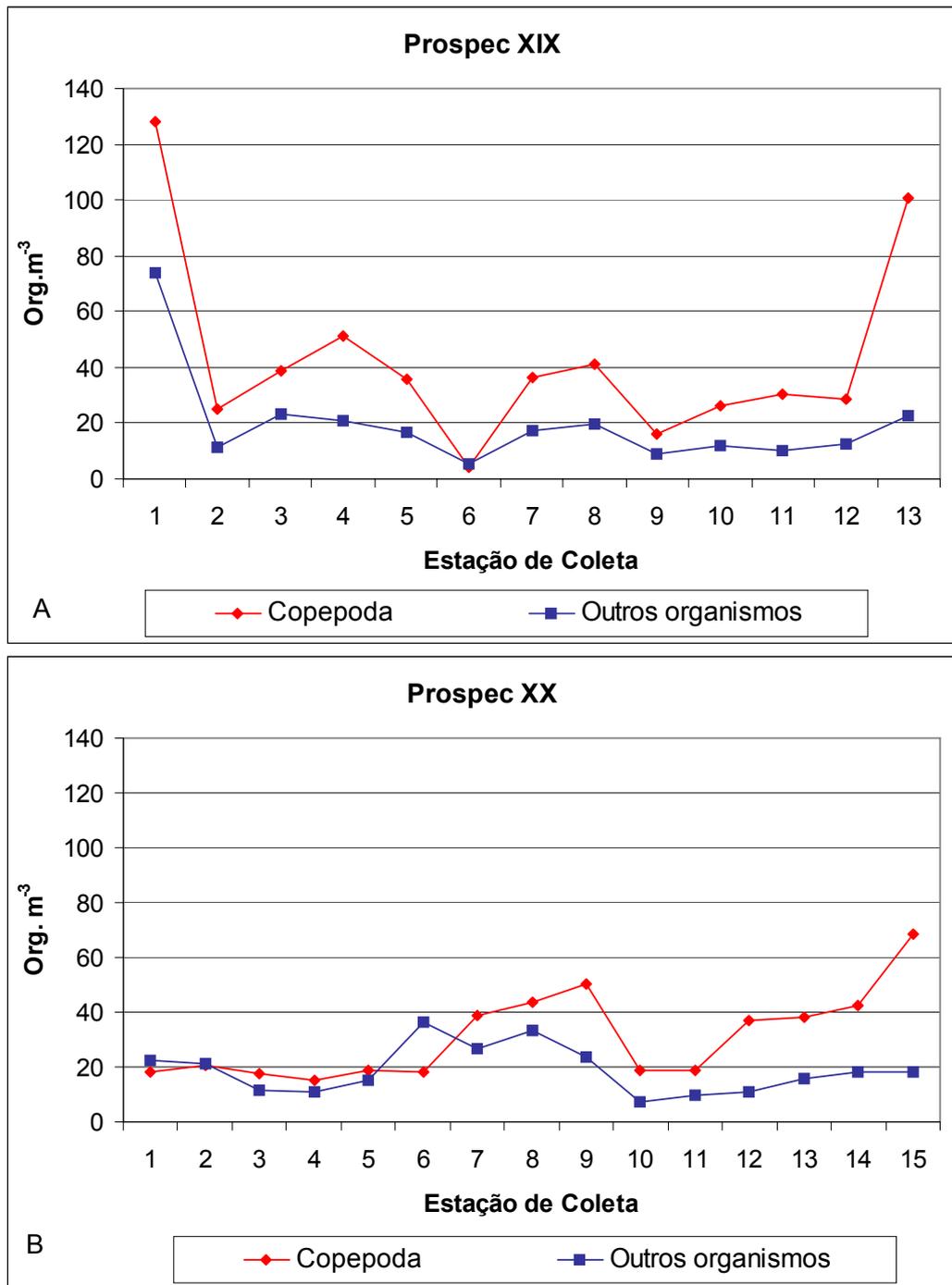


Figura 28 – Densidade do zooplâncton, na região de quebra de plataforma dos Estados do Pará e Amapá, Prospect XIX e Maranhão, Prospect XX. A = Prospect XIX; B = Prospect XX. 2001.

## 5.8 Densidade por Filo (org.m<sup>-3</sup>)

### 5.8.1 Sarcomastigophora

Esteve representado na área estudada pela ordem Foraminifera. A densidade deste filo foi baixa, com 29,4 org.m<sup>-3</sup>. A maior densidade foi no perfil 11, com 10,4 org.m<sup>-3</sup>, enquanto que a menor foi de 2,4 org.m<sup>-3</sup> ocorreu no perfil 14.

Os Foraminifera estiveram presentes com três espécies holoplanctônicas: *Globigerinoides sacculifer*, *Globorotallia unguata* e *Globorotallia* sp., e uma meroplanctônica *Tretomphalus bulloides*.

Na Figura 29, referente à distribuição da densidade nas diversas estações que configuram a área estudada, observa-se a concentração deste filo nas estações oceânicas, e uma densidade muito baixa nas estações neríticas. O mínimo foi 0,3 org.m<sup>-3</sup> (estação 72, perfil 13) e o máximo 8,4 org.m<sup>-3</sup> (estação 52, perfil 11).

### 5.8.2 Cnidaria

Este filo esteve representado na área por espécies pertencentes às Hidroidomedusae e Siphonophora. A densidade total na área foi de 93,49 org.m<sup>-3</sup>. Considerando-se cada perfil, a densidade mais alta foi 46,3 org.m<sup>-3</sup> no perfil 13, e a mais baixa 6,2 org.m<sup>-3</sup> no perfil 12. (Figura 30). Os Cnidaria variaram em densidade de 0,6 org.m<sup>-3</sup> (estação 77, perfil 13) a 31,3 org.m<sup>-3</sup> (estação 79, perfil 13). Podemos observar na figura 30, uma distribuição mais acentuada deste filo, nas estações após a quebra de plataforma.

Dentre as Hidroidomedusae, *Liriope tetraphyla*, uma espécie planctônica, foi registrada em 11 das 23 estações de coleta, em estações neríticas e oceânicas, tendo alcançado 27,2 org.m<sup>-3</sup> na estação 79 do perfil 13, uma estação nerítica.

*Bougainvillea frondosa*, *Podocorine minima* e *Modeeria rotunda* só ocorreram uma vez em todo o estudo, sendo consideradas espécies raras.

Com relação aos Siphonophora foi possível constatar que são mais oceânicos. *Agalma* sp., *Bassia* sp. e *Diphes dispar* só foram registradas em estações oceânicas. *Eudoxoides spiralis*, *Abylopsis eschscholtzi*, *Diphes* sp. e *Lensia* sp., ocorreram tanto em estações neríticas quanto oceânicas

### 5.8.3 Mollusca

Pela figura 31, nota-se, que o filo Mollusca apresentou uma distribuição mais acentuada nas estações após a quebra de plataforma, com densidade total de 67,8 org.m<sup>-3</sup>, sendo os perfis 13, com 38,3 org.m<sup>-3</sup> e 14, com 11,7 org.m<sup>-3</sup>, os que apresentaram maiores densidades.

Estiveram representados pela classe Gastropoda, com 3 ordens: Thecosomata, Gymnosomata, e Mesogastropoda; pela classe Bivalvia, com as larvas véliger e pela classe Cephalopoda, com as paralarvas de Teuthida.

Os Pteropoda foram o grupo de Mollusca mais representativo. *Creseis acicula* teve a sua ocorrência mais destacada nas estações mais neríticas, com maior densidade registrada na estação 79, do perfil 13. As conchas embrionárias de Cavolinidae foram registradas em apenas 2 estações. *Atlanta* sp. são heterópodos pelágicos e foram registrados nas províncias nerítica e oceânica, com densidades elevadas. Bivalvia ocorreu com sua larva véliger em amostras neríticas e oceânicas, com baixa densidade. As paralarvas de Theutida foram registradas em apenas 2 estações oceânicas.

O registro nas estações mais oceânicas se deve à presença de Mollusca holoplanctônicos. Vale salientar que, entre as estações neríticas e oceânicas, a densidade diminui bastante formando uma lacuna, representada provavelmente pela corrente norte do Brasil. O mínimo geral foi 0,3 org.m<sup>-3</sup> (estação 94) e o máximo 23,1 org.m<sup>-3</sup> (estação 79).

### 5.8.4 Annelida

Os representantes deste filo, os Polychaeta, alcançaram uma densidade total de 54,23 org.m<sup>-3</sup>, tendo a maior densidade sido registrada no perfil 13, com 24,9 org.m<sup>-3</sup> e a menor no perfil 12, com 3,0 org.m<sup>-3</sup>. Pela dificuldade de uma diagnose precisa, os organismos foram classificados em nível de família, com referência apenas para as espécies *Lanice* spp., *Pontondora pelagica* e *Tomopteris* spp.

Os estágios larvais foram registrados como nectochaeta, chaetosphaera e nectosoma, porém não foi possível incluir dentro do taxa sistemático a que pertencem.

Observando a distribuição da densidade de Annelida Polychaeta na área (Figura 32), é evidente a baixa densidade com aumentos pontuais nas

estações neríticas, em decorrência da presença de famílias bentônicas. Esse taxa variou de  $0,3 \text{ org.m}^{-3}$  (estação 72), a  $23,1 \text{ org.m}^{-3}$  (estação 79).

### 5.8.5 Crustacea

Este filo esteve representado pelos Copepoda, grupo mais diverso (em termos numéricos) e abundante da área estudada, e que foi focado com maior destaque e por outros Crustacea, englobando as ordens Onychopoda, Myodocopida, Thoracica, Stomatopoda, Euphausiacea, Decapoda, Mysidacea e Amphipoda.

#### 5.8.5.2 Copepoda

Copepoda esteve representado pelas ordens Calanoida, Cyclopoida, Harparcticoida, Poecilostomatoida, Siphonostomatoida e Monstrilloida. A densidade total na área foi de  $3.927,8 \text{ org.m}^{-3}$ . Levando-se em consideração os perfis, sua mais alta densidade foi de  $1.717 \text{ org.m}^{-3}$ , e a menor nos perfis 11 e 12, com  $284,2$  e  $280,3 \text{ org.m}^{-3}$ , respectivamente.

A menor densidade ( $24 \text{ org.m}^{-3}$ ) ocorreu na estação 61, nerítica, do perfil 11, e a maior  $1.219,8 \text{ org.m}^{-3}$ , registrado na estação 79 do perfil 13.

Com base na Figura 33, observa-se que as menores densidades foram registradas nas estações mais próximas da quebra de plataforma, aumentando em direção às mais neríticas e às oceânicas.

#### 5.8.5.2 Outros Crustacea

Esteve bem representado na área estudada com um total global de  $745,08 \text{ org.m}^{-3}$ , tendo a densidade por perfil mais elevada sido registrada para o perfil 13, com  $247,5 \text{ org.m}^{-3}$  e a mais baixa no perfil 11, com  $103,3 \text{ org.m}^{-3}$ .

Onychopoda foi representada por *Pseudevadne tergestina*, a qual não foi registrada nas amostras das estações neríticas, tendo sido registrada em apenas uma coleta, em estação oceânica.

Da ordem Myodocopida foi registrada *Conchoecia* sp., que ocorreu em coletas diurnas e noturnas, em estações oceânicas ou de quebra de plataforma.

Náuplios de Cirripedia, da ordem Thoracica e da subordem Lepadomorpha, foram registrados em quase todas as amostras neríticas,

exceto no perfil 14. O náuplio era pelágico, bem característico, com prolongamentos e apêndices com bastantes cerdas, registradas em algumas estações com altas densidades.

Stomatopoda esteve representado por formas larvais do tipo *Erychthus* e do tipo *Alima*, sendo mais encontrado nas amostras da província nerítica.

Euphausiacea foi representado por adultos de Euphausiidae, os quais foram registrados em 8 coletas nas regiões neríticas e oceânicas, pertencendo, provavelmente, aos gêneros *Thysanopoda*, *Euphausia* e *Stylocheiron*. As larvas de Euphausiidae, nos estágios calyptopis e furcilia, ocorreram, tanto na região nerítica quanto na região oceânica.

Decapoda foi a ordem mais representativa, com vários taxa ocorrendo na fase larval. *Lucifer faxoni*. dominou nas estações neríticas, juntamente com as larvas de Brachiura. As larvas de *Lucifer* spp., nos seus estágios protozoa e mysis e, ocorreram, principalmente em águas neríticas. Brachyura com larvas nos estágios zoea e megalopa, foram bem representativos nas estações neríticas, chegando, a ocorrer até à quebra de plataforma, mas com densidades baixas. As larvas de Brachyura apresentaram densidades mais elevadas no perfil 15, quando alcançaram 32,8 org.m<sup>-3</sup> na estação 98. Phyllosoma de Palinuridea ocorreu com baixas densidades, sendo registrados em duas estações costeiras e em três estações de quebra de plataforma. Porcellanidae foi registrado em amostras neríticas e numa estação oceânica, mas sempre em baixas densidades.

Mysidacea foi registrada em estações nerítica e oceânica, mas sempre em baixas densidades.

Amphipoda esteve representado pelas subordens Caprellidae, Gammarideae e Hyperiidea. Os Caprellidae e os Gammaridea foram pouco freqüentes, ocorrendo principalmente em estações oceanicas em baixas densidades. Os Hyperiidae foram registrados em quase todas as estações de coleta, à exceção das estações 61 e 98, que foram as estações mais costeiras dos perfis 11 e 15 respectivamente. A sua densidade variou de 0,3 org.m<sup>-3</sup>, na estação 94 a 5,5 org.m<sup>-3</sup>, na estação 60.

Observando-se a Figura 33, nota-se maior densidade de outros Crustacea nas estações neríticas, com destaque para a estação 79, com uma densidade de 206,7 org.m<sup>-3</sup>, em decorrência do predomínio de Larvas de

*Lucifer* spp. (84,3 org.m<sup>-3</sup>), *Lucifer faxoni* (68,0 org.m<sup>-3</sup>) e Hyperidae (15,0 org.m<sup>-3</sup>). O mínimo geral por estação foi 1,2 org.m<sup>-3</sup> (estação 77), e o máximo foi 206,7 org.m<sup>-3</sup> (estação 79).

### 5.8.6 Bryozoa

Bryozoa esteve representado na área, pela larva *Cyphonauta* de *Membranipora* sp., com densidades baixas, sendo o total 4,8 org.m<sup>-3</sup>. O menor valor foi 0,7 org.m<sup>-3</sup>, no perfil 15, e o maior 4,1 org.m<sup>-3</sup> no perfil 12.

A Figura 35 mostra a baixa densidade deste grupo na área estudada, concentrando os organismos nas estações neríticas, mas sem um padrão de distribuição. A densidade variou de 0,7 org.m<sup>-3</sup> (estação 97) a 2,7 org.m<sup>-3</sup> (estação 64).

### 5.8.7 Chaetognatha

Este filo esteve representado por 11 espécies: *Eukrohnia fowleri*, *Krohnitta pacifica*, *Krohnitta subtilis*, *Sagitta bipunctata*, *Sagitta enflata*, *Sagitta helenae*, *Sagitta hexaptera*, *Sagitta hispida*, *Sagitta serratodentata*, *Sagitta tenuis*, *Sagitta* sp. e *Pterosagitta draco*. Apresentou uma densidade total de 341,44 org.m<sup>-3</sup>, sendo o perfil 15 o de maior densidade com 125,6 org.m<sup>-3</sup>, enquanto a menor foi 26,5 org.m<sup>-3</sup> no perfil 11. *Sagitta enflata* ocorreu em quase todas as estações, tanto em estações neríticas quanto oceânicas. *Sagitta hexaptera* foi mais representativa nas estações oceânicas e neríticas do perfil 15. *Sagitta serratodentata* ocorreu em apenas uma estação de coleta na região oceânica. *Sagittta hispida* apresentou maior densidade em estações neríticas, apesar de ter sido registrada também nas estações oceânicas. *Sagitta bipunctata* teve baixa densidade na área, tendo sido encontrada em apenas uma amostra. *Sagitta helenae* esteve presente com baixas densidades em duas amostras oceânicas. *Sagitta tenuis* foi uma das espécies mais representativas, com maiores densidades nas estações neríticas, mas ocorrendo também com densidades baixas nas estações oceânicas. *Pterosagitta draco* apresentou maior densidade nas estações oceânicas. *Eukronia fowleri* e *Krohnitta subtilis* foram registradas apenas em uma única estação oceânica. Muitos espécimes encontravam-se imaturos, em estágio inicial de maturação gonadal, enquanto outros estavam maduros.

De uma forma geral, verifica-se na figura 36, que as maiores densidades ocorreram nas estações neríticas, apresentando uma concentração também nas estações oceânicas, influenciadas pela retroflexão da Corrente Norte do Brasil. As menores densidades se concentram na região de quebra de plataforma e oceânica dos perfis 11 a 14. O mínimo foi  $0,7 \text{ org.m}^{-3}$  (estação 94) e o máximo foi de  $55,7 \text{ org.m}^{-3}$  (estação 85).

#### 5.8.8 Chordata

O filo Chordata esteve representado pelo subfilo Urochordata, com as classes Appendicularia com uma densidade total de  $406,9 \text{ org.m}^{-3}$ , e Thaliacea com  $2381,8 \text{ org.m}^{-3}$ . A densidade mais alta de Appendicularia foi de  $45,2 \text{ org.m}^{-3}$ , no perfil 11, e a menor foi  $8,0 \text{ org.m}^{-3}$  no perfil 14. Thaliacea teve a maior densidade no perfil 13 com  $2.190,6 \text{ org.m}^{-3}$ , ocasionada por uma explosão de *Doliolum* sp., que provavelmente estava no período reprodutivo, e a menor no perfil 12 com  $9,08 \text{ org.m}^{-3}$ .

*Oikopleura longicauda* esteve presente em quase todas as estações oceânicas. *Oikopleura dioica* foi a espécie de Appendicularia mais freqüente e abundante no estudo, sendo registrada em estações neríticas e oceânicas. O mínimo total para esta Classe foi  $1,4 \text{ org.m}^{-3}$ , na estação 97 e o máximo foi  $90,4 \text{ org.m}^{-3}$ , na estação 79 (Figura 37).

*Thalia democrática* foi uma espécie freqüente no presente estudo, mas sempre ocorrendo em baixas densidades, tanto em estações neríticas quanto oceânicas. *Weelia cylindrica* foi registrada principalmente nas estações da plataforma externa, com densidade máxima registrada de  $5 \text{ org.m}^{-3}$ , na estação 87. *Doliolum* sp. foi uma espécie muito freqüente com baixas densidades, à exceção da estação 79, do perfil 13, em que foi registrada uma explosão dessa espécie, com  $2.173 \text{ org.m}^{-3}$  (Figura 38).

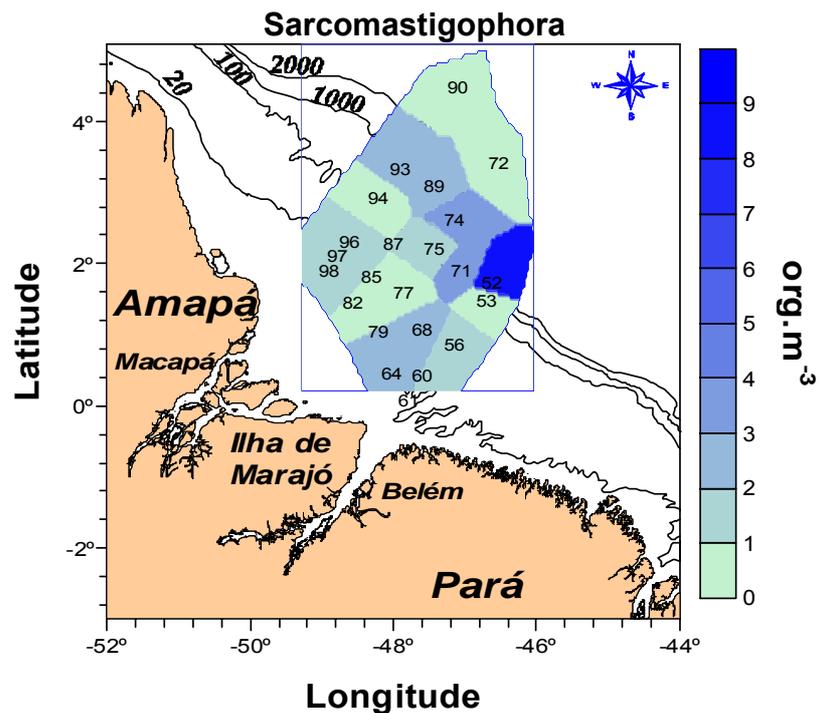


Figura 29 – Distribuição da densidade de Sarcomastigophora, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

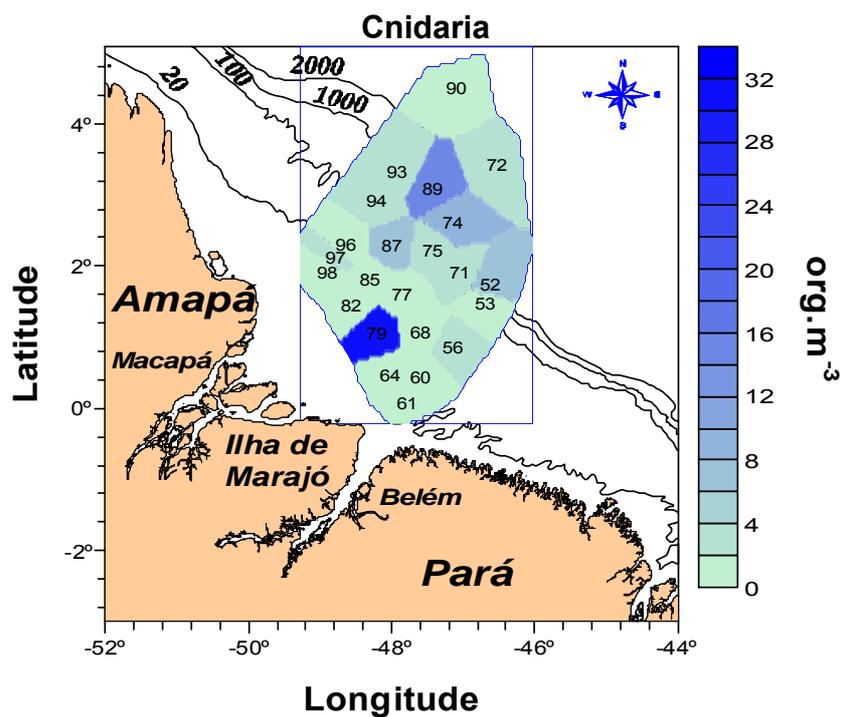


Figura 30 – Distribuição da densidade de Cnidaria, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

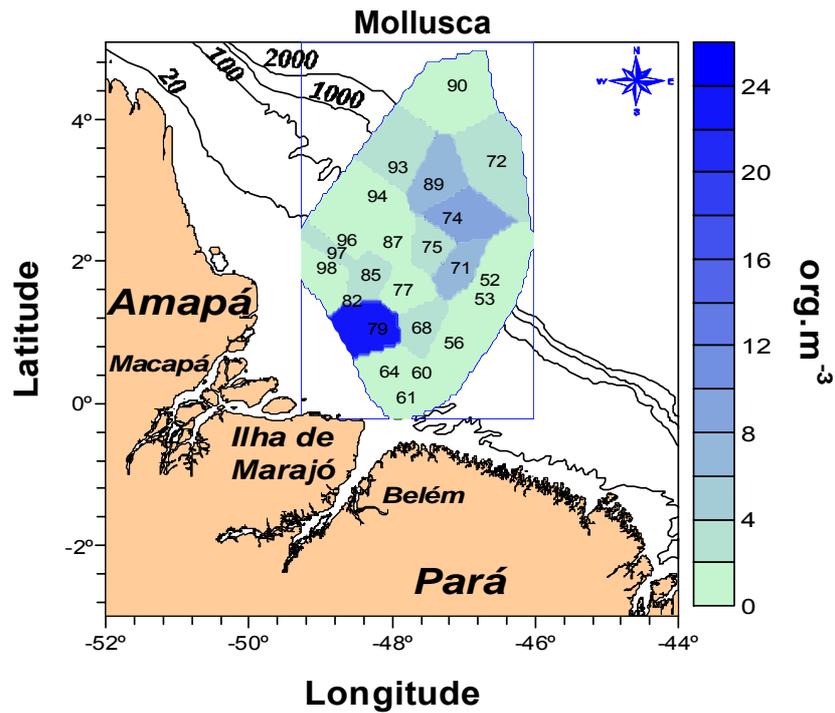


Figura 31 – Distribuição da densidade de Mollusca, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

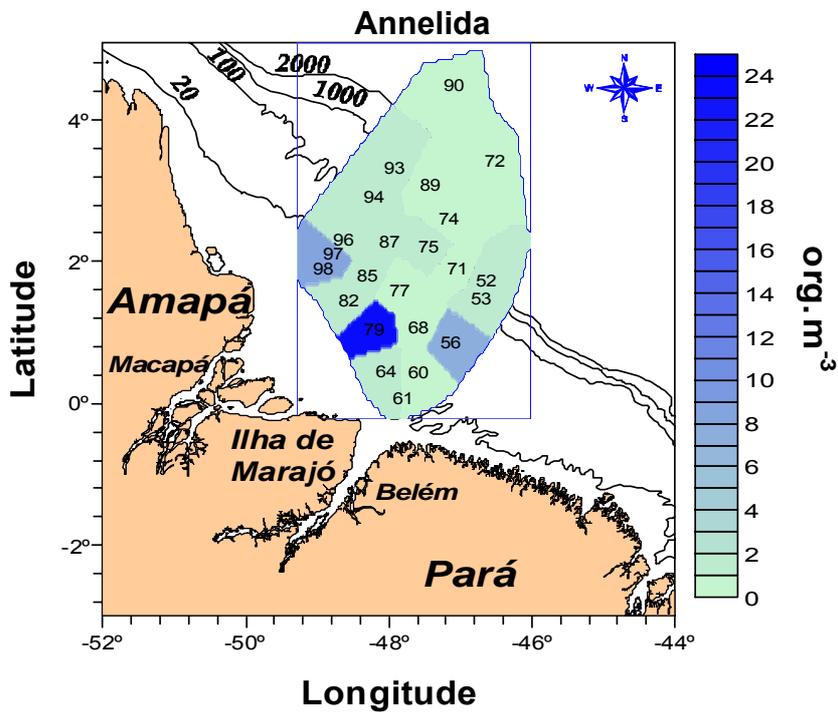


Figura 32 – Distribuição da densidade de Annelida, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

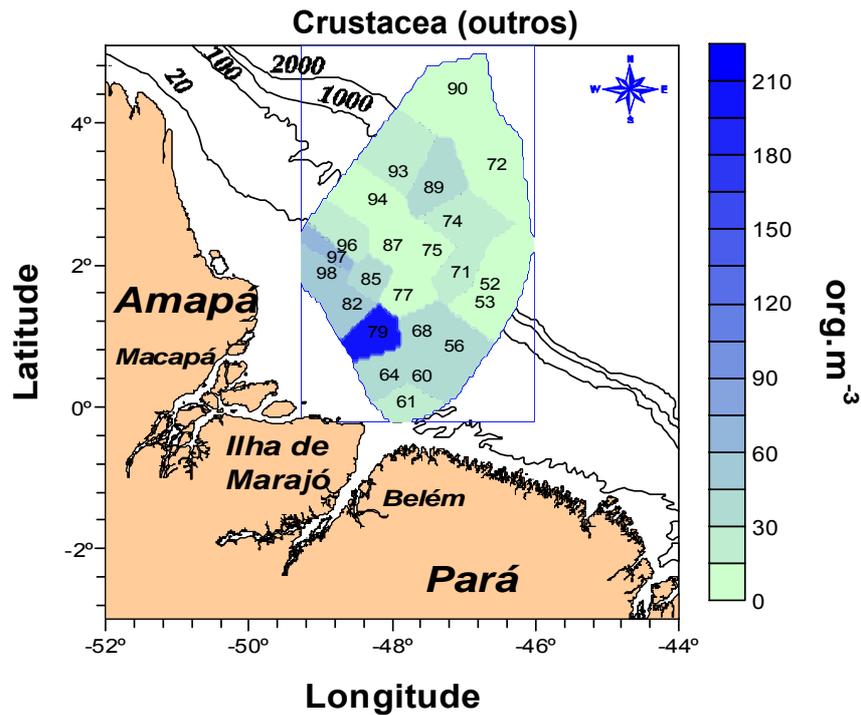


Figura 33 – Distribuição da densidade de Crustacea, exceto Copepoda, na província nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV-2001.

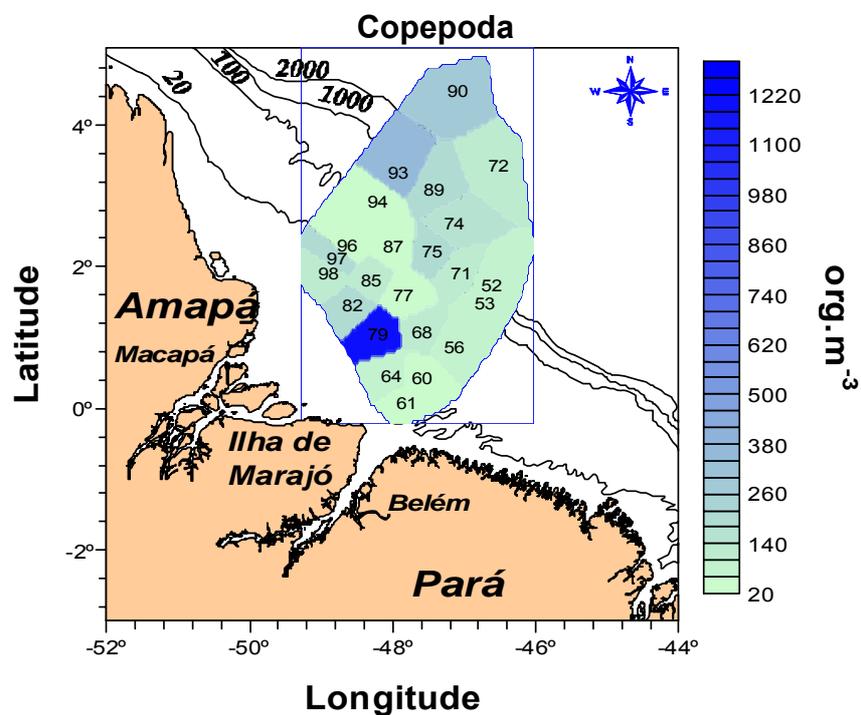


Figura 34 – Distribuição da densidade de Copepoda, nas províncias nerítica e oceânicas dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

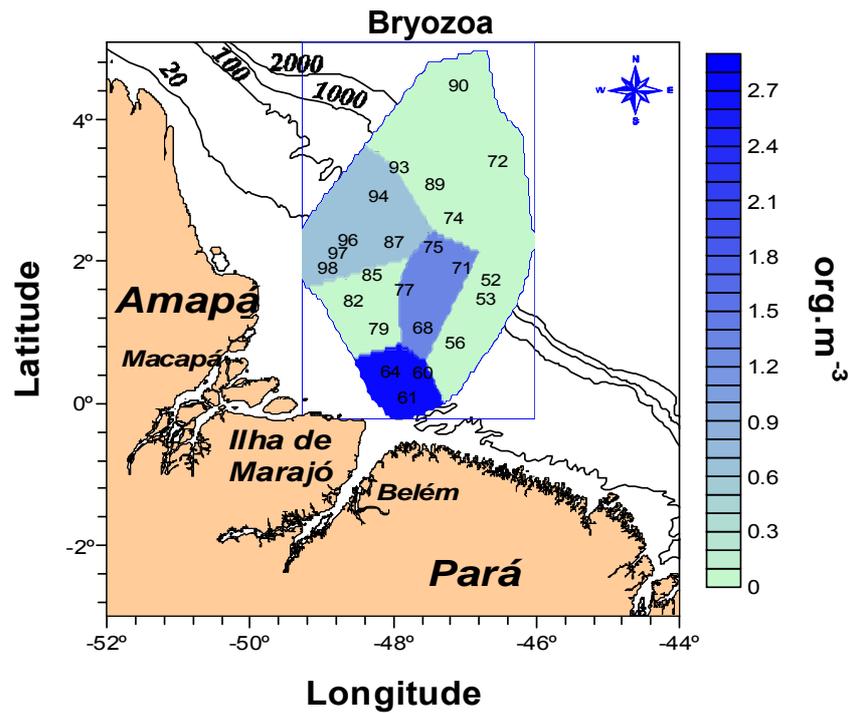


Figura 35 – Distribuição da densidade de Bryozoa, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

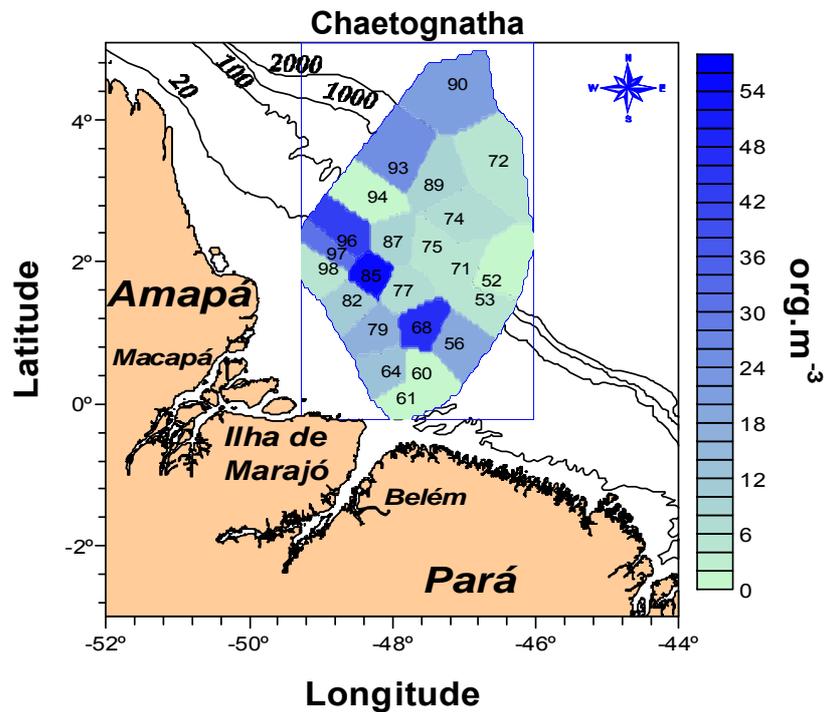


Figura 36 – Distribuição da densidade de Chaetognatha, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

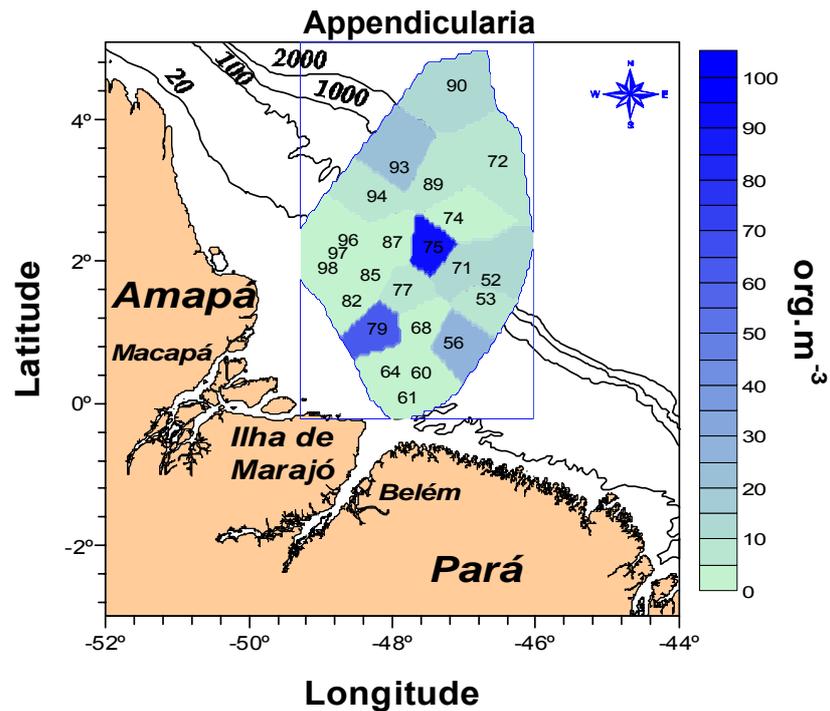


Figura 37 – Distribuição da densidade de Appendicularia, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

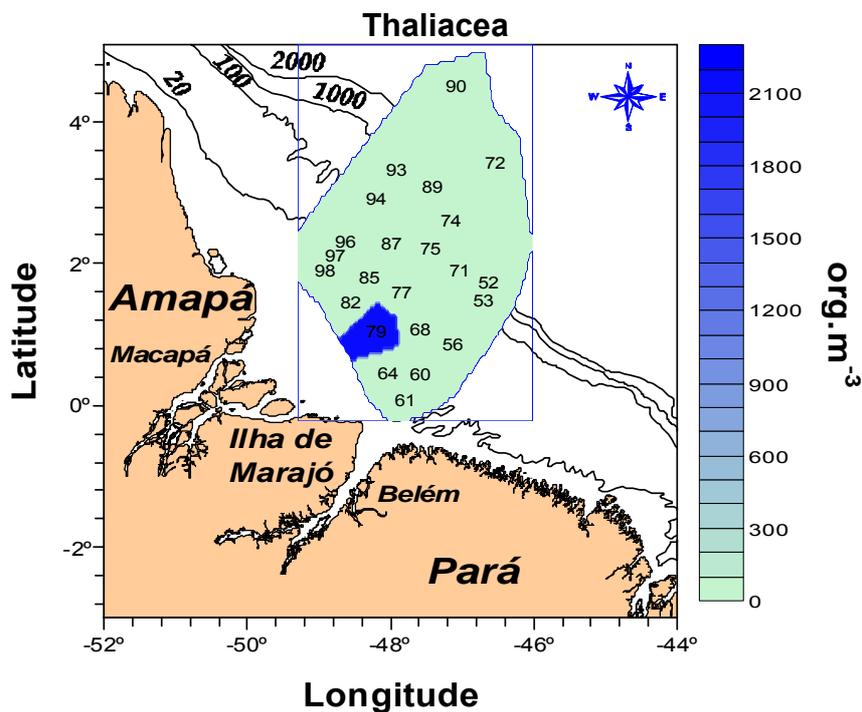


Figura 38 – Distribuição da densidade de Thaliacea, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

## 5.9 Copepoda

### 5.9.1 Ordens de Copepoda

Os Copepoda são a maior classe de pequenos Crustacea, com mais de 8.500 espécies descritas, em 8 ordens, das quais cinco, foram representadas no presente estudo (Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida, Poecilostomatoida e Monstrilloida) (Figura 39). Os Calanoida são os organismos dominantes no domínio pelágico, e foi a ordem, numericamente mais importante no presente estudo (Figura 40). Foi representada por 19 famílias, e oitenta e uma (81) espécies. Pontellidae com 5 gêneros, foi a família mais diversa. Os Cyclopoida foram representados por apenas uma família, Oithonidae e apenas um gênero, *Oithona*, com 5 espécies (Figura 41). Os Harpacticoida, essencialmente bentônicos, com algumas formas que se adaptaram à vida planctônica, foram registrados com duas famílias, Ectinosomatidae e Miraciidae, representadas por um gênero cada. Os Poecilostomatoida apresentam um grande número de famílias comensais e parasitas. No presente estudo, eles foram representados por quatro famílias, que são estritamente planctônicas ou comensais de organismos pelágicos, Oncaeidae, Sapphirinidae, Corycaeidae e Clausidiidae. Os Monstrilloida só foram registrados uma única vez, não sendo identificado a sua espécie.

No total foram identificadas 82 espécies de Copepoda para a operação NIV, 77 espécies para a Prospec XIX e 50 para a Prospec XX, sendo 46 espécies de Copepoda comuns a todas as campanhas (Tabela 5). Destas, *Calocalanus pavo*, *Copilia mirabilis*, *Corycaus speciosus*, *Euchaeta marina*, *Oithona plumifera*, *Oncaea venusta*, *Sapphirina nigromaculata* e *Subeucalanus pileatus*, podem ser consideradas espécies chaves para a região Norte do Brasil.

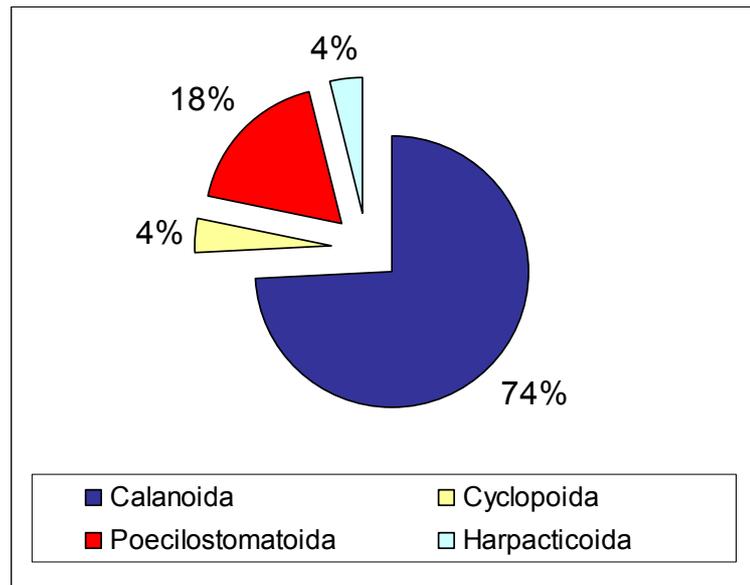


Figura 39 – Composição percentual das ordens de Copepoda no presente estudo. Norte IV, Prospec XIX e XIX. 2001

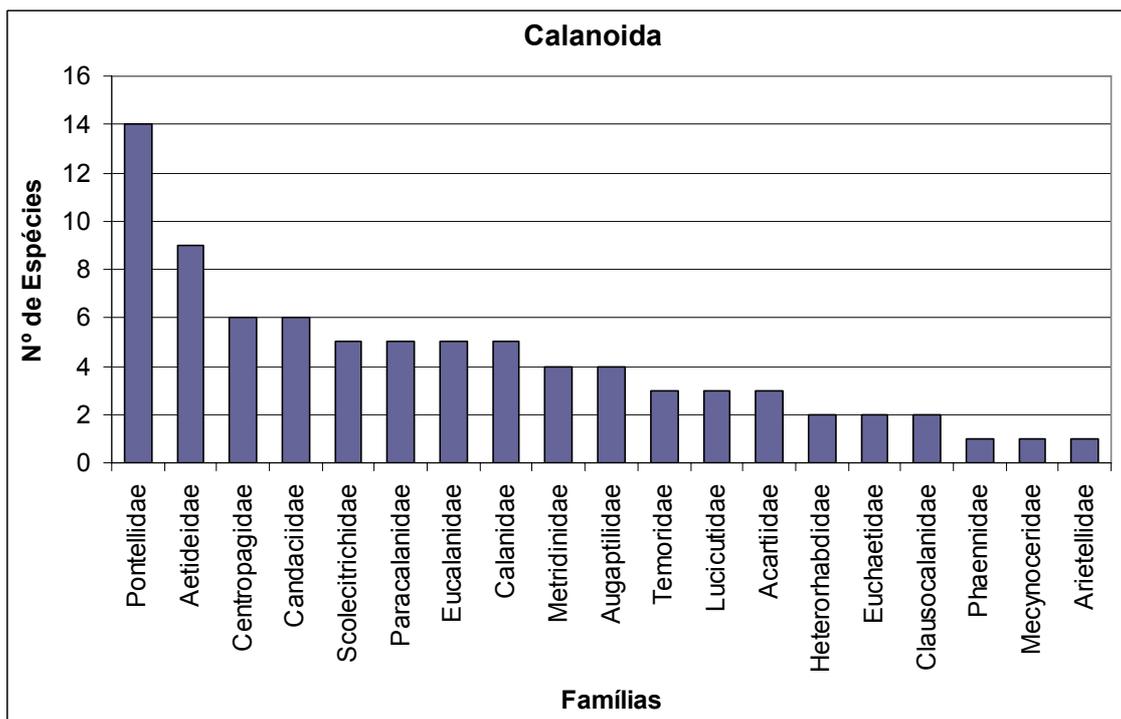


Figura 40 – Número de espécies por famílias da ordem Calanoida, durante o período de estudo, operações Norte IV e Prospec XIX e XX. 2001.

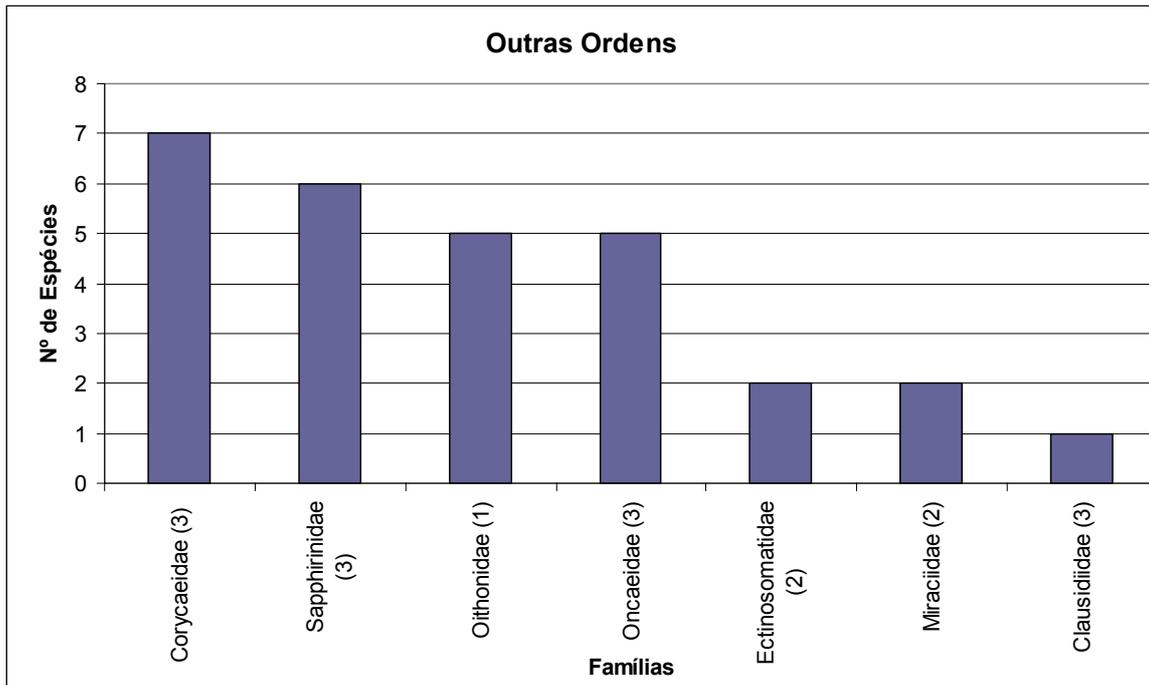


Figura 41 – Número de espécies por famílias das ordens Cyclopoida (1), Harpacticoida (2) e Poecilostomatoida (3) de Copepoda, durante o período de estudo, operações Norte IV e Prospec XIX e XX. 2001.

Tabela 5 – Lista de espécies de Copepoda identificados nas três campanhas amostradas. 2001.

Nº	Espécies	Operação Norte IV	Prospecção Pesqueira	
			Prospec XIX	Prospec XX
1	<i>Acartia danae</i>		F	PF
2	<i>Acartia niglicans</i>			E
3	<i>Acartia tonsa</i>	PF	PF	
4	<i>Acrocalanus longicornis</i>	E	MF	MF
5	<i>Aetideus acutus</i>		E	
6	<i>Aetideus giesbrechti</i>		PF	
7	<i>Aetideus pseudoornatus</i>		E	
8	<i>Arietellus plumifer</i>		E	
9	<i>Calanopia americana</i>	F	PF	PF
10	<i>Calocalanus pavo</i>	MF	MF	MF
11	<i>Candacia armata</i>	E		
12	<i>Candacia elongata</i>	E		
13	<i>Candacia pachydactyla</i>	F	MF	F
14	<i>Candacia varicans</i>	F	MF	MF
15	<i>Centropages brachiatus</i>	E	E	
16	<i>Centropages bradii</i>	E	F	PF
17	<i>Centropages furcatus</i>	PF	MF	MF
18	<i>Centropages gracilis</i>	PF	E	
19	<i>Centropages longicornis</i>		E	
20	<i>Centropages violaceus</i>	PF	PF	E
21	<i>Chiridius gracilis</i>		PF	
22	<i>Chiridius sp.</i>		E	
23	<i>Clausocalanus furcatus</i>	F	MF	MF
24	<i>Clausocalanus lividus</i>		E	
25	<i>Copilia mirabilis</i>	MF	MF	MF
26	<i>Copilia quadrata</i>	PF	F	E
27	<i>Corycaeus amazonicus</i>	F	MF	MF
28	<i>Corycaeus giesbrechti</i>	F	F	MF
29	<i>Corycaeus latus</i>	E		
30	<i>Corycaeus ovalis</i>	F	F	
31	<i>Corycaeus speciosus</i>	MF	MF	MF
32	<i>Corycaeus sp.</i>	E	E	
33	<i>Eucalanus hyalinus</i>	PF	PF	
34	<i>Euchaeta marina</i>	F	MF	PF
35	<i>Euchaeta pubera</i>	F	MF	PF
36	<i>Euchirella amoena</i>	E		
37	<i>Euchirella splendens</i>		E	
38	<i>Euchirella sp.</i>	E		
39	<i>Farranula gracilis</i>	F	MF	MF
40	<i>Gaetanus pileatus</i>		E	
41	<i>Haloptilus longicirrus</i>		E	
42	<i>Haloptilus longicornis</i>	E	PF	PF
43	<i>Haloptilus oxycephalus</i>			E
44	<i>Haloptilus spiniceps</i>		PF	
45	<i>Hemicyclops thalassius</i>	E	PF	PF
46	<i>Heterorhabdus pappiliger</i>		PF	PF
47	<i>Heterorhabdus spinifrons</i>		E	
48	<i>Labidocera acutifrons</i>	E		
49	<i>Labidocera fluviatilis</i>	PF	PF	
50	<i>Labidocera nerii</i>	PF	PF	E
51	<i>Labidocera scotti</i>	E		
52	<i>Lubbockia squillimana</i>		E	
53	<i>Lucicutia clausii</i>	PF	PF	
54	<i>Lucicutia flavicornis</i>	PF	F	E
55	<i>Lucicutia longicornis</i>	PF	PF	E
56	<i>Macrosetella gracilis</i>	PF	F	MF
57	<i>Mecynocera clausi</i>		E	E
58	<i>Mesocalanus tenuicornus</i>			E
59	<i>Microsetella norvegica</i>	E		
60	<i>Microsetella rosea</i>	PF		PF
61	<i>Miracia efferata</i>	PF	F	
62	<i>Nannocalanus minor</i>	F	MF	F

## ... Continuação

63	<i>Neocalanus gracilis</i>	E	PF	
64	<i>Neocalanus robustior</i>	PF	F	PF
65	<i>Oithona nana</i>	F		
66	<i>Oithona ovalis</i>	E		E
67	<i>Oithona plumifera</i>	F	MF	MF
68	<i>Oithona setigera</i>	E	PF	PF
69	<i>Oithona</i> sp.	PF	F	F
70	<i>Oncaea antarctica</i>		E	
71	<i>Oncaea media</i>	PF	PF	PF
72	<i>Oncaea venusta</i>	F	MF	MF
73	<i>Pachos tuberosum</i>	PF		
74	<i>Paracalanus aculeatus</i>	E		
75	<i>Paracalanus indicus</i>	E		
76	<i>Paracalanus</i> sp.	E		
77	<i>Paracandacia bispinosa</i>		E	
78	<i>Paracandacia simplex</i>	E	PF	
79	<i>Pareucalanus sewelli</i>			E
80	<i>Phaenna spinifera</i>	PF	PF	
81	<i>Pleuromamma abdominalis</i>	E	E	
82	<i>Pleuromamma piseki</i>	E	E	
83	<i>Pleuromamma quadrangulata</i>	E		
84	<i>Pleuromamma xiphias</i>	E	PF	
85	<i>Pontella atlantica</i>	E		
86	<i>Pontella lobiancoi</i>	E		
87	<i>Pontella securifer</i>	PF	E	
88	<i>Pontella spiniceps</i>		E	
89	<i>Pontellina plumata</i>	E	MF	PF
90	<i>Pontellopsis perspicax</i>	E		
91	<i>Pontellopsis regalis</i>	E		
92	<i>Pontellopsis villosa</i>	E		
93	<i>Pontellopsis</i> sp.	E		
94	<i>Rhincalanus cornutus</i>	F	MF	F
95	<i>Sapphirina angusta</i>	PF		PF
96	<i>Sapphirina auronitens</i>	PF		E
97	<i>Sapphirina nigromaculata</i>	F	MF	MF
98	<i>Sapphirina opalina-darwini</i>	E		
99	<i>Scolecithricella tenuiserrata</i>		PF	
100	<i>Scolecithricella</i> sp.	E		
101	<i>Scolecithrix danae</i>	F	MF	F
102	<i>Scolecithrix</i> sp.		E	
103	<i>Scottocalanus securifrons</i>		PF	PF
104	<i>Subeucalanus crassus</i>	PF	PF	
105	<i>Subeucalanus pileatus</i>	MF	MF	MF
106	<i>Temora discaudata</i>	E		
107	<i>Temora stylifera</i>	MF	MF	MF
108	<i>Temora turbinata</i>	E		PF
109	<i>Undinula vulgaris</i>	MF	MF	MF
<b>Total de Espécies</b>		<b>82</b>	<b>77</b>	<b>50</b>

### 5.9.2 Principais Espécies de Copepoda na Área

*Undinula vulgaris* Dana, 1849

**Referências:** Carvalho, 1952; Gaudy, 1963; Björnberg, 1963; 1965; Campaner, 1985; Valentin *et al.*, 1987; Bonecker *et al.*, 1990; Vega- Pérez, 1993; Valentin, 1994; Gaeta, 1994; Montú *et al.*, 1994; Araújo, 1996; Lopes, *et al.*, 1998; Neumann-Leitão *et al.*, 1999; Nascimento-Vieira, 2000; Gusmão, 2000; Cavalcanti, 2002.

**Distribuição:** Oceanos Atlântico, Pacífico e Indico. Brasil (AP ao RS).

**Considerações ecológicas:** Epipelágico, comum em águas tropicais neríticas e oceânicas de ampla distribuição. Uma das espécies mais importantes do presente estudo. Esteve presente em 21 das 23 estações de coleta, sendo dominante nas estações neríticas, da plataforma externa. Apresentou na operação Norte IV, uma densidade média de  $33,93 \text{ org.m}^{-3}$ , com valor máximo de  $198 \text{ org.m}^{-3}$ , registrados na estação 93 e mínimo de  $0,5 \text{ org.m}^{-3}$ , registrados na estação 64. Na figura 42, pode-se observar que esta espécie teve a sua distribuição mais marcante nas estações oceânicas, especialmente as estações 89, 90 e 93. Foi dominante em quase todas as estações de quebra de plataforma das Propsec XIX e XX.

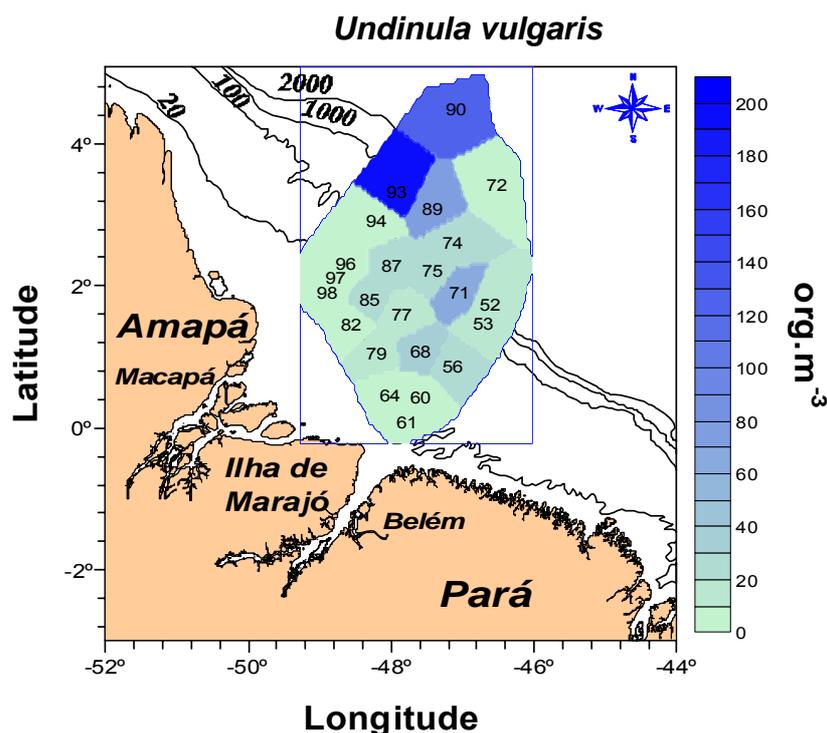


Figura 42 – Distribuição da densidade de *Undinula vulgaris*, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

*Subeucalanus pileatus* Giesbrecht, 1888

**Referências:** Björnberg, 1963; 1981; Campaner, 1985; Valentin *et al.*, 1987; Araújo *et al.*, 1990; Santana-Barreto e Nascimento-Vieira, 1990; Bonecker *et al.*, 1990; Vega-Pérez, 1993; Valentin, 1994; Gaeta, 1994; Montú *et al.*, 1994; Araújo, 1996; Lopes, *et al.*, 1998; Neumann-Leitão *et al.*, 1999; Nascimento-Vieira, 2000; Gusmão, 2000; Silva, 2003; Cavalcanti, 2002.

**Distribuição:** Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico, Mar vermelho. Brasil (AP ao RS).

**Considerações ecológicas:** Espécie Epipelágica, Costeira, de águas tropicais e subtropicais. Foi a espécie dominante nas estações mais costeiras da Norte IV. Esta espécie teve a sua distribuição, em termos numéricos, restritos às estações mais neríticas, especialmente a 79 e a 97 (Figura 43). Teve como densidade média, 29,26 org.m<sup>-3</sup>, e valores máximos de 370 org.m<sup>-3</sup>, registrados na estação 79, e mínimos de 0,5 org.m<sup>-3</sup>, registrados nas estações 60, 75 e 94. Foi uma espécie muito freqüente nas Prospec XIX e XX.

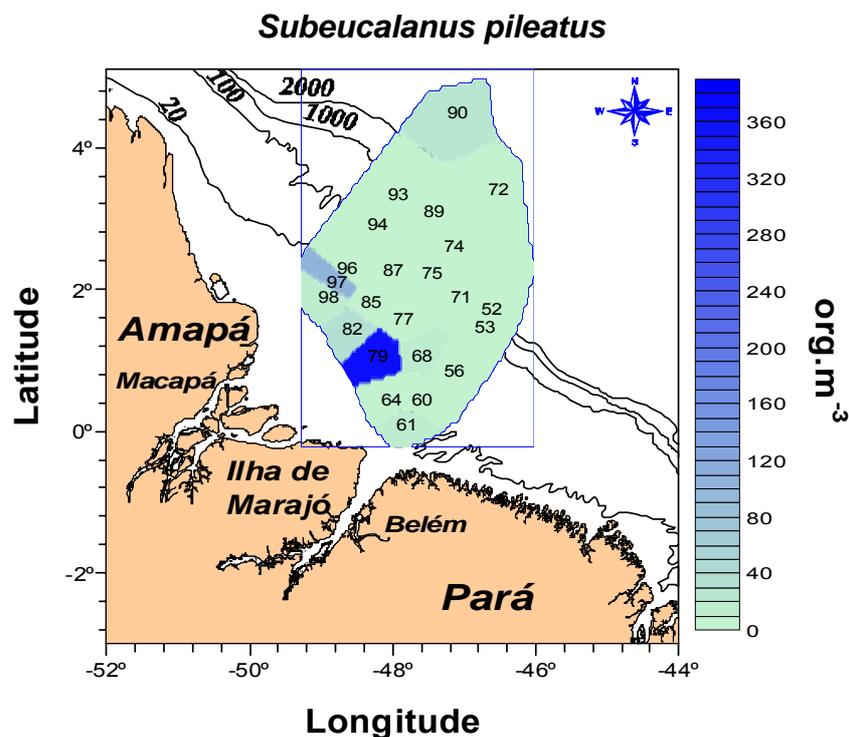


Figura 43 – Distribuição da densidade de *Subeucalanus pileatus*, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

*Nannocalanus minor* (Claus, 1863)

**Referências:** Björnberg, 1963; 1965; 1981; Campaner, 1981; 1985; Santana-Barreto e Nascimento-Vieira, 1990; Bonecker *et al.*, 1990; Vega-Pérez, 1993; Valentin, 1994; Montú *et al.*, 1994; Lopes, *et al.*, 1998; Neumann-Leitão *et al.*, 1999; Gusmão, 2000; Cavalcanti, 2002.

**Distribuição:** Oceanos Atlântico e Pacífico. Brasil (AP ao RS).

**Considerações ecológicas:** Epipelágico, Oceânico, em águas tropicais e subtropicais. O seu comportamento, mostrou que ela ocorreu com as suas maiores densidades nas estações oceânicas, com alguma influencia da pluma do Amazonas. Nas estações neríticas, ela teve a ocorrência registrada em algumas estações, mas sempre em densidades muito baixas. Espécie praticamente restrita às estações oceânicas dos perfis 13, 14 e 15 (Figura 44). O valor médio de densidade de organismos registrado para esta espécie foi de 31,60 org.m<sup>-3</sup>, enquanto que o valor mais elevado foi de 103, registrados na estação 72 e o menor valor foi registrado nas estações 79 e 87. Nas operações Prospec XIX e XX, esta espécie foi registrada em quase todas as estações de coleta, mas sempre em baixas densidades.

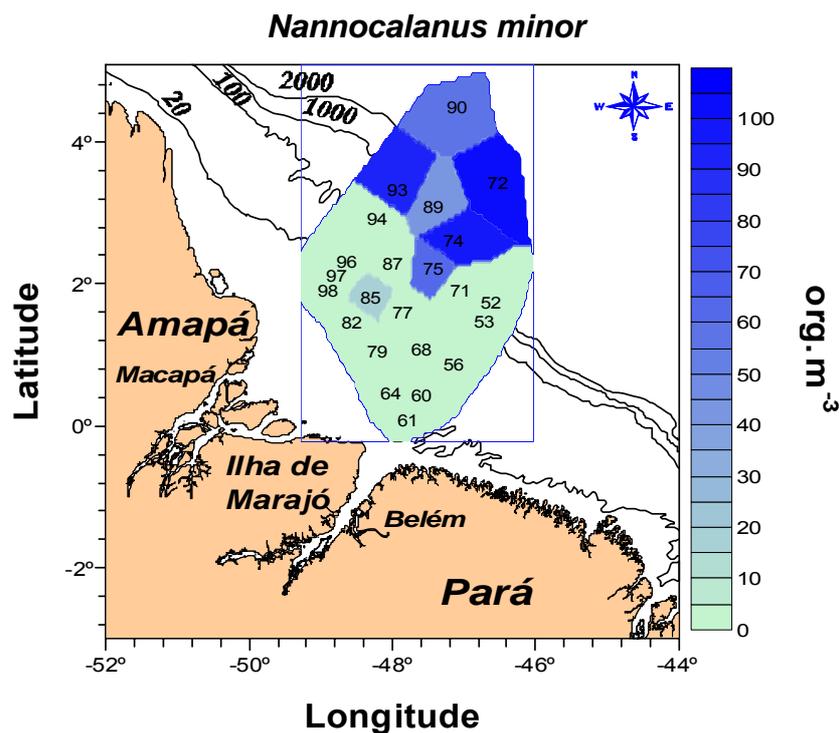


Figura 44 – Distribuição da densidade de *Nannocalanus minor*, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

*Euchaeta marina* (Prestrandrea, 1833)

**Referências:** Gaudy, 1963; Björnberg, 1963; 1981; Campaner, 1985; Valentin *et al.*, 1987; Nascimento-Vieira e Correia, 1990; Santana-Barreto e Nascimento-Vieira, 1990; Vega-Pérez, 1993; Gaeta, 1994; Montú *et al.*, 1994; Lopes, *et al.*, 1998; Neumann-Leitão *et al.*, 1999; Gusmão, 2000; Cavalcanti, 2002.

**Distribuição:** Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico e mar Mediterrâneo. Brasil (AP ao RS).

**Considerações ecológicas:** Epipelágica, de águas tropicais e subtropicais. Uma das espécies mais importantes nesse estudo, apresentando altas densidades nas estações mais oceânicas da operação Norte IV, estando ausente nas estações mais costeiras. Apresentou o valor médio de 21,61 org.m<sup>-3</sup>, com valor máximo de 136, registrado na estação 93 e mínimo ocorreu na estação 77 com 0,5 org.m<sup>-3</sup>. Pela figura 45 podemos observar que a distribuição de *Euchaeta marina* ficou restrita à região oceânica em todos os perfis. Na Propsec XIX esteve presente em todas as estações de coleta, mas em densidades baixas, ao contrário da Propsec XX, em que esteve praticamente ausente, sendo uma espécie pouco freqüente.

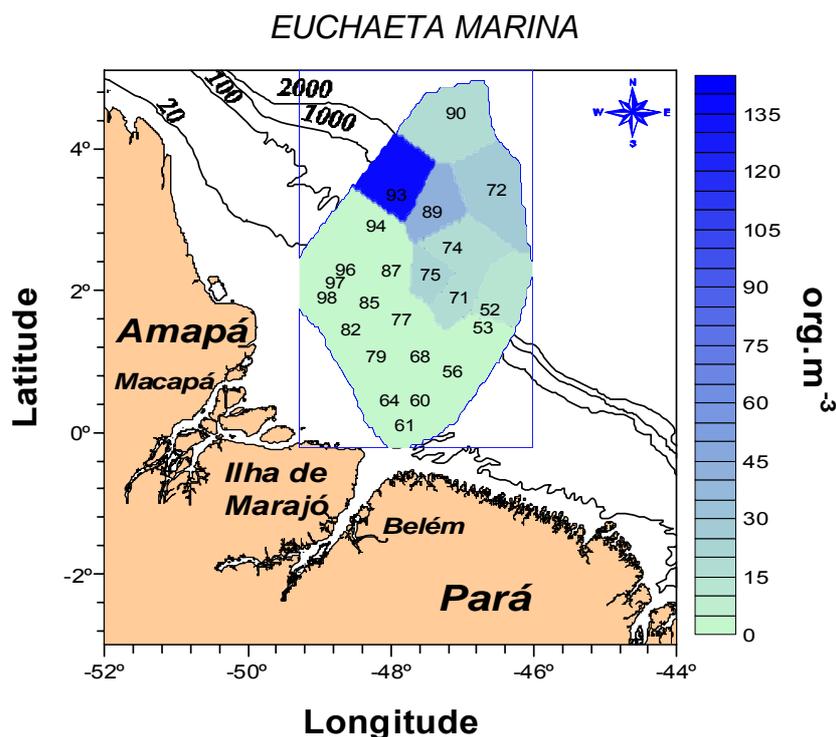


Figura 45 – Distribuição da densidade de *Euchaeta marina*, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

*Corycaeus (Corycaeus) speciosus* Dana, 1849

**Referências:** Gaudy, 1963; Björnberg, 1963; 1981; Campaner, 1985; Valentin *et al.*, 1987; Nascimento-Vieira e Correia, 1990; Bonecker *et al.*, 1990; Vega-Pérez, 1993; Gaeta, 1994; Montú *et al.*, 1994; Lopes, *et al.*, 1998; Neumann-Leitão *et al.*, 1999; Gusmão, 2000; Cavalcanti, 2002.

**Distribuição:** Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico. Brasil (AP ao RS).

**Considerações ecológicas:** Epipelágica, de águas oceânicas tropicais e subtropicais, com ampla distribuição. Ao longo do presente estudo, *Corycaeus speciosus* se apresentou como uma espécie muito freqüente. Foi registrada uma média de densidade de 10,48 org.m<sup>-3</sup>. Sua distribuição foi mais evidente nas estações oceânicas, alcançando o valor máximo de densidade na estação 93 com 111 org.m<sup>-3</sup>, e mínimo de 0,5 org.m<sup>-3</sup>, registrados na estação 79 (Figura 46). Na Prospec XIX e XX, esta espécie esteve presente em todas as estações de coleta, mas sempre em baixas densidades.

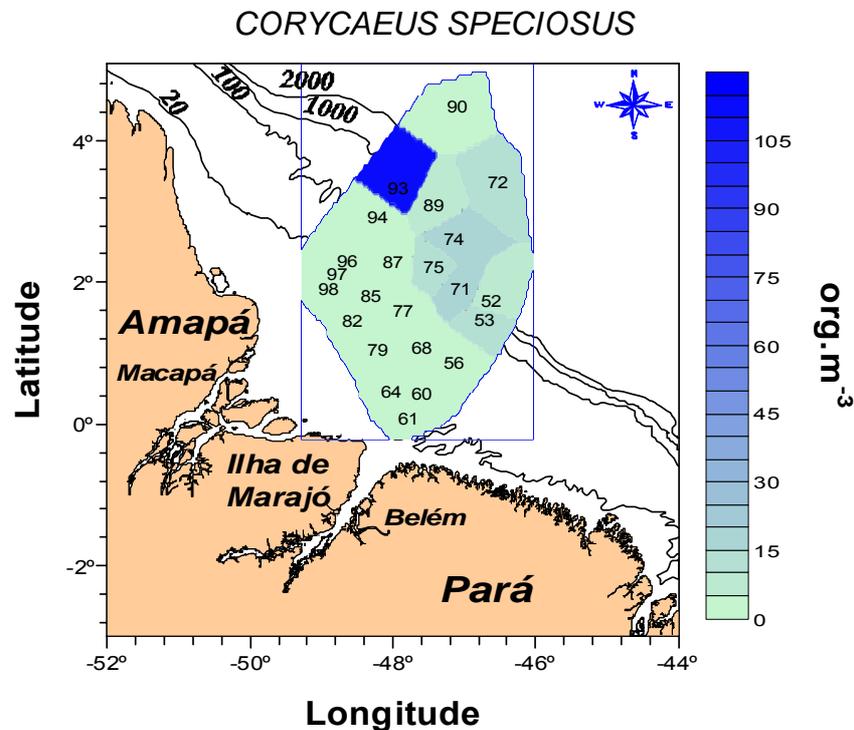


Figura 46 – Distribuição da densidade de *Corycaeus speciosus*, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

*Clausocalanus furcatus* (Brady, 1883)

**Referências:** Carvalho, 1952; Gaudy, 1963; Björnberg, 1963; 1980; 1981; Almeida Prado-Por e Tôha, 1984; Campaner, 1985; Valentin *et al.*, 1987; Monteiro-Ribas *et al.*, 1990; Bonecker *et al.*, 1990; Vega-Pérez, 1993; Valentin, 1994; Gaeta, 1994; Montú *et al.*, 1994. Araújo, 1996; Lopes, *et al.*, 1998; Neumann-Leitão *et al.*, 1999; Gusmão, 2000; Cavalcanti, 2002; Silva, 2003.

**Distribuição:** Oceanos Atlântico, Pacífico, e Índico, Mar Mediterrâneo e Vermelho. Brasil (AP ao RS).

**Considerações ecológicas:** Epipelágica de águas tropicais e subtropicais com ampla distribuição, em regiões neríticas e oceânicas. Foi uma espécie freqüente, com densidade alta nas estações mais oceânicas. Nas estações mais costeiras só foi registrado na estação localizada na foz do rio Amazonas. A densidade média de *Clausocalanus furcatus* foi de 11,04 org.m<sup>-3</sup>, com valores máximos de 54,5, registrados na estação 90 e mínimos de 0,5 org.m<sup>-3</sup>, registrados na estação 77. Sua distribuição ficou mais restrita às estações oceânicas, com exceção da estação 98 do perfil 15, em que obtiveram a segunda maior densidade no presente estudo com 21 org.m<sup>-3</sup> (Figura 47). Na Propsc XIX e XX, esta espécie foi muito freqüente, inclusive em algumas estações com densidades relativamente altas.

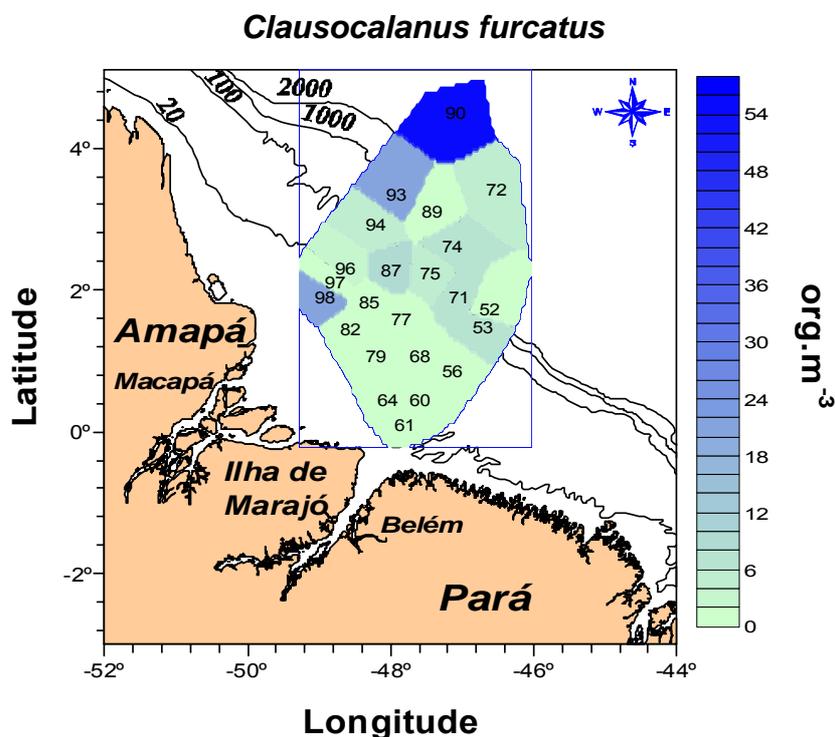


Figura 47 – Distribuição da densidade de *Clausocalanus furcatus*, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

*Scolecithrix danae* (Lubbock, 1856)

**Referências:** Gaudy, 1963; Björnberg, 1963; 1965; 1981; Valentin *et al.*, 1987; Santana-Barreto e Nascimento-Vieira, 1990; Valentin, 1994; Gaeta, 1994; Montú *et al.*, 1994; Neumann-Leitão *et al.*, 1999; Gusmão, 2000; Cavalcanti, 2002; Silva, 2003.

**Distribuição:** Oceanos Atlântico e Pacífico, Mar Mediterrâneo. Brasil (AP ao RS).

**Considerações ecológicas:** Espécie epipelágica, de águas tropicais, subtropicais com ampla distribuição. Espécie muito freqüente em todo o estudo, apresentando em alguns momentos altas densidades. Tipicamente oceânica, apresentou a sua distribuição nas estações mais oceânicas (Figura 48), com as maiores densidades na estação 93, com  $55 \text{ org.m}^{-3}$ , e as menores nas estações 56, 77 e 85 com  $0,5 \text{ org.m}^{-3}$ . A densidade média de *Scolecithrix danae* no presente estudo foi de  $8,72 \text{ org.m}^{-3}$ . Esteve presente em todas as estações de coleta na campanha Prospec XIX, apresentando densidades baixas, enquanto que na Prospec XX, esta espécie foi apenas freqüente.

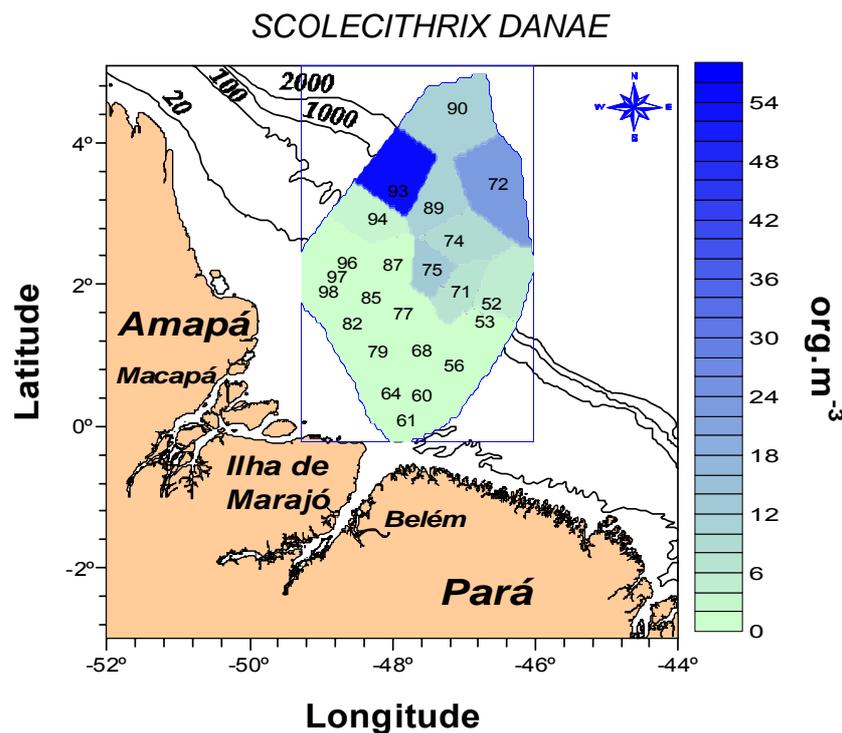


Figura 48 – Distribuição da densidade de *Scolecithrix danae*, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

*Oithona plumifera* baird, 1843

**Referências:** Gaudy, 1963; Björnberg, 1963; 1965; 1981; Valentin *et al.*, 1987; Santana-Barreto e Nascimento-Vieira, 1990; Valentin, 1994; Gaeta, 1994; Montú *et al.*, 1994; Araújo, 1996; Lopes, *et al.*, 1998; Neumann-Leitão *et al.*, 1999; Gusmão, 2000; Cavalcanti, 2002.

**Distribuição:** Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico. Brasil (AP ao RS).

**Considerações ecológicas:** Epipelágica de águas costeiras e oceânicas tropicais e subtropicais de ampla distribuição. Espécie freqüente no presente estudo, cuja distribuição desta espécie se restringiu às estações mais oceânicas de cada perfil (Figura 49), especialmente na estação 90, em que alcançou o maior valor de densidade, com  $58 \text{ org.m}^{-3}$ , enquanto que o menor valor de densidade foi registrado nas estações 74 e 93, com  $0,5 \text{ org.m}^{-3}$ . Esta espécie esteve presente em todas as estações de coleta das Propsec XIX e XX, atingindo as maiores densidades nesta última.

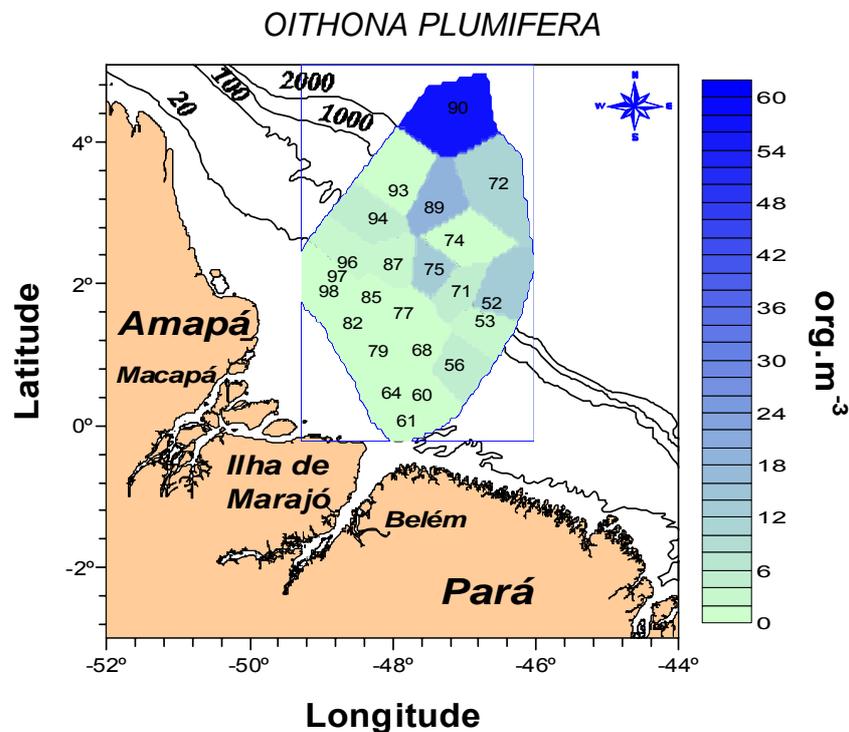


Figura 49 – Distribuição da densidade de *Oithona plumifera*, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

*Calocalanus pavo* (Dana, 1849)

**Referências:** Gaudy, 1963; Björnberg, 1963; 1981; Campaner, 1985; Valentin *et al.*, 1987; Santana-Barreto e Nascimento-Vieira, 1990; Vega-Pérez, 1993; Valentin, 1994; Gaeta, 1994; Montú *et al.*, 1994; Lopes, *et al.*, 1998; Neumann-Leitão *et al.*, 1999; Gusmão, 2000; Cavalcanti, 2002.

**Distribuição:** Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico, Mar Mediterrâneo e Vermelho. Brasil (AP ao RS).

**Considerações ecológicas:** Epipelágica de águas oceânicas e neríticas tropicais, subtropicais e temperadas, com ampla distribuição. Espécie muito freqüente, com densidades máximas registradas nas estações mais oceânicas da operação Norte IV, principalmente nas estações da plataforma externa e oceânica (Figura 50). A densidade máxima obtida por *Calocalanus pavo* foi de 20 org.m<sup>-3</sup>, registrados na estação 75 e o menor foram registrados nas estações 79 e 87 com 0,5 org.m<sup>-3</sup>, e valor médio de densidade de 5,38 org.m<sup>-3</sup>. Nas Propec XIX e XX ela foi também considerada muito freqüente.

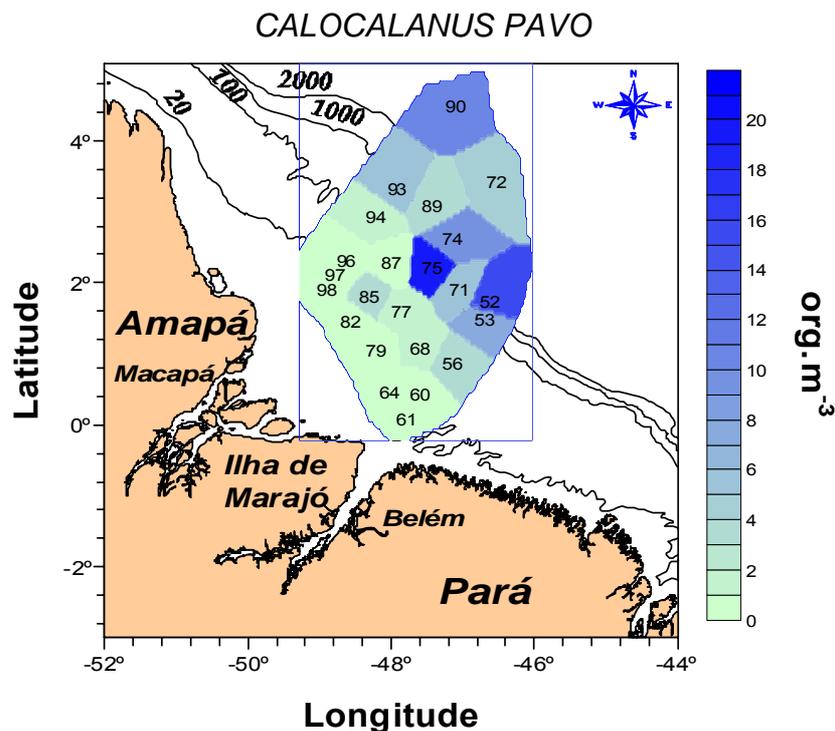


Figura 50 – Distribuição da densidade de *Calocalanus pavo*, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

*Temora stylifera* (Dana, 1848)

**Referências:** Oliveira, 1945; Carvalho, 1952; Gaudy, 1963; Björnberg, 1963; 1965; 1981; Campaner, 1981; Paranaguá, 1982; Almeida Prado-Por e Tôha, 1984; Campaner, 1985; Montú e Gloeden, 1986; Valentin *et al.*, 1987; Bonecker *et al.*, 1990; Monteiro Ribas *et al.*, 1990; Neumann-Leitão *et al.*, 1990; Nascimento-Vieira e Correia, 1990; Santana-Barreto e Nascimento-Vieira, 1990; Araújo *et al.*, 1990; Vega-Pérez, 1993; Valentin, 1994; Gaeta, 1994; Montú *et al.*, 1994; Araújo, 1996; Lopes, *et al.*, 1998; Neumann-Leitão *et al.*, 1999; Nascimento-Vieira, 2000; Gusmão, 2000; Cavalcanti, 2002.

**Distribuição:** Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico, mar Mediterrâneo e Vermelho. Brasil (AP ao RS).

**Considerações ecológicas:** Espécie epipelágica de águas costeiras e oceânicas tropicais e subtropicais com ampla distribuição. Espécie muito importante no presente estudo, sendo muito freqüente em todas as campanhas, alcançando densidades elevadas em algumas estações. Espécie restrita às estações mais costeiras na plataforma amazônica (Figura 51). A densidade média foi de  $3,37 \text{ org.m}^{-3}$ , com valores máximos registrados na estação 79 com  $36,5 \text{ org.m}^{-3}$ , e mínimos nas estações 53, 60, 68, 74, 75, 89 e 94, com  $0,5 \text{ org.m}^{-3}$ . Esteve presente em todas as estações de coleta das campanhas Prospec XIX e XX.

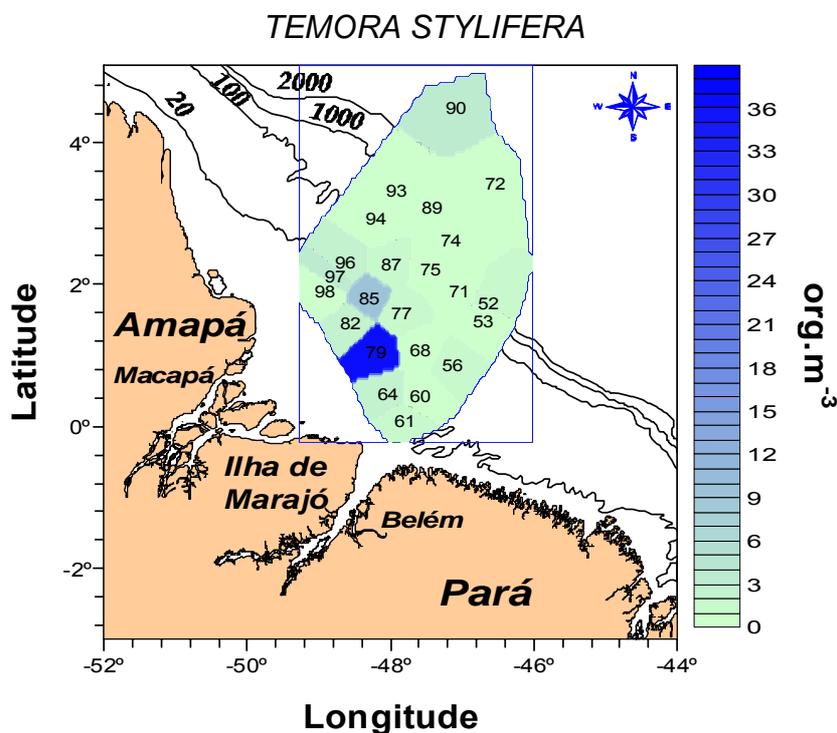


Figura 51 – Distribuição da densidade de *Temora stylifera*, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

*Farranula gracilis* (Dana, 1853)

**Referências:** Björnberg, 1963; 1965; Campaner, 1985; Valentin *et al.*, 1987; Bonecker *et al.*, 1990; Vega- Pérez, 1993; Valentin, 1994; Gaeta, 1994; Montú *et al.*, 1994; Araújo, 1996; Lopes, *et al.*, 1998; Neumann-Leitão *et al.*, 1999; Gusmão, 2000; Cavalcanti, 2002; Silva, 2003.

**Distribuição geográfica:** Oceano Atlântico. Brasil (AP a SP)

**Considerações ecológicas:** Epipelágica de águas oceânicas tropicais. Espécie com distribuição restrita às estações mais oceânicas de cada perfil (Figura 52). A densidade media registrada para esta espécie no presente estudo, foi de 4,67 org.m<sup>-3</sup>, com valor máximo registrado para a estação 53 com 17,5 org.m<sup>-3</sup>, e mínimo de 0,5 registrado na estação 85. Espécie muito freqüente nas estações das operações Prospec XIX e XX, alcançando densidades elevadas em algumas estações.

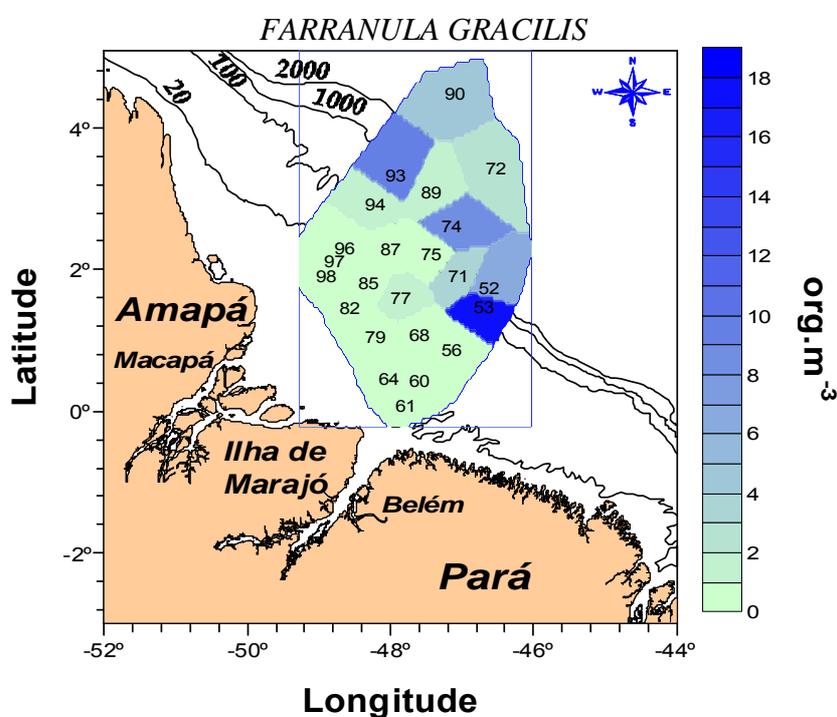


Figura 52 – Distribuição da densidade de *Farranula gracilis*, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

*Rhincalanus cornutus* (Dana, 1849)

**Referências:** Gaudy, 1963; Björnberg, 1963; 1965; 1981; Campaner, 1985; Valentin *et al.*, 1987; Nascimento-Vieira e Correia, 1990; Santana-Barreto e Nascimento-Vieira, 1990; Valentin, 1994; Montú *et al.*, 1994; Lopes, *et al.*, 1998; Neumann-Leitão *et al.*, 1999; Gusmão, 2000; Cavalcanti, 2002.

**Distribuição:** Oceanos Atlântico e Pacífico. Brasil (AP ao RS).

**Considerações ecológicas:** Epipelágica, oceânico de águas quentes, com ampla distribuição. Espécie freqüente, presente em quase todas as estações oceânicas e da plataforma externa. Sempre em baixas densidades. Apresenta a sua distribuição restrita principalmente às estações intermediárias de cada perfil, ficando praticamente ausente das estações mais costeiras e mais oceânicas (Figura 53). A densidade média foi de  $2,73 \text{ org.m}^{-3}$ , com valor mínimo de  $0,5 \text{ org.m}^{-3}$ , registrados na estação 53 e máximo de  $9 \text{ org.m}^{-3}$ , registrados na estação 75. Na prospec XIX esteve presente em todas as estações de coleta, enquanto que na Propsec XX, foi considerado freqüente, mas em baixas densidades.

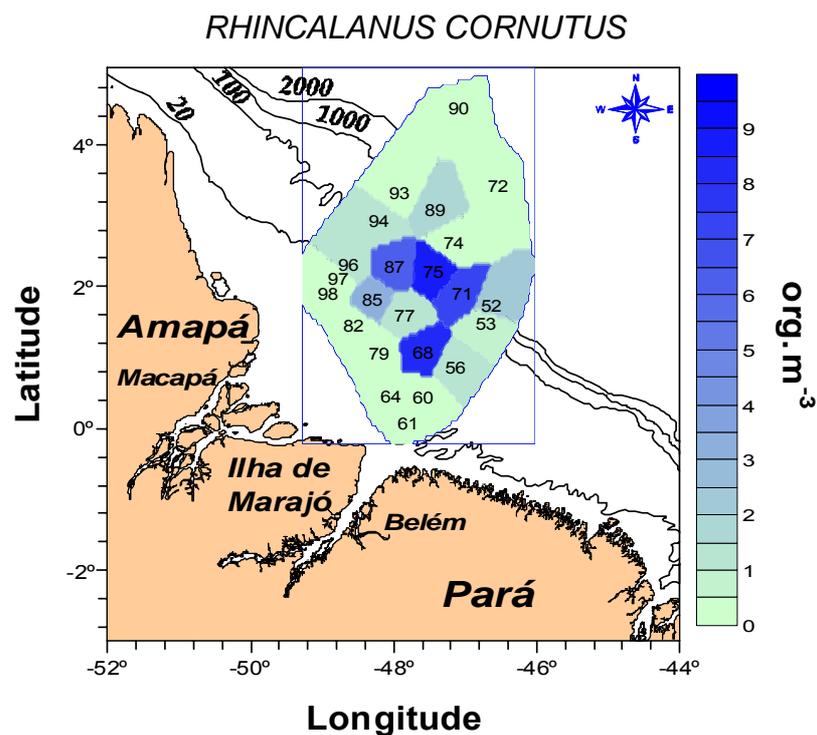


Figura 53 – Distribuição da densidade de *Rhincalanus cornutus*, nas províncias nerítica e oceânica dos Estados do Pará e Amapá, Norte IV - 2001.

## 5.10 Ecologia Numérica

### 5.10.1 Associação de Amostras

Com base na densidade de copepoda, a análise de agrupamento de amostras, cuja “matriz cofenética” resultou em  $r = 0,82$ , apontou a formação de dois agrupamentos. O primeiro refere-se ao conjunto de estações mais costeiras, que recebem maior influência da pluma estuarina, à exceção da estação 61 do perfil 11, enquanto que o segundo agrupou todas as outras estações (Figura 54).

### 5.11.2 Associação de Espécies

A análise cofenética revelou um  $r = 0,84$ , sendo evidenciados dois grupos principais (Figura 55).

O primeiro grupo caracterizou-se por apresentar espécies em sua maioria raras, pouco freqüentes e freqüentes, tanto oceânicas como neríticas, com pouca representatividade na área. O segundo grupo ficou formado pelas espécies dominantes na área, indicadoras, em sua maioria, de águas oceânicas oligotróficas, ficando a sua distribuição basicamente influenciada pela retroflexão da corrente norte do Brasil.

### 5.11.3 Análise de Componentes Principais

Os três primeiros fatores explicaram 60,6% da variação dos dados. O fator 1 explicou 26,80% da variação dos dados, e associou diretamente *Copilia mirabilis*, Hyperidae e larvas de Caridae e estes inversamente correlacionados com *Sagitta enflata*, *Sagitta tenuis*, *Undinula vulgaris* e transparência. O fator 2 explicou 20,50% da variação dos dados e associou os fatores abióticos (temperatura, salinidade e OD) inversamente a *Subeucalanus pileatus*, *Temora stylifera* e *Doliolum* sp. O 3 fator explicou 13,28% e associou *Corycaeus speciosus* e *Undinula vulgaris* inversamente a *Lucifer faxoni* e larvas de Brachyura. A figura 56 evidencia o fator um versus o fator dois, destacando-se três agrupamentos.

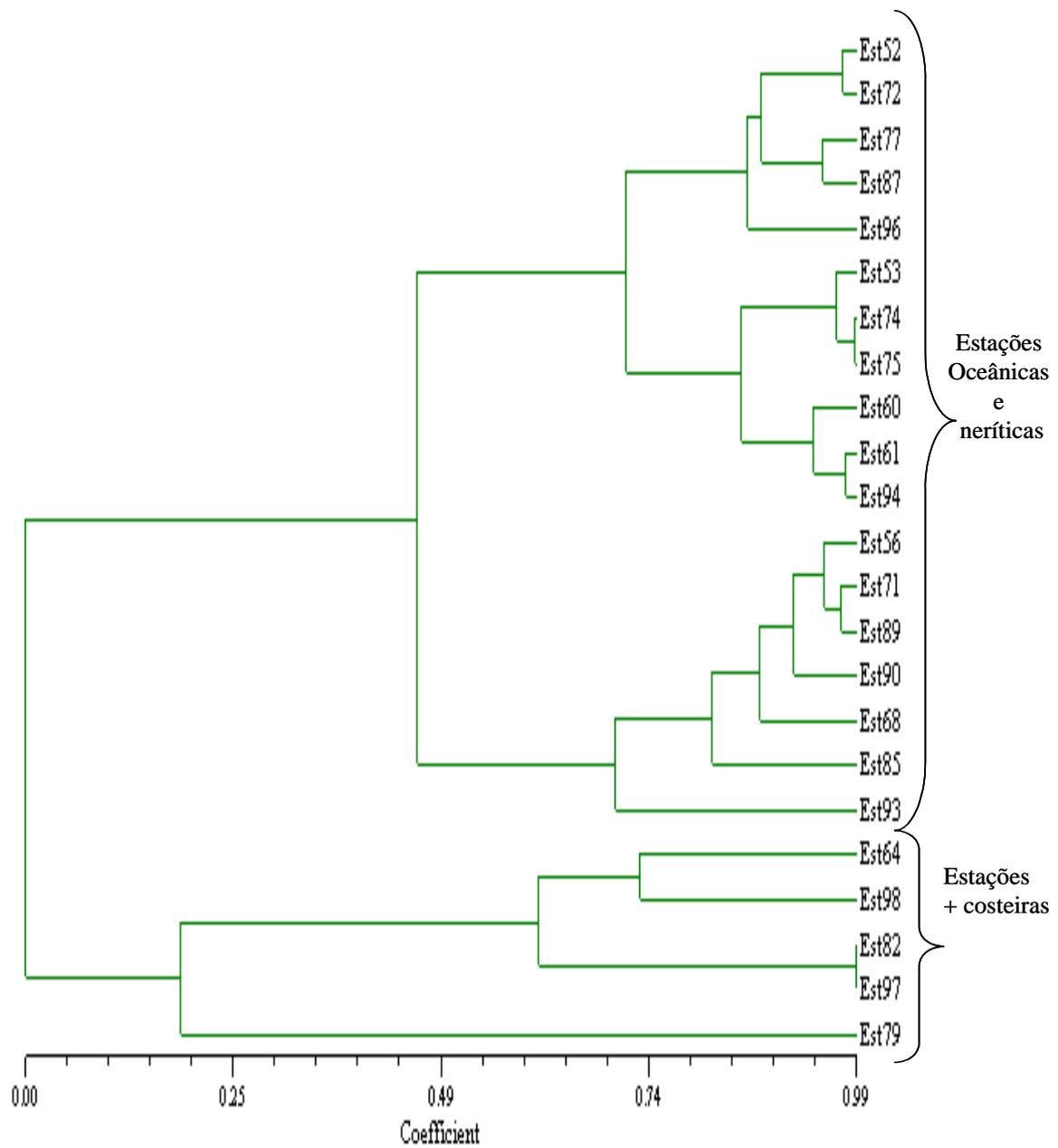


Figura 54 – Associação das amostras, com base nas espécies de Copepoda, nas províncias nerítica e oceânica dos estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.

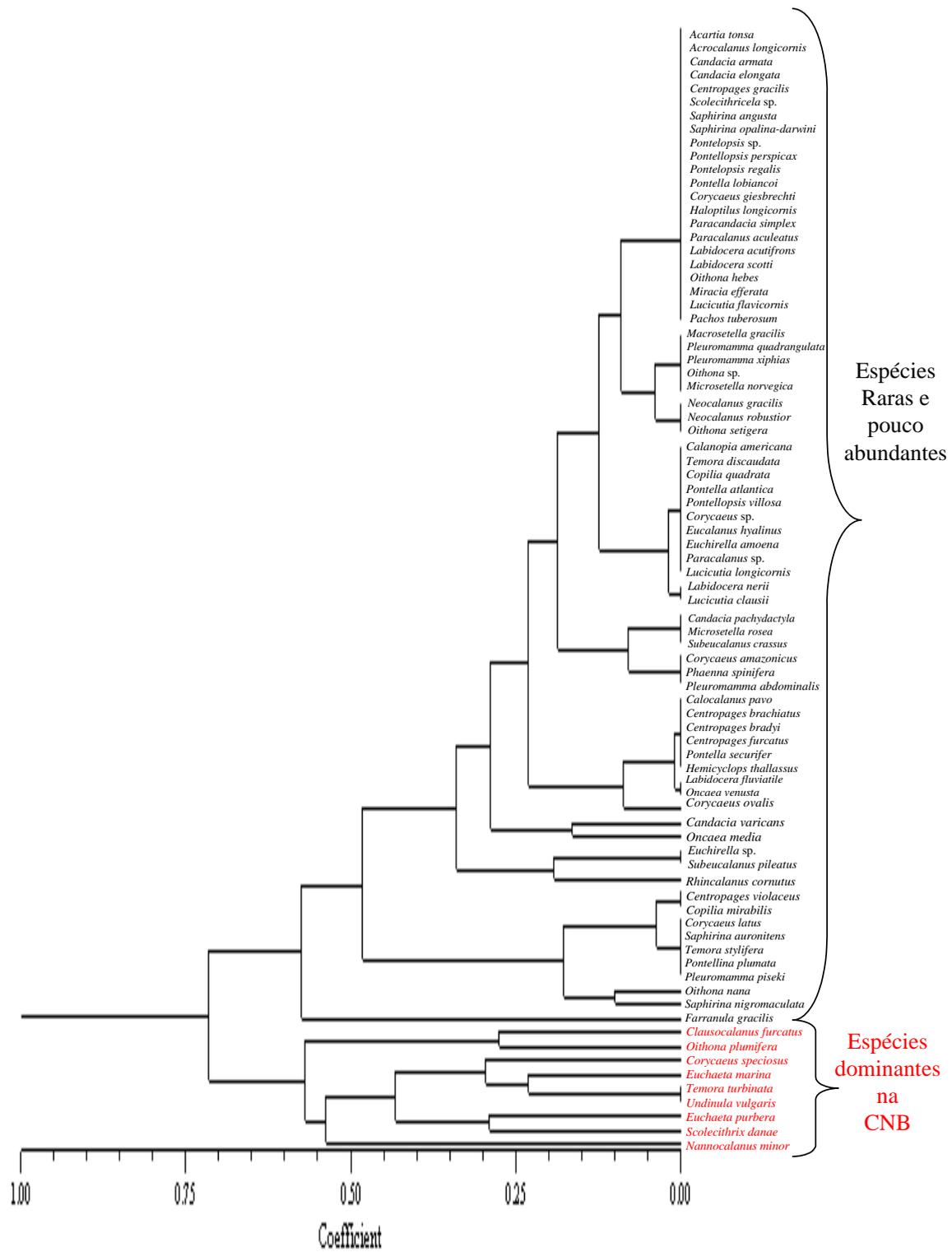


Figura 55 – Associação de espécies de Copepoda, nas províncias nerítica e oceânica dos estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001.

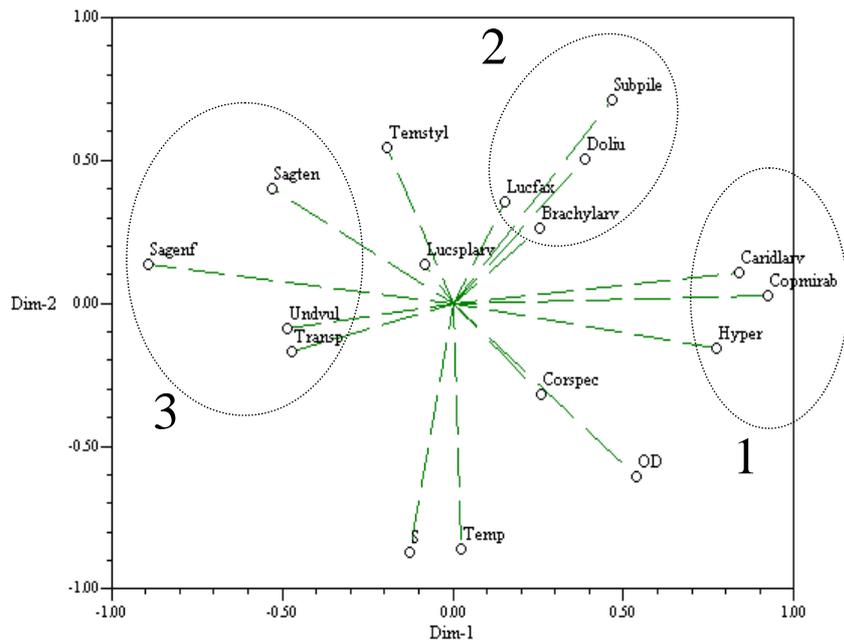


Figura 56 – Análise dos componentes principais das espécies de macrozooplâncton com parâmetros ambientais, nas províncias nerítica e oceânica dos estados do Pará e Amapá, Norte IV – 2001. (Transp = transparência; Temp = temperatura; S = salinidade; OD = oxigênio dissolvido; Subpile = *Subeucalanus pileatus*; Undvul = *Undinula vulgaris*; Temstyl = *Temora stylifera*; Copmirab = *Copilia mirabilis*; Corspec = *Corycaeus speciosus*; Brachylarv = larvas de Brachyura; Caridlarv = larvas de Caridae; Lucifax = *Lucifer faxoni*; Lucsplarv = larvas de *Lucifer* sp.; Dolu = *Doliolum* spp.; Hyper = Hyperidae; Sagten = *Sagitta tenuis*; Sagenf = *Sagitta enflata*).

## 6 DISCUSSÃO

Quando rios encontram o oceano formando zonas de mistura estuarinas, uma ampla gama de reações químicas e respostas biológicas ocorrem, os quais estão envolvidos no controle da química marinha e nas interações tróficas. Muitas destas reações químicas têm sido integradas com sucesso no equilíbrio termodinâmico e cinético sustentado por baixas salinidades, sendo identificada uma interface água doce/água salgada, sendo um importante local para os processos biogeoquímicos (Mantoura, 1987), que interferem diretamente na qualidade da água e na produtividade de uma região.

Além dos processos biogeoquímicos gerados pela descarga da bacia amazônica, a qualidade da água e a produtividade da plataforma norte do Brasil são controladas pela interação de fatores altamente dinâmicos e complexos dentre os quais: a localização no equador reduzindo a zero a força de Coriolis permitindo grande penetração da radiação solar, que varia de acordo com os períodos seco e chuvoso; a energia de maré devido ao regime de macro marés, com amplitude de até 10 m nas desembocaduras dos rios, provocando o encontro de grandes massas d'água formando a "pororoca" que pode se estender por vários quilômetros rio adentro; o predomínio da corrente oceânica Norte do Brasil, resultando num transporte líquido em direção noroeste (Gibbs, 1970); e a predominância dos ventos alísios.

Segundo Paiva (2002) as massas de Água Costeira (AC), Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e Água Intermediária Antártica (AIA), estão presentes tanto na costa do Estado do Amapá, quanto na costa nordeste do Estado do Pará, e durante o período de menor vazão do rio Amazonas a ACAS sofre um "achatamento" e um maior volume da AT deposita-se sobre a mesma. As profundidades de ocorrência assim como a porção da coluna de água ocupadas pelas massas de água presentes ao longo e ao largo da Plataforma Continental do Amazonas oscilam tanto espacial quanto sazonalmente. Desta forma, a sazonalidade representa um importante elemento a ser sempre considerado nos estudos abordando os ecossistemas da Plataforma Continental do Amazonas, principalmente no que se refere ao comportamento das comunidades biológicas.

Dentre as comunidades biológicas, o conhecimento do zooplâncton é de grande relevância, principalmente na trofodinâmica constituindo elo importante na transferência de energia e participando dos vários processos complexos que envolvem o fluxo da matéria (Longhurst e Pauly, 1987). Além disso, grande parte das amostras estudadas no presente estudo proveio da área pelágica acima da quebra da plataforma, e segundo Hopkins *et al.* (1981) e Angel (1996) ocorre uma mudança brusca na comunidade pelágica ao longo da quebra da plataforma das margens continentais, relacionado à redução na densidade e aumento na biodiversidade no sentido nerítico-oceânico.

O macrozooplâncton na plataforma continental Norte caracteriza-se pelo predomínio de espécies holoplanctônicas, sendo Copepoda (com 109 espécies) o grupo mais representativo, fato constatado por outros pesquisadores para o Nordeste brasileiro (Boltovskoy, 1999; Neumann-Leitão *et al.*, 1999; Gusmão, 2000).

Em estudos sobre os copépodos da foz do Amazonas, Calef e Grice (1967) registraram 150 espécies, das quais três foram registrados pela primeira vez para o Atlântico Sudoeste (*Clausocalanus farrani* Sewell, *Paivella inaciae* Vervoort e *Euchirella splendens* Vervoort), não tendo as mesmas sido registradas na presente pesquisa. Comparando o presente estudo com o de Calef e Grice (1967) observam-se 57 espécies em comum, sendo que os mesmos não identificaram as espécies de *Oncaea* e de *Corycaeus*.

No presente estudo, destacaram-se dentre os Copepoda *Undinula vulgaris*, *Subeucalanus pileatus*, *Euchaeta marina*, *Nannocalanus minor*, *Clausocalanus furcatus*, *Scolecitrix danae*, *Calocalanus pavo*, *Corycaeus* (*C.*) *speciosus*, *Rhincalanus cornutus*, *Temora stylifera*, *Farranula gracilis* e *Oithona plumifera*.

Destas espécies, sete, *Undinula vulgaris*, *Euchaeta marina*, *Nannocalanus minor*, *Clausocalanus furcatus*, *Scolecitrix danae*, *Calocalanus pavo* e *Oithona plumifera*, foram registradas como dominantes nas amostras de Calef e Grice (1967) para a foz do Amazonas, em área um pouco mais ao norte da presentemente estudada. Estes autores, também mencionaram como dominantes *Calocalanus styliremis* e *Lucicutia flavicornis*, sendo que a primeira não ocorreu nas amostras presentemente estudadas e a segunda foi pouco representativa.

Todas estas espécies, exceto *Subeucalanus pileatus*, *Temora stylifera* e *Rhincalanus cornutus* apresentaram maiores densidades nas estações oceânicas mais ao norte; fato explicado pelo regime hidrográfico, que segundo Castro e Miranda (1998), é condicionado pela Corrente Norte do Brasil (CNB) impulsionada por ventos alísios predominantes na região durante praticamente o ano todo. Lentz (1995) observou que de janeiro a junho a pluma do rio Amazonas, ao norte de 5°N, está localizada principalmente a oeste de 52°W, deslocando-se em direção ao Caribe, e que de agosto a outubro cerca de 70% da água da pluma do rio Amazonas é levada em direção ao leste pela retroflexão da Corrente Norte do Brasil e os restantes 30% são desviados em direção noroeste para o Caribe. A retroflexão da CNB transporta uma massa de água enriquecida de nutrientes cuja salinidade e temperatura variam, na subsuperfície, entre 23,5 e 35,9 e entre 28,3 e 28,9°C (Paiva, 2002). Esta fertilização das águas oceânicas pela retroflexão da corrente Norte do Brasil permite sustentar uma comunidade zooplânctônica mais densa.

Nesta área da retroflexão se destacou em densidade *Undinula vulgaris*. Esta espécie é epipelágica, nerítica e oceânica, com ampla distribuição em águas tropical e subtropical dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico (Björnberg, 1981, Bradford-Grieve *et al.*, 1999). Já as espécies *Euchaeta marina* e *Corycaeus (C.) speciosus* apresentaram maior densidade um pouco mais a oeste da área onde predominou *U. vulgaris*, sendo ambas beneficiadas, também, pela retroflexão rica em nutrientes e fitoplâncton. *Scolecithrix danae* também foi abundante nesta área, como também na área mais oligotrófica a sudeste da retroflexão. Segundo Bradford-Grieve *et al.*, (1999), estas três espécies são epipelágicas, oceânicas e tropicais. Enquanto, *U. vulgaris*, *E. marina*, *S. danae* e *C. (C.) speciosus* apresentaram grandes densidades pontuais mais ao norte, *Nannocalanus minor* apresentou grande abundância em toda região oceânica. Segundo Björnberg (1981) e Bradford-Grieve *et al.*, (1999), *N. minor* é muito numerosa e freqüente com ampla distribuição em águas tropicais, subtropicais dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico, epipelágica, nerítica e oceânica.

*Clausocalanus furcatus* faz parte do grupo que se destacou no presente estudo e além da área de retroflexão, teve alguma representatividade na área nerítica mais ao norte. É uma espécie de ampla distribuição, ocorrendo

circumglobalmente em águas epipelágicas dos oceanos tropicais e subtropicais (Frost e Fleminger, 1968), com abundâncias relativas maiores em ambientes muito oligotróficos, estando entre as três mais abundantes do Atlântico Tropical (Webber e Roff, 1995) e do leste do Mediterrâneo (Siokou-Frangou *et al.*, 1997). Foi a espécie mais abundante da foz do Amazonas nos estudos realizados por Calef e Grice (1967). *C. furcatus* se move continuamente e rapidamente, explorando áreas em sucessões próximas; esta espécie não cria uma corrente para alimentação e parece perceber alimento a curtas distâncias, sendo seletiva na ingestão (Mazzocchi e Paffenhöfer, 1999). *C. furcatus* foi uma das espécies mais freqüente, contribuindo com cerca de 10% da população de Copepoda na região mais oceânica do Cabo Frio, Rio de Janeiro (Valentin, 1984).

*Calocalanus pavo* e *Farranula gracilis* apresentaram um padrão de distribuição bastante semelhante com maior abundância na área de influência da retroflexão e na área sul, onde tem a quebra da plataforma, onde possivelmente ocorrem ressurgências topográficas. *C. pavo* é comum em águas tropicais oceânicas de alta salinidade (Björnberg, 1981), enquanto *F. gracilis* é uma espécie oceânica exclusiva do Atlântico Tropical (Bradford-Grieve *et al.*, 1999), sendo numerosa também em plataforma (Björnberg, 1981), embora que no presente estudo limitou-se à área oceânica.

*Rhincalanus cornutus* apresentou distribuição um pouco diferente com grandes densidades na área de mistura entre zona nerítica e oceânica. É uma espécie epipelágica, oceânica, tropical (Bradford-Grieve *et al.*, 1999).

Dentre as espécies que se destacaram no presente estudo, principalmente na área da retroflexão, *Oithona plumifera* é bastante abundante em águas oligotróficas do Atlântico Tropical (Webber e Roff, 1995). É extraordinariamente adornada com setas em forma de penas na sua primeira antena, nas patas torácicas, no urosoma, incluindo o ramo caudal (Giesbrecht, 1892). Esta riqueza de ornamentos, que são potencialmente estruturas sensoriais, sugere que esta espécie percebe rapidamente sinais hidrodinâmicos do seu ambiente circundante (Paffenhöfer, 1998). *O. plumifera* é epiplanctônica, costeira e oceânica, tropical e subtropical com ampla distribuição (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve *et al.*, 1999). Ela se desloca

somente ocasionalmente e, usualmente, percebe e captura somente alimentos móveis (Mazzocchi e Paffenhöfer, 1999).

Em estudos para compreender a co-existência de um grande número de espécies de copépodo em águas tropicais e subtropicais, Hayward e McGowan (1979) não encontraram diferenças no conteúdo estomacal de várias espécies da região do giro do Pacífico Norte. Longhurst (1985) acreditava que havia uma distribuição vertical específica para cada espécie (incluindo juvenis) que permitia a co-existência de numerosas espécies no Pacífico Leste Tropical. Enquanto, Hutchinson (1967) afirmava que pequenas diferenças nos caracteres morfológicos, fisiológicos e comportamentais seriam suficientes para separar nichos em copépodos que ocupam o mesmo volume de água. Segundo Paffenhöfer e Mazzocchi (2003) várias espécies de copépodos e seus estágios copepoditos ocorrem em uma ampla faixa vertical da camada superficial (200 m) dos oceanos tropicais e subtropicais, contudo com maior densidade em uma faixa estreita; isto, se deve possivelmente a um comportamento alimentar, por exemplo, as espécies de *Oncaea* preferem profundidades entre 20 e 30 m por que é onde se concentra a matéria orgânica particulada agregada originada do fitoplâncton e zooplâncton, principal alimento destas espécies.

Alguns copépodos tropicais/subtropicais têm diferentes formas de natação e de aquisição de alimento que podem contribuir para sua co-existência. Levando em consideração as espécies *Oithona plumifera*, *Paracalanus aculeatus* e *Clausocalanus furcatus*, observa-se que *Oithona plumifera* se move só ocasionalmente e usualmente percebe e captura somente alimentos móveis. *Paracalanus aculeatus*, como também *Paracalanus quasimodo* se movem lentamente e continuamente criando correntes para se alimentar, percebendo partículas a certa distância, e é seletivo na captura e ingestão (Paffenhöfer *et al.*, 1995). Os copepoditos e as fêmeas do gênero *Paracalanus* podem coletar pequenas partículas ( $\leq 5\mu\text{m}$ ) passivamente (Price *et al.*, 1983). Por outro lado, *Clausocalanus furcatus* se move continuamente e rapidamente, explorando pequenas áreas em uma sucessão próxima; ele não cria uma corrente alimentar e parece perceber alimento a curtas distâncias, sendo seletivo com ingestão (Mazzocchi e Paffenhöfer, 1999).

*Oithona plumifera* em conjunto com *Clausocalanus furcatus* estão entre as espécies de copépodos mais comuns no oceano Atlântico tropical (Webber e Roff, 1995) e no leste do Mediterrâneo (Siokou-Frangou *et al.*, 1997). Embora estas espécies (náuplios, copepoditos e fêmeas adultas) tenham um comportamento de deslocamento completamente diferente, elas têm grande sucesso em mares oligotróficos (Paffenhöfer e Mazzocchi, 2002).

Dentre as espécies de copépodos que apresentaram dominância pontual no presente estudo *Subeucalanus pileatus* e *Temora stylifera* se destacaram em amostras neríticas localizadas entre a foz do Amazonas e a do rio Pará. *S. pileatus* é numerosa em águas costeiras e de plataforma quente, encontrada em regiões tropical e subtropical do Atlântico Sul Ocidental (Björnberg, 1981). Contudo, Bradford-Grieve *et al.*, (1999) cita sua ocorrência apenas para áreas oceânicas. Segundo Mazzocchi e Paffenhöfer (1999) esta espécie apresenta movimento natatório linear, contínuo e lento, gerando correntes para se alimentar.

*Temora stylifera* apresenta ampla distribuição no oceano Atlântico e no Mediterrâneo (Carola, 1994), sendo uma das espécies mais abundantes nas áreas do Atlântico tropical e subtropical (Valentin *et al.*, 1987; Ortner *et al.*, 1989). É epipelágica, nerítica e oceânica (Bradford-Grieve *et al.*, 1999), sendo mencionada por Björnberg (1981) como freqüente em águas costeiras. Esta espécie tem sido usada como uma espécie chave no monitoramento de mudanças climáticas e oceanográficas no leste do Atlântico Norte (Baia de Biscaia) por Villate *et al.*, (1997). Segundo Mazzocchi e Paffenhöfer (1999) *Temora stylifera* e *Temora turbinata* apresentam deslocamento linear, contínuo e lento, utilizando-se de correntes para se alimentarem.

Dentre os harpacticoides presentes, chama-se a atenção neste trabalho para *Microsetella rosea*, uma vez que a mesma estava, geralmente, nas amostras estudadas, aderida a restos de cascas de Larvacea e a feixes filamentosos de *Oscillatoria*. É uma espécie característica de águas costeiras e oceânicas tropicais, em geral com distribuição irregular, formando manchas (Björnberg, 1981). Outros copépodos Harpacticoida como *Macrosetella* (também, encontrado nas amostras do presente estudo), utilizam os filamentos de *Oscillatoria* para se fixarem com seus apêndices bucais como forma de facilitar a locomoção (Björnberg, 1981) e também consomem, ingerindo

grandes quantidades, fato, que também, pode ocorrer com *Microsetella* e *Miracia efferata* (O'Neil e Roman, 1994).

Dentre outros grupos zooplancônicos do presente estudo destacaram-se, principalmente de forma pontual: Pteropoda, Decapoda (*Lucifer faxoni*) Larvacea (*Oikopleura* spp. e *Fritillaria* spp.), Thaliacea (*Doliolum* sp.) e Chaetognatha (especialmente as espécies *Sagitta enflata*, *Sagitta hispida* e *Sagitta tenuis*).

Com relação aos Pteropoda foram registrados, principalmente *Creseis acicula* e *Limacina* spp. Segundo van der Spoel e Dadon (1999) os Pteropoda são tipicamente de oceano aberto, alguns poucos podendo ser encontrados em águas neríticas e costeiras. *Limacina (Thilea) inflata* é uma espécie tropical, abundante na Corrente do Brasil, epipelágica podendo ser oceânica e nerítica.

Dentre os crustáceos Decapoda *Lucifer faxoni* destacou-se nas amostras mais costeiras, e segundo Longhurst e Pauly (1987) é uma espécie importante no plâncton nerítico tropical onde a salinidade é mais baixa, como é o caso da foz do Amazonas. Além da grande densidade de *Lucifer faxoni* em áreas neríticas, Calef e Grice (1967) citam para a foz do Amazonas o predomínio do cladocera *Pseudoevane tergestina* (citado no trabalho como *Evadne tergestina*), algumas vezes tendo o triplo da densidade dos copépodos. Na presente pesquisa, foi registrada *Pseudoevane tergestina* sempre com baixas densidades sendo pouco freqüente. Segundo Onbé (1999) é uma espécie indicadora de águas quentes costeiras e oceânicas. A ausência de grandes densidades de larvas de Brachyura, no presente estudo, se deve provavelmente ao período de amostragem, agosto, pois elas são mais abundantes no período de reprodução das espécies de Brachyura, que na região costeira do Estado do Pará, vai de janeiro a abril.

Chaetognatha destacou-se em toda área, sendo as espécies mais abundantes e freqüentes *Sagitta enflata* e *S. tenuis*. Segundo Gusmão (1986), essas espécies são muito freqüentes na plataforma do nordeste brasileiro. *S. enflata* tem sido descrita como cosmopolita (Alvarinho, 1969) e epiplanctônica (Furnestin, 1962; Andréu, 1990, 1992). Na primavera no mar Mediterrâneo, a baixa abundância desta espécie nas áreas de frentes se deve a intrusão de águas de baixas salinidades e sendo deslocadas mais para o sul, onde as salinidades são mais elevadas (Duro e Saiz, 2000). Camiñas (1983) observou

que esta espécie tem preferência por salinidades > 36,5 e temperaturas mais altas de 22 a 23° C. Este fato, está de acordo com os dados da região Norte do Brasil, onde *Sagitta enflata* predominou em águas mais oceânicas.

Todas as espécies de Chaetognatha registradas no presente trabalho são predadoras da comunidade pelágica. Sua dieta consiste, principalmente, de Copepoda, tendo considerável influência na estrutura dos níveis tróficos mais baixos (Pearre, 1980). Os Chaetognatha são freqüentemente descritos como um elo importante entre os Copepoda e grandes predadores, incluindo espécies de peixes de importância comercial (Boltovskoy, 1999). Apesar de apresentar várias espécies na costa norte do Brasil, a baixa densidade na maioria das estações pode estar relacionada à sua predação por peixes.

Dentre os Larvacea, registrou-se como muito freqüentes *Oikopleura* spp. e *Fritillaria* spp., as quais podem ser contribuintes, com um percentual relativamente alto do zooplâncton, inclusive contribuindo suas casas descartadas com boa parcela da “neve marinha”.

Muito do material em suspensão no oceano consiste de agregados de 0,5mm ou maior em diâmetro, conhecida como neve marinha, formada pelo fitoplâncton, peletas fecais, partículas inorgânicas, estruturas alimentares do zooplâncton e detritos. Estes agregados são enriquecidos em carbono, nitrogênio e nutrientes, e abrigam comunidades concentradas de microorganismos em abundâncias de várias ordens de magnitude maior do que a encontrada em vidas livres na água circundante (Alldredge e Silver, 1988; Alldredge *et al.*, 1998). Além disso, sustenta microambientes químicos únicos (Alldredge e Cohen, 1987) e é a forma em que a maioria da matéria orgânica particulada afunda para o solo oceânico (Fowler e Knauer, 1986).

Cinco tipos de neve marinha têm sido mencionados com base na maioria dos seus componentes (Alldredge e Gotschalk, 1990). Estes incluem: i) casas de Larvacea, formada a partir de estruturas alimentares descartadas; ii) agregados fecais, compostos primariamente da matéria fecal do zooplâncton; iii) flocos de diatomáceas formadas de agregados após blooms de diatomáceas; iv) agregados miscelâneos formado em sistemas mais velhos de detritos não identificados; v) células e cistos de dinoflagelados tecados, que diferem biologicamente e quimicamente dos outros tipos de neve marinha, e

sugere um mecanismo de transporte de cistos de resistência para as profundidades.

Todos esses agregados, exceto as estruturas alimentares gerada por agregação, é o processo através do qual as partículas presentes na coluna d'água colidem por turbulências devido ao assentamento diferencial ou outros processos físicos, e subseqüentemente se aglutinam formando agregados. Esses agregados são mantidos juntos por uma matriz de partículas gelatinosas conhecidas como partículas exopolímeros transparentes produzidas de polissacarídeos exudados por fitoplâncton e bactérias (Alldredge *et al.*, 1993).

Alldredge *et al.*, (1998) evidenciaram que muito da neve marinha resultante do descarte de cascas de Larvacea pertenciam as espécies *Oikopleura dioica* e *Oikopleura longicauda*.

Salpas e dolíolos são também característicos do plâncton tropical, onde muitas vezes ocorrem na mesma freqüência como os Larvacea e, geralmente por terem tamanhos maiores, ocorrem muitas vezes em "cardumes" (Longhurst e Pauly, 1987). Este fato foi observado na área presentemente estudada onde na estação 79 (bem costeira), a qual apresentou a maior biomassa (388,6 mg.m<sup>-3</sup>), registrou-se uma explosão de *Doliolum* sp., chegando a 59% da comunidade do macrozooplâncton. Possivelmente, se trata de *Doliolum nationalis*, que tem preferência por águas neríticas, porém a classificação dos dolíolos é ainda confusa, sendo o ciclo de vida de poucas espécies da família Doliolidae conhecidos (Esnal e Daponte, 1999).

De uma forma geral, o zooplâncton esteve caracterizado pelo predomínio de espécies holoplanctônicas oceânicas, indicadoras da corrente Norte do Brasil, com presença numerosa de cascas de Larvacea descartadas, as quais somada a presença de feixes de *Oscillatoria*, facilitaram a ocorrência de vários Harpacticoida. A densidade do macrozooplâncton foi elevada em algumas estações, indicativo de áreas ricas em fitoplâncton, devido à contribuição da pluma estuarina associada á retroflexão da CNB.

No norte do Brasil onde o rio Amazonas se junta com as águas salinas da plataforma continental, massas túrbidas de baixa salinidade formam uma pluma que persistem temporalmente e espacialmente. A pluma estuarina do Amazonas gera por muitos quilômetros uma área de grande turbidez, onde vivem muitos organismos zooplanctônicos. Essa turbidez resulta da

ressuspensão de sedimentos do fundo pelo vento, pela mistura convectiva da maré e pela descarga de rios. Apesar dos altos níveis de partículas em suspensão, seu efeito no zooplâncton suspensívoro não foi extensivamente estudado. Baixas concentrações de areia em suspensão, silte e/ou argila quando ingeridos com o fitoplâncton podem ter efeitos neutros ou positivos no zooplâncton (Robinson, 1957; Sherk *et al.*, 1975). É possível que bactérias ou outros micróbios presos ao sedimento ou detritos possam aumentar o seu conteúdo nutricional ou que a matéria orgânica seja absorvida por eles. Contudo, a ingestão de altas concentrações de partículas abiogênicas podem afetar de forma negativa a sobrevivência, reprodução e ingestão de partículas nutritivas do zooplâncton (Paffenhöfer, 1972; Sherk *et al.*, 1975; Arruda *et al.*, 1983; McCabe e O'Brien, 1983). O efeito mais prejudicial parece ser a redução na ingestão de partículas nutritivas devido a grande proporção de ingestão do seston abiogênico, fazendo com que os animais fiquem com fome à medida que enchem o estômago com sedimento.

Como o rio Amazonas drena 1 milhão de metros cúbicos por ano, tem a maior pluma estuarina do mundo (Nittrouer *et al.*, 1991), com alta turbidez devido a uma carga de sedimento aproximada de 11 a 13.10<sup>8</sup> ton por ano (Kineke *et al.*, 1996) e baixa salinidade que se entende até 200 km (Geyer e Kineke, 1995). Uma forte descontinuidade na margem no extremo da pluma coincide com interfaces de temperatura e salinidade, porém está mais associada com grandes quantidades de matéria em suspensão na água e *blooms* do fitoplâncton. Este sistema dinâmico provê uma combinação de fitoplâncton e sedimento. Devido à extrema turbidez da camada superficial, a penetração da luz é reduzida. Conseqüentemente, diferenças nas águas superficiais e subsuperficiais, como habitats para o fitoplâncton, resultam geralmente, em baixo número de células. Por “efeito cascata” a comunidade zooplanctônica é também afetada.

Em estudos sobre a comunidade zooplanctônica da pluma do Mississipi observou-se que *Acartia tonsa* era o copépodo mais abundante nas águas com menores salinidades, sendo uma espécie herbívora-onívora que parece ser primariamente herbívora e é conhecida como detritívora (Turner, 1984a e b). *Acartia tonsa* consegue se alimentar mesmo em áreas com alta turbidez. *Subeucalanus pileatus* foi mais comum em águas da plataforma com maiores

salinidades do que na pluma e parece ser um herbívoro suspensívoro (Price e Paffenhöfer, 1984; Turner, 1984c). Contudo, na foz do Amazonas, *S. pileatus* se desenvolveu bem na área da pluma estuarina. Para a Foz do Mississipi, *Centropages typicus* foi abundante em ambas pluma e plataforma, sendo onívoro (Ankaku e Omori, 1963; Paffenhöfer e Knowles, 1980; Conley e Turner, 1985; Turner *et al.*, 1985).

A abundância de *Centropages furcatus* tanto na pluma como na plataforma se deve à sua capacidade de se alimentar eficientemente do fitoplâncton, quando as suas presas (náuplios de copépodos) não são abundantes (Paffenhöfer e Knowles, 1980). Todas estas espécies ocorreram na área nerítica da foz do Amazonas, aparentemente apresentando mesmo comportamento.

A frente fisicamente dinâmica associada com a pluma do rio Amazonas é em parte responsável pela produtividade biológica freqüentemente associada a esta área. Altas quantidades do fitoplâncton da acumulação passiva devido à convergência superficial e o crescimento *in situ* são características de uma pluma de rio rica em nutrientes. Altas densidades de zooplâncton, estão também associadas com zonas de frente e estas áreas fisicamente dinâmicas, são também biologicamente dinâmicas (Tester e Turner, 1989).

Uma das principais características da distribuição espacial do plâncton nos oceanos é que as espécies ou grupos de espécies vivem em uma série vertical de camadas horizontais. Para amostrar o conjunto todo de espécies ou tipos ecológicos da camada superior tem sido comum fazer coletas através de arrastos oblíquos ou verticais a partir de alguma profundidade, por exemplo 200-300 m. Contudo, este tipo de coleta fornece dados da distribuição da abundância que não corresponde a realidade, e muitos dos organismos que nunca se encontram com o outro na natureza, por viverem em camadas diferentes formarão grupos bem associados que deveriam ser considerados diferentes (Longhurst e Pauly, 1987).

Este fato foi confirmado por Calef e Grice (1967) que ao estudarem a comunidade zooplanctônica da foz do Amazonas através de arrastos verticais e horizontais nas mesmas estações, encontraram 18 espécies de Copepoda nos arrastos verticais das quais 11 espécies estavam ausentes nos arrastos

horizontais e as que estavam presentes apresentavam densidades bem inferiores.

Quando se leva em consideração a diversidade de espécies, observou-se um padrão de aumento da área nerítica para a oceânica. Vários são as causas desse gradiente e existem múltiplos caminhos nos quais os mecanismos atuam e interagem para produzir os padrões encontrados (Giller, 1984).

Dentre as hipóteses, a mais aceita da existência de maior diversidade na área oceânica é a do favorecimento ambiental, que tem sido usada para explicar alta diversidade nos trópicos, que são geralmente livres de tempestades e onde as temperaturas são elevadas e relativamente uniformes. Ocorrem precipitações pluviométricas, porém isto afeta menos as espécies que as mudanças de temperatura em áreas temperadas e polares (MacArthur, 1972). O decréscimo na diversidade seria causado por estressores ambientais onde somente um número limitado de espécies poderia sobreviver. O número de espécies deveria assim, aumentar com a estabilidade ambiental, pois ambientes instáveis, aumentam as chances de extinção de uma espécie. Confirmando esta hipótese, alguns pesquisadores (Whittaker, 1972; Connell, 1980) acreditam que a instabilidade ambiental é o maior fator limitante na diversidade de espécies.

Por outro lado, após inúmeras observações em ambientes altamente diversos como os recifes de corais e as florestas tropicais, Grime (1973) e Connell (1978) observaram que ambientes extremamente estáveis teriam tendência à sucessão, e o clímax seria alcançado com o predomínio de poucas espécies, as mais competitivas, que dominariam levando a uma redução na diversidade. O que Grime (1973) e Connell (1978) observaram é que eram necessários pequenos distúrbios para que houvesse maior diversidade. Eles propuseram que a maior diversidade ocorrerá sob variações médias do gradiente físico ambiental ou em níveis intermediários de perturbação. Por exemplo, muitos aspectos do clima flutuam de uma forma regular e previsível, com uma periodicidade razoavelmente curta (chuvas, ventos, correntes, pulsos periódicos de nutrientes, etc.). Organismos podem assim, desenvolver algum grau de dependência e especialização a padrões temporais de disponibilidade de recursos, causando a substituição e invasão diária ou sazonal de espécies.

À medida que o intervalo entre estas perturbações aumenta, também aumenta a diversidade, pois há mais tempo para a invasão de novas espécies à área perturbada; o tempo seria, ainda, insuficiente para uma eliminação competitiva e uma maior faixa de espécies de todos estágios sucessionais e de todas habilidades competitivas seriam mantidas. Assim, o agrupamento local seria mantido em um estado de "não equilíbrio", isto é, sem alcançar o clímax, porém diverso, em decorrência dos constantes fluxos de espécies. Esta teoria, explica a alta diversidade encontrada na província oceânica do Norte do Brasil.

Destaca-se, contudo, que fortes distúrbios afetam as comunidades, reduzindo a diversidade. Áreas de alta instabilidade com fertilização periódica das águas superficiais como é o caso da área de influência da pluma do Amazonas, são em geral habitadas por estágios iniciais da sucessão (Margalef, 1967), apresentando baixos índices de diversidade.

Por tudo que foi estudado, observa-se que a pluma do Amazonas cria uma variabilidade extrema na condição hidrográfica da plataforma continental e área adjacente, o que por sua vez cria um mosaico complexo de habitats para o desenvolvimento do zooplâncton. As interações entre as águas da pluma estuarina e a oceânica influenciam diretamente no desenvolvimento do fitoplâncton (Smith e Demaster, 1996), que por sua vez influencia o zooplâncton. A combinação da entrada de nutrientes da pluma estuarina e a alta penetração luminosa na área oceânica criam uma zona de transição altamente produtiva, cuja localização varia com a descarga do rio. Devido à magnitude desta produção, esta zona de transição tem um papel importante na transferência de energia e na trofodinâmica da plataforma continental e região oceânica adjacente.

## 7 CONCLUSÕES

1. No norte do Brasil onde o rio Amazonas se junta com as águas salinas da plataforma continental, massas túrbidas de baixa salinidade formam uma pluma que persiste temporalmente e espacialmente, se prolongando por vários quilômetros a leste, sendo que a partir de 30 quilômetros da costa a comunidade zooplanctônica apresenta mais características de áreas costeiras/oceânicas, do que estuarina como se esperava.
2. O macrozooplâncton caracteriza-se pelo predomínio de espécies holoplanctônicas, sendo Copepoda (com 109 espécies) o grupo mais diverso, apresentando maiores biodiversidade e densidade a partir da quebra da plataforma.
3. Dentre os Copepoda 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, beneficiado pela alta produtividade na área mais ao norte pela retroflexão da corrente Norte do Brasil, o que permitiu grandes densidades dessas espécies.
4. *Subeucalanus pileatus*, *Temora stylifera* e *Rhincalanus cornutus* se destacaram na província nerítica, formando um grupo bem adaptado à influência da pluma do Amazonas.
5. A região de quebra de plataforma dos Estados do Pará/Amapá, sob influência da pluma amazônica apresenta uma biodiversidade maior do que a região correspondente no estado do Maranhão, com 77 espécies e 50 espécies de Copepoda respectivamente.
6. Chaetognatha destacou-se em toda área, sendo a espécie mais abundante na pluma estuarina *Sagitta tenuis*. Na região da quebra da plataforma e oceânica foi abundante *Sagitta enflata*, que foi pouco abundante na província nerítica devido a intrusão do Amazonas com baixas salinidades.

7. Dentre os Larvacea registrou-se como muito freqüente *Oikopleura* spp. e *Fritillaria* spp., as quais contribuíram com suas casas descartadas com boa parcela da “neve marinha”, onde se aderiam inúmeros organismos dentre os principais *Macrosetella gracilis*, *Microsetella rósea*, *Oithona plumifera*, *Corycaeus amazonicus* e *Corycaeus* sp.
8. A explosão localizada de *Doliolum* sp. na área central da província nerítica, chegando a 59% da comunidade do macrozooplâncton, pode indicar período reprodutivo ou alimentar.
9. A pluma do Amazonas cria uma variabilidade extrema na condição hidrográfica da plataforma continental e área adjacente, o que por sua vez cria um mosaico complexo de habitats para o desenvolvimento do zooplâncton.
10. A combinação da entrada de nutrientes da pluma estuarina amazônica e a alta penetração luminosa na área oceânica cria uma zona de transição altamente produtiva, cuja localização varia com a descarga do rio Amazonas, tendo um papel importante na transferência de energia, na trofodinâmica da plataforma continental e região oceânica adjacente.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLDREDGE, A.L.; COHEN, Y. Can microscale chemical patches persist in the sea? Microelectrode study of marine snow, fecal pellets. **Science**, v. 235, p. 689-691, 1987.
- ALLDREDGE, A.L.; GOTSCHALK, C. C. The relative contribution of marine snow of different origins to biological processes in coastal waters. **Cont. Shelf Res.**, v. 10, p. 41-58, 1990.
- ALLDREDGE, A.L.; PASSOW, U.; HADDOCK, S. H. D. The characteristics and transparent exopolymer particle (TEP) content of marine snow formed from thecate dinoflagellates. **Journal of Plankton Research**, v. 20, n. 3, p. 393-406, 1998.
- ALLDREDGE, A.L.; PASSOW, U.; LOGAN, B. E. The abundance and significance of a class of large, transparent organic particles in the ocean. **Deep-Sea Research**, v. 40, p. 1131-1140, 1993.
- ALLDREDGE, A.L.; SILVER, M.W. Characteristics dynamics and significance of marine snow. **Prog. Oceanogr.**, v. 20, p. 41-82, 1988.
- ALMEIDA PRADO, M.S. & TÔHA, F.A.L. The distribution of brackish water Calanoida (Copepoda) along the coast of Brazil. **Hydrobiologia** 113: 147-150. 1984.
- ALVARIÑO, A. Los quetognatos del Atlântico. Distribución y notas essenciales de sistemática. **Inst. Esp. Oceanogr.**, Madrid, v.37, p.1-290, 1969.
- ANDRÉU, P. Los Quetognatos de las costas de la Península Ibérica. PhD thesis, University of Barcelona. 1990.
- ANDRÉU, P. Vertical migration of three coastal species of chaetognaths in the western Mediterranean Sea. **Sci. Mar.**, 56, 367-372. 1992.
- ANGEL, M. V. Biodiversity of Pelagic Ocean. In: Oceanography: Contemporary readings in Ocean Sciences. Pirie, E. G. (Ed.). Oxford University Press. p. 192-206. 1996.
- ANKAKU, M.; OMORI, M. Preliminary survey of the relationship between feeding habits and the structure of the mouth parts of marine copepods. **Limnol. Oceanogr.**, v. 8, p. 116-126, 1963.
- ARAÚJO, H.M.P, DÓRIA, R.A., REZENDE, M.H.S.G. & LEAL. M.L.S.O. Copepoda das águas da plataforma continental do Estado de Sergipe. Anais do IV Encontro Brasileiro de Plâncton, Recife: 283-291. 1990.
- ARAÚJO, H.M.P. Zooplâncton do estuário dos rios Piauí e Fundo (Sergipe, Brasil): flutuações espaciais, sazonais e tidais. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná. 252 p. 1996.
- ARRUDA, J. A.; MARZOLE, G. R.; FAULK, R. T. The role of suspended sediments in the nutrition of zooplankton in turbid reservoirs. **Ecology**, v. 64, p. 1225-1235, 1983.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, Rio de Janeiro. **Normas ABNT sobre numeração progressiva das seções de um documento**. Rio de Janeiro, 1989a. 3p.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, Rio de Janeiro. **Normas ABNT sobre referências bibliográficas**. Rio de Janeiro, 1989b. 19p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, Rio de Janeiro. **Normas ABNT sobre apresentação de citações em documentos**. Rio de Janeiro, 1990a. 2p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, Rio de Janeiro. **Normas ABNT sobre apresentação de originais**. Rio de Janeiro, 1990b. 4p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, Rio de Janeiro. **Normas ABNT sobre apresentação de livros**. Rio de Janeiro, 1993. 5p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6023: **Informações e documentação: referências, elaboração**. Rio de Janeiro, 2000. 4p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6023: **Referências bibliográficas**. Rio de Janeiro, 2000. 22p.
- BARTH, R.; HAUILA, G. Estudos volumétricos em plankton, capturado na costa brasileira entre Recife e Cabo Orange. **Publ. Inst. Pesq. Marinha**, n. 28, p. 1-23, 1968.
- BEARDSLEY, R. C.; CANDELA, J.; LIMEBURNER, R.; GEYER, W. R.; LENTZ, S. J.; CASTRO, B. M.; CACCHIONE, D. e CARNEIRO, N. The M2 tide on the Amazon Shelf. **J. Geostrophys. Res.** 100(C2): 2283-2319. 1995.
- BJÖRNBERG, T.K.S. On the marine Free-Living Copepods off Brazil. **Publ. Inst. Ocean.** 3-142.1963.
- BJÖRNBERG, T.K.S. The study of planktonic copepods in the South West Atlantic. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Supplement 37: 219-230. 1965.
- BJÖRNBERG, T.K.S. Revisão da distribuição dos gêneros Paracalanus, Clausocalanus e Ctenocalanus (Copepoda, Crustacea) ao largo do Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico** 29(2): 65-68. 1980.
- BJÖRNBERG, T. 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.
- BJÖRNBERG, T. K. S.; CAMPANER, A. F. On the genus *Gaussia* and the specie *G. asymmetrica* (Copepoda, Calanoida). **Crustaceana**, n. 58, v. 1, p. 106-113, 1990.
- BOLTOVSKOY, D. Ed. **Atlas del zooplâncton del Atlantico sudoccidental y metodos de trabajos con el zooplâncton marino**. INIDEP, Mar del Plata.936p. 1981.
- BOLTOVSKOY, D. Ed. South Atlantic Zooplankton. V. 1-2. Backuys Publisher, Leiden, The Netherlands. 1706 p. 1999.

- BONECKER, S.L.C., BONECKER, A.C.T., NOGUEIRA C.R. e REYNIER, M.V. Zooplâncton do litoral norte do Espírito Santo - Brasil: Estrutura espaço-temporal. Anais do IV Encontro Brasileiro de Plancton, Recife: 369-392. 1990.
- BRADFORD-GRIEVE, J.; BOYD, P.; CHANG, F. CHISWELL, S.; HADFIELD, M.; HALL, J.; JAMES, M.; NODDER, S. e SHUSHKINA, E. Pelagic ecosystem structure and functioning in the subtropical front region east of New Zealand in austral winter and spring 1993. **Journal of Plankton Research**, V.21. p. 405-428. 1999.
- BRANDINI, F. P.; LOPES, R. M.; GUTSEIT. K. S.; SPACH, H. L. E SASSI, R. Plantologia na plataforma continental do Brasil. REVIZEE. 196 p. 1997.
- CALEF, G. W. e GRICE, G. D. Influence of the Amazon River Outflow on the Ecology of the Western Tropical Atlantic II. Zooplankton, Abundance, Copepod Distribution, with Remarks on the Fauna of Low-salinity Areas. **Journal of Marine Research**. 25,1: 84-94. 1967.
- CAMIÑAS, J. A. Sagitta enflata Gras et autres chaetognathes de la Mer d'Alboran. Vie et Milieu, 33, 127-131. 1983.
- CAMPANER, A.F. Resultados preliminares sobre a ocorrência e distribuição de copépodos ao largo de Cabo Frio, Brasil: 281-282. Seminários de Biologia Marinha, Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. 1981.
- CAMPANER, A.F. Occurrence and distribution of Copepods (Crustacea) in the epipelagial off southern Brazil. **Boletim do Instituto Oceanográfico** 33(1): 5-27. 1985.
- CAROLA, M. Checklist of the marine planktonic Copepoda of Southern Africa and their worldwide geographic distribution. **S. Afr. J. Mar. Sci.**, v. 14,p. 223-253, 1994.
- CARVALHO, J. de. Sobre uma coleção de copépodos não parasíticos da Baía de Santos e suas adjacências. **Boletim do Instituto Oceanográfico**. 3: 131-188. 1952.
- CASTRO, B. M. e MIRANDA, L. B. Physical oceanography of the western Atlantic Continental Shelf located between 4°N and 34°S coastal segmente (4,W). The Sea. New York. V. II, cap. 8, p.209-251. 1998.
- CAVALCANTI, E. A. H. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (REVIZEE NEII e NEIII) com ênfase em Copepoda. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 91. 2002
- CIRM. Comitê Executivo para o Programa REVIZEE. Proposta Nacional de Trabalho. Brasília. 43 p. 1997.
- CONLEY, W. J.; TURNER, J. T. Omnivory by the coastal marine copepods *Centropages hamatus* and *Labidocera aestiva*. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 21, p. 113-120, 1985.
- CONNELL, J. H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science**, **199**: 1302-1310. 1978.
- CONNELL, J. H. Diversity and the coevolution of competitors or the ghost of competition past. **Oikos**, **35**: 131-138. 1980

- COUTINHO, P. N., (Coordenador). Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos vivos marinhos do Brasil. Programa REVIZEE. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 76p. 1995.
- CURTIN, T. B.; LEGECKIS, R. Physical observations in the plume region of the Amazon River during peak discharge – 1. Seasonal variability. **Continental Shelf Research**, v. 6, p. 87-99, 1986.
- DAHL, F. Die copepodenfauna des unteren Amazonas. Berichte naturforschenden Gesellschaft, Freiburg. Bd. 8.5. 10-23, 1 Taf.1894.
- DAMUTH, J. E.; PALMA, J. J. C. Geologia do fundo do Atlântico Equatorial Oeste. In: Projeto REMAC – Geologia da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes. PETROBRÁS, Rio de Janeiro, Série Projeto REMAC, (7):53-88. 1979.
- DAVIS, C.C. The marine and freshwater plankton. Michigan: State. Univ. Press, 1958. 541p.
- DURÓ, A. e SAIZ, E. Distribution and trophic ecology of chaetognaths in the western Mediterranean in relation to an inshore-offshore gradient. **Journal Plankton Research**, vol. 22 (2): 339-361. 2000.
- ESNAL, G. B. e DAPONTE, M. C. Doliolidae. In: South Atlantic Zooplankton. BOLTOVSKOY, D. Ed. Backuys Publisher, Leiden. 1999. p. 1409-1422. 1999.
- FERNANDES, W. R. S. **Chaetognatha planctônicos de águas neríticas e oceânicas da ZEE norte do Brasil (Costa do Amapá)**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Pará, Belém, 25 p. 2001.
- FIGUEIREDO, A. G.; ALLISON, M. e NITROUER, C. A. Amazon discharge: internal report for AMASSEDS researchers. Relatório Técnico. Universidade Federal Fluminense. Niterói, Brasil. 1991
- FORÔ, R. de A.; BITTENCOURT, S. C. da S.; TAVARES, T. da C. **Foraminíferos planctônicos da ZEE brasileira paralela à costa do Amapá**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Pará, Belém, 30 p. 1999.
- FOWLER, S.W.; KNAUER, G.A. Role of large particles in the transport of elements and organic compounds through the oceanic water column. **Prog. Oceanogr.**, v. 16, p. 147-194, 1986.
- FRONTIER, S. Contribution á la connaissance dun écosystème néritique tropical: étude descriptive et statistique du peuplement planctonique de la région de Nosy Bé (Madagascar). Marseille, 268p., Thèse. Université Aix Marseille. 1974.
- FROST, B.W. e FLEMINGER, A. A revisión of the genus *Clausocalanus* (Copepoda: Calanoida) with remarks on distributional patterns in diagnostic characters. **Bull. Scripps Int. Oceanogr.** 12:1-235. 1968.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Normas de apresentação tabular. 3. ed. Rio de Janeiro, 1993. 62p.

- FURNESTIN, M. L. Les chaetognathes. **Rev. Trav. Inst. Peches Marit.**, 26, 357-368. 1962.
- GAETA, S.A. Zooplâncton costeiro e oceânico do Estado de São Paulo. In: Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões sul e sudeste do Brasil 4: 79-86. 1994.
- GAETA, S. A. Produção primária na região oeste do Atlântico Sul. Tese de livre-docência. Universidade de São Paulo, Instituto de Oceanografia. 140 p. 1999.
- GAUDY, R. Campagne du navire océanographique "Calypso" dans les Eaux côtières du Brésil (Janvier-Février 1962). Copépodes pélagiques. Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume 30: 15-42. 1963.
- GEYER, W. R. e KINEKE, G. C. Observations of currents and water properties in the Amazon frontal zone. **J. Geophys. Res.** 100(C2):2321-2339. 1995.
- GEYER, W. R. Tide-induced mixing in the Amazon frontal zone. **J. Geophys. Res.** 100(C2):2341-2353. 1995.
- GIBBS, R. J. Circulation in the Amazon River estuary and adjacent Atlantic Ocean. **J. Mar. Res.** 28(2):113-123. 1970.
- GIESBRECHT, W. Systematik und Faunistik der pelagischen Copepoden des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. **Fauna Flora Golf. Neapel**, v. 19, p. 1-831, 1892.
- GILLER, P. S. **Community structure and the niche**. G. M. Dunnet & C. H. Gimingham (eds.), Chapman and Hall, London. 176p. 1984
- GRIME, J. P. Competition and the struggle for existence. In: **Population Dynamics**. R. M. Anderson, B. D. Turner e L. R. Taylor (eds.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, p. 123-140. 1973
- GROSS, M. G.; GROSS, E. **Oceanography, a view of earth**. Prentice Hall. New Jersey, 472p. 1996.
- GUSMÃO, L. M. O. **Chaetognatha planctônicos de províncias nerítica e oceânica do nordeste do Brasil (04° 00'00" – 08° 00'00" latitude sul)**. Dissertação de Mestrado. Univ. Fed. PE. Mestrado em Oceanografia Biológica. Recife, 192f, 1986.
- GUSMÃO, L.M. O. Comunidade zooplanctônica nas províncias nerítica e oceânica do Estado de Pernambuco (Latitude 7°32,98'a 8°41,51'S – Longitude 34°04,47' a 35°01,51'W). Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. 109 p. 2000.
- HAYWARD, T. L.; MCGOWAN, J. A. Pattern and structure in an oceanic zooplankton community. *Am. Zool.*, v. 19, p. 1045-1055, 1979.
- HENDERSON, E. W.; STEELE, J. H. Comparing models and observations of shelf plankton. **J. Plankton Res.**, Oxford, v. 17, n. 8, p. 1679-1692, 1995.
- HOPKINS, T.L.; MILIKEN, D.M.; BELL, L.M.; McMICHAEL, E.J; HEFFERMAN, J.J e CANO, R.V. The landward distribution of oceanic plankton and micronekton over the west Florida continental shelf as related to their vertical distribution. **Journal of Plankton research** 3:645-659. 1981.

- HUNTER, M. D.; PRICE, P. W. Playing chutes and ladders: heterogeneity and the relative roles of bottom-up and top-down forces in natural communities. **Ecology**, v.73, n.3, p.724-732, 1992.
- HUTCHINSON, G. E. A Treatise on Limnology. Vol 2. Introduction to lake biology and the limnoplankton. John Wiley and sons, New York. 1967. 1116 p.
- JACOB, S. A.; BRAGA, L. M.; BARTH, R. Observações planctonológicas na costa do Brasil. **Notas Técnicas Inst. Pesq. Mar.** v. 24, p. 1-18, 1966.
- KINEKE, G. C.; STEMBERG, R. W.; CACCHIONE, D. A.; KRANCK, K. e DRAKE, D. E. Distribution and characteristics of suspended sediment on the Amazon Shelf. **Oceanography**. 4:19-24. 1991.
- KINEKE, G. C.; STERNBERG, R. W.; TROWBRIDGE, J. H.; GEYER, W.R., Fluid-mud processes on the Amazon continental shelf. **Continental Shelf Research**, 16, 667-696. 1996.
- LEGENDRE, P. e LEGENDRE, L. Numerical ecology. Elsevier, Amsterdam: 1998. 853p.
- LENTZ, S. J. Seasonal variations in the horizontal structure of the Amazon Plume inferred from historical hydrographic data. **J. Geophys. Res.** 100(C2):2377-2390. 1995.
- LONGHURST, A. R. The structure and evolution of plankton communities. **Prog. Oceanogr.**, v. 15, p. 1-35, 1985.
- LONGHURST, A. R.; PAULY, D. (Eds) **Ecology of Tropical Oceans**. San Diego: Academic Press, Inc., 1987. 407 p.
- LOPES, M. J. S.; SOUSA, L.C.A. e REIS, I.C.M. Distribuição horizontal do zooplâncton nerítico e oceânico da Região Norte (Cabo Orange/AP à foz do rio Parnaíba/PI). REVIZEE NO-1. XI Semana Nacional de Oceanografia. Rio Grande. 18 a 24/10/1998.
- MACARTHUR, R. H. **Geographical Ecology. Patterns in the Distribution of Species**. Harper & Row. New York. 1972
- MANTOURA, R. F. C. Organic films at the halocline. **Nature**, v.328, p.579-580, 1987.
- MARGALEF, R. Some concepts relative to the organization of plankton. **Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.**, 5: 257-289. 1967
- MAZZOCCHI, M. G.; ZAGAMI, G.; CRESCENTI, N. e HURE, J. Copepods. In: Atlas of Marine Zooplankton, Straits of Magellan. Guglielmo, L. e Ianora, A. (ed.). Springer Verlag. 279p. 1995.
- MAZZOCCHI, M. G. e PAFFENHÖFER, G.A. Swimming and behaviour of the planktonic copepod *Clausocalanus furcatus*. **Journal of Plankton Research**, 20:1501-1518. 1999.
- MCCABE, G.D.; O'BRIEN, W.J. The effects of suspended silt on feeding and reproduction of *Daphnia pulex*. **Amer. Midl. Naturalist.**, v. 110, p. 324-337, 1983.

- MILLIMAN, J. D. e MEADE, R. H. World-wide delivery of river sediment to the oceans. **J. Geol.** 91: 1-21. 1983.
- MOLINARI, R. L. Observations of eastward currents in tropical South Atlantic Ocean: 1978-1980. **J. Geophys. Res.** 87(C12)9707-9714. 1982.
- MONTEIRO RIBAS, W.M., VALENTIN J. & QUINTANILHA, J.T. Estudo das populações zooplanctônicas da região compreendido entre Cabo Frio e Abrolhos. IV Encontro Brasileiro de Plâncton, Resumos, Recife: 82. 1990.
- MONTÚ, M. Northeastern Brazilian pelagic amphipods, Suborder Hyperiidea (Crustacea). **Nauplius**, n. 2, p. 131-134, 1994.
- MONTÚ, M. e GLOEDEN, I.M. Atlas dos Cladocera e Copepoda (Crustacea) do estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande, Brasil). **Nerítica** 1(2): 1-134. 1986.
- MONTÚ, M. A. e GLOEDEN, I. M. Maxillopoda – Copepoda, Marine Planktonic Calanoida. In: YOUNG, P. S. (ed). *Catalogue of Crustacea of Brazil*. Rio de Janeiro: Museu Nacional. P. 167-200. (Série Livros n.6). 1998.
- MONTÚ, M., GLOEDEN, I.M. e DUARTE, A.K. Zooplâncton estuarino, costeiro e oceânico de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões Sul e Sudeste do Brasil. 4: 158-161 e 192-197. 1994.
- MÜLLER-KARGER, F. E.; McCLAIN, C. R. e RICHARDSON, P. L. The dispersion of the Amazon's water. **Nature**. 333(6168): 56-59. 1988.
- NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. Macrozooplâncton recifal da Baía de Tamandaré, Pernambuco – Brasil. Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. 108 p. 2000.
- NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. e CORREIA, M.I.N. Nota preliminar sobre o zooplâncton nerítico e oceânico do Estado da Paraíba (Brasil). In *Anais do IV Encontro Brasileiro de Plâncton*, Recife: p.88. 1990.
- NEUMANN-LEITÃO, S., PARANAGUÁ, M.N., NOGUEIRA PARANHOS, J.D., OLIVEIRA-GUSMÃO, L.M. & NASCIMENTO VIEIRA., D.A. Estudo da população zooplanctônica da plataforma continental norte do Estado de Pernambuco-Brasil. IV Encontro Brasileiro de Plâncton, Resumos, Recife: 85. 1990.
- NEUMANN-LEITAO, S.; GUSMÃO, L. M. O.; SILVA, T. A.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. e SILVA, P. Mesozooplankton biomass and diversity in coastal and oceanic water off North-Eastern Brazil. **Arch. Fish. Mar. Res.** 47(2-3): 153-165. 1999.
- NEWELL, G. E.; NEWELL, R. C. **Marine plankton a practical guide**. London, Hutchinson Educat. Ltd., 221p. 1966.
- NITTROUER, C. A.; KUEHL, S. A.; RINE, J.M.; FIGUEIREDO, A.G.; FARIA, L.E.C.; DIAS, G.T.M.; SILVA, M.A.M.; ALISON, A.; PACIONI, T.D.; SEGALL, M.P.; UNDERKOFFER, E.C.; BORGES, H.V.; SILVEIRA, O.F. Sedimentology and stratigraphy of the Amazon continental shelf. **Oceanography**. 4(1): 33-38. 1991.

- NITTROUER, C. A.; KUEHL, S. A. Geological significance of sediment transport and accumulation on the Amazon Continental Shelf. Special Issue, *Marine Geology*. 125(3/4):175-401. 1995.
- O'NEIL, J. M.; ROMAN, M. R. Ingestion of cyanobacterium *Trichodesmium* spp. By pelagic harpacticoid copepods *Macrosetella*, *Miracia* and *Oculosetella*. *Hydrobiologia*, v. 292-293, p. 235-240, 1994.
- OLIVEIRA, L.P.H. de. Contribuição ao conhecimento dos crustáceos do Rio de Janeiro. Ordem Eucopepoda. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 42(2): 449-472. 1945.
- OLTMAN, R. E., Reconnaissance investigations of the discharge and water quality of the Amazon river. U.S. Geological Survey Circular 552, Washington, D.C., 1968. 16pp.
- OMORI, M.; IKEDA, T. **Methods in marine zooplankton ecology**. Wiley-Interscience Publications, New York. 331p. 1984.
- ONBÉ, T. Ctenopoda and Onycopoda (Cladocera). In: South Atlantic Zooplankton. BOLTOVSKOY, D. Ed. Backuys Publisher, Leiden. p. 797-814. 1999.
- ORMOND, R. F. G.; GAGE, J. D.; ANGEL, M. V. (Eds). *Marine Biodiversity, patterns and processes*. Cambridge University press, 1997. 449p.
- ORTNER, P. B.; HILL, L. C.; CUMMINGS, R. Zooplankton community structure and copepod species composition in the northern Gulf of Mexico. **Cont. Shelf Res.**, v. 9, p. 387-402, 1989.
- PAFFENHÖFER, G. A. The effects of suspended "Red Mud" on mortality, body weight, and growth of the marine planktonic copepod, *Calanus helgolandicus*. **Water Air Soil Poll.**, v. 1, p. 314-321, 1972.
- PAFFENHÖFER, G. A. On the relation of structure, perception and activity in marine planktonic copepods. **J. Mar. System**, v. 15, p.457-473, 1998.
- PAFFENHÖFER, G. A.; KNOWLES, S. C. Omnivorousness in marine planktonic copepods. **J. Plankton Res.**, v. 2, p. 355-365, 1980.
- PAFFENHÖFER, G. A.; BUNDY, M. H.; LEWIS, K. D.; METZ, C. Rates of ingestion and their variability between individual Calanoid copepods: direct observations. **J. Plankton Res.** V.17: 1573-1585. 1995.
- PAFFENHÖFER, G. A.; MAZZOCCHI, M. G. On some aspects of the behaviour of *Oithona plumifera* (Copepoda: Cyclopoida). **J. Plankton Res.**, v. 24, n. 2, p. 129-135, 2002.
- PAFFENHÖFER, G. A.; MAZZOCCHI, M. G. Vertical distribution of subtropical epiplanktonic copepods. **J. Plankton Res.**, v. 25, n. 9, p. 1139-1156, 2003.
- PAIVA, R. S. Parâmetros físicos, químicos, biomassa e produção primária do fitoplâncton na Plataforma Continental Amazônica. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo. 140 p. 2002.

- PARANAGUÁ, M. N. Sobre o plâncton da região compreendida entre 3° Lat. S e 13° Lat. S, ao longo do Brasil. **Trab. Oceanogr. Univer. Fed. PE**, Recife v.5/6, p.125-139, 1966.
- PARANAGUÁ, M.N. Ecossistema costeiro de Itamaracá (Pernambuco-Brasil). III. Zooplâncton. Resumos do Simpósio Internacional sobre utilização de Ecossistemas Costeiros: Planejamento, Poluição e Produtividade. **Atlântica**, Rio Grande 5(2): 90. 1982.
- PEARRE, S. Jr. Feeding by Chaetognatha: the relation of prey size to predator size in several species. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 3: 125-134. 1980.
- POOLE, H. H. e ATKINS, W. R. G. Photo-eletric measurements of submarine illumination throughout the year. **J. Mar. Biol. Ass. U.K.** (16): 297-324. 1929.
- PRICE, H. J.; PAFFENHÖFER, G. A. Effects on feeding experience in the copepod *Eucalanus pileatus*: a cinematographic study. **Marine Biology**, v. 84, p. 35-40, 1984.
- PRICE, H. J.; PAFFENHÖFER, G. A.; STRICKLER, J. R. Modes of cell capture in Calanoid Copepods. **Limnol. Oceanogr.** 28:116-123. 1983
- RAYMONT, J. E. G. Plankton and productivity in the oceans. Zooplankton. Oxford, Pergamon Press, v.2.1983.
- REIS, I. C. M. **Composição e abundância do zooplâncton na costa norte do Brasil**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 36 p. 1999.
- ROBINSON, M. The effects of suspended materials on the reproductive rate of *Daphnia magna*. **Publ. Inst. Mar. Sci.** University of Texas, v. 4, p. 265-277, 1957.
- RODRIGUES DA SILVA, R. Estudo mineralógico de areias do litoral pernambucano. **Inst. Pesq. Agronômicas de Pernambuco**. Recife, v.17, p.1-127, 1959.
- ROHLF, F. J.; FISHER, D. L. Test for hieratchicalstructurein randon data sets. **Systematic Zool.** [s.l.], v. 17, p. 407-412, 1968.
- ROSE, M. **Faune de France. Copépodes Pélagiques**. V.26. Office Central de Faunistique, Paris, 1933. 373p.
- RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados**. São Paulo: Roca, 6 ed. 1028 p. 1996.
- SANTANA BARRETO, M. S. e NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. Zooplâncton nerítico do Atlântico Tropical (cabo de São Roque ao de Santo Agostinho). In Anais do IV Encontro Brasileiro de Plâncton, Recife: 329-346. 1990.
- SEGUIM, G. Contribution a la connaissance du plâncton des eaux côtières du Brésil (copépodes et amphipodes excepts) et comparaison avec celuidu Senegal (Campagne de la Calypso, Janv. – Feb. 1962). **Bulletin de L’Institut Oceanogr. D’Alger**, Pelagos, n.2, v. 3, p. 7-44, 1965.
- SERRA, A. B. The general circulation over South America. **Bull. Am. Meteorol. Soc.** 22, 173-178. 1941.

- SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **Boll. Syst. Tech. J.** v. 27, p. 379-423, 1948.
- SHERK, J. A.; O'CONNOR, J. M.; NEUMANN, D. A. Effects of suspended and deposited sediments on estuarine environments. In: Estuarine Research, I. E. Cronin (ed.), Academic Press, London, p. 451-458. 1975.
- SILVA, T.A. Zooplâncton demersal coletado com armadilhas na área de proteção ambiental de Tamandaré – Pernambuco (Brasil). Tese de doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. 85 p. 2003.
- SILVEIRA, I. C., MIRANDA, L. B. e BROW, W. S. The origin of the North Brazil Current. **J. Geostrophys. Res.** 99(C11):22501-22512. 1994.
- SILVEIRA, J. D. Morfologia do Litoral. In: Azevedo, A. Editora Brasil: A Terra e o Homem (Vol. 1: As bases físicas). Companhia Editora Nacional, 253-305. 1964.
- SIOKOU-FRANGOU, I.; CHRISTOU, E.D.; FRAGOPOULU, N.; MAZZOCCHI, M.G. Mosozooplankton distribution from sicily to Cyprus (Eastern Mediterranean): II. Copepod assemblages. *Oceanol. Acta*, v. 20, p. 537-548, 1997.
- SMITH JR., W. O.; DEMASTER, D. J. Phytoplankton biomass and productivity in the Amazon River plume: correlation with seasonal river discharge. **Continental Shelf Research**, v. 16, n. 3, p. 291-319, 1996.
- SOUZA, A. P. da S.; FERREIRA, S. G. da C. **Plâncton da zona econômica exclusiva norte brasileira (Pará): composição, e distribuição espacial.** Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Pará, Belém, 40, p. 1999.
- SOUZA, L. C. A.; LOPES, M.J. S. Estudo dos Chaetognatha da Região Norte, área compreendida entre a foz do Rio Pará/PA e a Baía de São Marcos/MA. REVIZEE NO-I. XI Semana Nacional de Oceanografia. Rio Grande. 18 a 24/10/1998.
- SOUZA, L. C. A. **Estudo dos Chaetognatha da região norte do Brasil, área compreendida entre Pará-Maranhão.** Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 32 p. 1999.
- SPOEL, S. Van der e DADON, J.R. Pteropoda. In South Atlantic Zooplankton (D. Boltovskoy, ed.) Vol 1. Backhuys Publishers. pp.649-706. 1999.
- STRAMMA, L. Geostrophic transport of the South Equatorial Current in the Atlantic. **J. Mar. Res.** v. 49, p. 281-249, 1991.
- STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A practical handbook of sea water analysis. **Bullettim Fisheries Research Board of Canada.** Ottawa, v. 167, p. 1-311, 1972.
- TESTER, P. A.; TURNER, J. T. Zooplankton feeding ecology: feeding rates of the copepods *Acartia tonsa*, *centropages velificatus* and *Eucalanus pileatus* in relation to the suspended sediments in the plume of Mississippi River (northern Gulf of México ctinental shelf). **Scientia Marina**, v. 53, n. 2-3, p. 231-237. 1989.

- THOMSEN, H. Masas de água características del oceano Atlântico. **Secret. Marina Srv. Hidr. Nav. Público H.** Buenos Ayres, 623p: 1-22, 1962.
- TREGOUBOFF, G.; ROSE, M. **Manuel de planctonologie Méditerranèenne.** Centre Nationale de la Recherche Scientifique. Paris, 2v. 1957.
- TURNER, J. T. The feeding ecology of some zooplankters that are important prey items of larval fish. NOAA Technical Report, n. 7. National Marine Fisheries Service, 1984a. Washington, D.C.
- TURNER, J. T. Zooplankton feeding ecology: contents of fecal pellets of the copepods *Acartia tonsa* and *Labidocera aestiva* from continental shelf waters near the mouth of the Mississippi River. **Marine Ecology**, v. 5, p. 265-282, 1984b.
- TURNER, J. T. Zooplankton feeding ecology: contents of fecal pellets of the copepods *Eucalanus pileatus* and *Paracalanus quasimodo* from continental shelf waters of the Gulf of Mexico. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 15, p. 27-46, 1984c.
- TURNER, J. T.; TESTER, P. A.; HETTLER, W. F. Zooplankton feeding ecology: a laboratory study of predation on fish eggs and larvae by the copepods *Anomalocera ornata* and *Centropages typicus*. **Marine Biology**, v. 90, p. 1-8, 1985.
- VALENTIN, J. L.; MONTEIRO-RIBAS, W. M.; MUREB, M. A.; PESSOTI, E. Sur quelques zooplanctontes abondants dans l'upwelling de Cabo Frio (Brésil). **J. Plankton Res.**, Oxford, v. 9, p. 1195-1216, 1987.
- VALENTIN, J.L. Diagnóstico ambiental oceânico e costeiro das regiões Sul e Sudeste do Brasil. 4: 29-40. 1994.
- VANNUCCI, M.; QUEIROZ, D. Plâncton coletado durante a VII viagem do N/Oc "Almirante Saldanha": relatório. **Contr. Av. Inst. Oceanogr.** v. 4, p. 1-23, 1963.
- VEGA-PÉREZ, L.A. Zooplâncton. In: Estrutura e função do ecossistema da plataforma continental do Atlântico Sul brasileiro. Publicações Especiais do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo 10: 1-245. 1993.
- VILLATE, F.; MORAL, M.; VALENCIA, V. Mesozooplankton community indicates climate changes in a shelf área of the inner Bay of Biscay throughout 1988 to 1990. **J. Plankton Res.**, Oxford, v. 19, p. 1617-1636, 1997.
- WEBBER, M.K. e ROFF, J.C. Annual structure of the copepod community and its associated pelagic environment off Discovery Bay, Jamaica. **Mar. Biol.**, v.123, p. 467-479, 1995.
- WHITTAKER, R. H. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon**, 21: : 213-251. 1972