



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

CAROLINA COELHO CAMPOS

**COMUNIDADE DE COPÉPODES (COPEPODA: CRUSTACEA) NA PLATAFORMA  
CONTINENTAL DO NORDESTE DO BRASIL**

FORTALEZA

2014

CAROLINA COELHO CAMPOS

COMUNIDADE DE COPÉPODES (COPEPODA: CRUSTACEA) NA PLATAFORMA  
CONTINENTAL DO NORDESTE DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Prospecção de Recursos Naturais.

Orientador: Dr. Marcelo de Oliveira Soares  
Co-orientadora: Dra. Tatiane Martins Garcia

FORTALEZA

2014

CAROLINA COELHO CAMPOS

COMUNIDADE DE COPÉPODES (COPEPODA: CRUSTACEA) NA PLATAFORMA  
CONTINENTAL DO NORDESTE DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Ciências Marinhas Tropicais do  
Instituto de Ciências do Mar da Universidade  
Federal do Ceará, como requisito parcial para  
obtenção do Título de Mestre em Ciências  
Marinhas Tropicais. Área de concentração:  
Prospecção de Recursos Naturais.

Orientador: Dr. Marcelo de Oliveira Soares

Co-orientadora: Dra. Tatiane Martins Garcia

Aprovada em: \_\_/\_\_/\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Marcelo de Oliveira Soares (Orientador).

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Tito Monteiro da Cruz Lotufo

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Wladimir Ronald Lobo Farias

Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha amada mãezinha Jane (*in memoriam*),  
por todo amor, carinho, dedicação e por ter me  
ensinado as lições mais importantes da vida!  
Saudades eternas...

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar comigo em todos os instantes e por ter colocado pessoas maravilhosas ao meu lado.

À toda minha família, em especial meu pai, Candido, e minhas irmãs, Camila e Carla, por todo amor e apoio em todos os momentos. À minha sobrinha-afilhada Júlia, por nos proporcionar momentos de alegrias e por ser esta bênção em nossas vidas. Amo vocês!

Ao meu orientador, prof. Dr. Marcelo de Oliveira Soares, pela atenção, apoio e compreensão no decorrer desta jornada. Por estar sempre disposto a ajudar, pela confiança depositada e pelas valiosas contribuições que ajudaram na minha formação profissional e pessoal.

À minha co-orientadora, Dr<sup>a</sup>. Tatiane Martins Garcia, pela ajuda indispensável na realização de todas as etapas deste estudo. Por mais uma vez acreditar no meu trabalho, me dando todo apoio para concluir esta etapa da minha vida. Pela amizade e por todos os ensinamentos durante todos esses anos, que serão imprescindíveis para minha vida e por ser um exemplo de profissional e de pessoa a seguir. Obrigada de verdade, por tudo!

Ao Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), por ter cedido a sua estrutura para concretização deste trabalho.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pela bolsa concedida durante a realização deste estudo.

Ao prof. Dr. Luiz Drude de Lacerda, coordenador do projeto Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia (INCT), por ter permitido que as coletas do trabalho fossem realizadas em um embarque do cruzeiro INCT.

À prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Sigrid Neumann Leitão e a todos do laboratório de zooplâncton da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), pela acolhida e por todos os conhecimentos compartilhados. Em especial ao Dr. Pedro Augusto Mendes de Castro Melo, pela ajuda fundamental na identificação dos organismos. Muito obrigada!

Ao Msc. Marcus Vinicius Chagas da Silva pela atenção, ajuda na compreensão de algumas questões do trabalho e pela confecção dos mapas.

Aos meus queridos amigos e companheiros de laboratório Nivia (obrigada de coração pela ajuda nos momentos finais e decisivos da dissertação), Allana, Andréa, Paulo, e Pollyana (nossa eterna agregada) pela amizade e por fazerem parte desta conquista. Obrigada por todos os momentos de ajuda e descontração, que foram essenciais para eu enfrentar todas as dificuldades do dia-a-dia. Vocês foram grandes presentes que ganhei neste mestrado! E a todos os colegas do laboratório de Plâncton, Dr<sup>a</sup>. Odete Parente, Gabriela, Luana e Hortência, que de forma direta e indireta me ajudaram na concretização desta etapa.

As minhas amigas e irmãs de coração, Erika Targino e Liana Pinho, por estarem ao meu lado em mais uma conquista na minha vida. Pelo apoio essencial, amizade e companheirismo, nos momentos de alegria e de tristeza, por terem compartilhado todos esses anos comigo, me incentivando e me ajudando sempre que foi preciso.

Ao Jorge Luiz, pelo carinho e companheirismo durante esses dois anos de mestrado e por estar ao meu lado sempre!

E a todos, que de alguma forma contribuíram para a conclusão desta jornada.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.  
(Madre Teresa de Calcutá)

## RESUMO

A plataforma das zonas tropicais pode ser entendida como uma área de transição entre os continentes e o mar aberto. Na maioria das águas subtropicais e tropicais marinhas, os copépodes dominam a comunidade do mesozooplâncton. Apesar da reconhecida importância desses organismos, pouco é conhecido sobre a sua ecologia na plataforma continental da costa semiárida do nordeste brasileiro. O trabalho teve como objetivo analisar a composição e a distribuição espacial da comunidade de copépodes na plataforma continental dos estados do Ceará, Piauí e parte do Maranhão. As amostras foram coletadas nos meses de julho e outubro de 2010, nas plataformas interna, média e externa, com rede cilíndrico-cônica de 300  $\mu\text{m}$ . Três perfis paralelos à costa (A, B e C) foram definidos, no sentido do litoral para o talude, contendo 18 estações cada. Foram encontradas 38 espécies, sendo 20 calanóides, 14 ciclopóides e 4 harpacticóides. A densidade média foi de  $1,28 \pm 12,71 \text{ ind./m}^3$ . O menor valor foi de  $0,13 \text{ ind./m}^3$ , e o maior foi de  $15,59 \text{ ind./m}^3$ . Dentre os organismos considerados muito frequentes destacaram-se *Paracalanus aculeatus* (adulto e copepodito juvenil) e *Corycaeus (Onychocorycaeus) giesbrechti*, sendo este último presente em 100% das amostras analisadas. Foram encontradas espécies endêmicas do oceano Atlântico (*Calanopia americana*, *Labidocera nerii* e *Farranula gracilis*) e do Brasil (*Acartia lilljeborgii* e *Pseudodiaptomus acutus*). A plataforma continental da costa semiárida (PCCS) apresentou espécies típicas das regiões estuarinas/costeira, de plataforma e oceânica, caracterizando esta área como uma zona de transição. Na PCCS, as características encontradas nos três perfis em relação à densidade total de copépodes (Perfil A > Perfis B e C) e a riqueza de espécies (Perfis B e C > Perfil A) apontaram diferenças na estrutura da comunidade em relação à distância da costa. Os perfis de coleta tiveram diferenças na estrutura da comunidade e as baixas densidades refletiram a oligotrofia do ambiente. O diagrama de Venn evidenciou um maior número de espécies comuns nos perfis B e C. Influências oceânicas foram observadas devido à presença, nos perfis B e C, de espécies conhecidas por habitar este ambiente. A distribuição de certas espécies de copépodes é considerada como bons indicadores de massas d'água. No geral, uma baixa influência do ambiente estuarino na PCCS foi mensurada através das baixas densidades de espécies típicas.

**Palavras-chave:** zooplâncton, Calanoida, zona costeira, ambiente tropical.

## ABSTRACT

The continental shelf of tropical zones is known as a transition area between the continent and the open sea. Copepods dominate the mesozooplankton community in most of subtropical and tropical marine waters. Little is known about its ecology in the continental shelf of the semiarid Brazilian northeast coast despite the recognized importance of these organisms. The study aimed to analyze the composition and spatial distribution of the copepod community on the continental shelf of the states of Ceará, Piauí and part of Maranhão. Sampling was carried out in July and October 2010 in continental shelf (inner, middle and outer), with a cylindrical-conical net (300  $\mu\text{m}$ ). Three parallel to the coast profiles (A, B and C) were defined from the coast to the slope, each containing 18 stations. Thirty-eight species were found; 20 calanoids, 14 cyclopoids and 4 harpacticoids. The average density was  $1,28 \pm 12,71 \text{ ind./m}^3$ . The lowest value was  $0,13 \text{ ind./m}^3$  and the highest was  $15,59 \text{ ind./m}^3$ . Among the organisms considered very frequent, the most important were *Paracalanus aculeatus* (adult and juvenile copepodite) and *Corycaeus (Onychocorycaeus) giesbrechti*. The latter occurred in 100% of samples. Endemic species in the Atlantic Ocean (*Calanopia americana*, *Labidocera nerii* and *Farranula gracilis*) and in Brazil (*Acartia lilljeborgii* and *Pseudodiaptomus acutus*) were found. The continental shelf of the semiarid coast (PCCS) showed typical species of estuarine/coastal, continental shelf and oceanic regions, characterizing this area as a transition zone. In PCCS, the characteristics found in the three profiles in relation of the total density of copepods (Profile A > Profiles B and C) and species richness (Profiles B and C > Profile A) showed differences in community structure in relation to distance from the coast. The profiles revealed differences in community structure and the low densities reflected the oligotrophy of the environment. The Venn diagram showed a greater number of common species in the profiles B and C. Oceanic influences were observed due to the presence, in profiles B and C, of species known to inhabit this environment. The distribution of certain species of copepods is considered good indicators of water masses. Overall, a low influence of the estuarine environment in PCCS was measured by the low densities typical species.

**Keywords:** zooplankton, Calanoida, coastal zone, tropical environment.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Estações de coleta na Plataforma Continental dos estados do Ceará, Piauí e parte do Maranhão (Nordeste-Brasil).....19
- Figura 2 - Densidade (ind./m<sup>3</sup>) de copépodes na plataforma continental da costa semiárida do Nordeste. As estações A4 e B7 possuem as maiores e menores densidades, respectivamente. Na figura observam-se também as principais drenagens estuarinas.....23
- Figura 3 - Diagrama de Venn das espécies de Copepoda, nos perfis A, B e C, da plataforma continental dos estados do Ceará, Piauí e parte do Maranhão (Nordeste-Brasil).....25
- Figura 4 - Análise de similaridade da comunidade de copépode na plataforma continental da costa semiárida (Nordeste-Brasil) evidenciando os grupos I (I1, I2 e I3), M e O.....27
- Figura 5 - MDS da comunidade de copépode na plataforma continental da costa semiárida (Nordeste-Brasil) evidenciando os grupos 1 (▲), 2 (■) e 3 (▼). Coeficiente de estresse (S) = 0,12.....27

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Resumo das variáveis ambientais coletados durante os meses de julho e outubro de 2010, na Plataforma Continental dos estados do Ceará, Piauí e parte do Maranhão (Nordeste-Brasil).....22
- Tabela 2 - Densidade total (ind./m<sup>3</sup>) e frequência de ocorrência (%) dos copépodes nos perfis A, B e C, na plataforma continental da costa semiárida (nordeste-Brasil). Muito frequente (\*\*\*\*), Frequente (\*\*\*), Pouco frequente (\*\*), Esporádica (\*) e Ausente (-).....24
- Tabela 3 - Frequência de ocorrência (%) e número de espécies (S) nos perfis A, B e C, dos copépodes na costa semiárida (NE, Brasil).....25
- Tabela 4 - Número de espécies (S), número de indivíduos (N), riqueza de Margalef (d), equitabilidade de Pielou (J'), índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e densidade média da comunidade de copépode nos perfis A, B e C na plataforma continental da costa semiárida (Nordeste-Brasil).....26
- Tabela 5 - Densidade média (ind./m<sup>3</sup>) e percentual de contribuição (%) calculado através da análise de similaridade (SIMPER) da comunidade de copépodes.....28

## **LISTA DE ANEXO**

Anexo 1 - Lista taxonômica da subclasse Copepoda na plataforma continental dos estados do Ceará, Piauí e Maranhão (Nordeste-Brasil).....	45
--	----

## SUMÁRIO

1. <b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
2. <b>HIPÓTESE</b> .....	16
3. <b>OBJETIVO</b> .....	16
3.1. <b>Objetivos específicos</b> .....	16
4. <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	17
4.1. <b>Área de estudo</b> .....	17
4.2. <b>Amostragem de zooplâncton</b> .....	18
4.3. <b>Análise dos dados</b> .....	20
5. <b>RESULTADOS</b> .....	22
6. <b>DISCUSSÃO</b> .....	29
7. <b>CONCLUSÃO</b> .....	35
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	36
<b>ANEXO</b> .....	45

## 1. INTRODUÇÃO

Na transição entre os continentes e o oceano, tem-se uma zona denominada margem continental. Este ambiente marinho pode ser dividido em plataforma, talude e sopé continental, que apresentam como características distintas o ângulo de inclinação em direção ao fundo abissal (Schmiegelow, 2004). A plataforma das zonas tropicais pode ser entendida como uma área de transição entre os continentes e o mar aberto (Ressurreição, Passavante e Macêdo, 1996). Zonas de interação continente-mar são influenciadas pela drenagem continental que flui dos estuários (Morris *et al.*, 1995). A alta produtividade das águas costeiras decorre do teor de nutrientes, da turbidez, da exportação de sedimentos e da matéria orgânica (Dagg *et al.*, 2004).

A complexidade dos ambientes de plataforma cria um quadro de ampla variabilidade espacial e temporal na diversidade, biomassa e produção das espécies (Lana *et al.*, 1996). Nesses ambientes, destaca-se a comunidade zooplanctônica como componente da biodiversidade marinha. O zooplâncton representa uma comunidade biológica constituída por protistas heterotróficos e pequenos animais que possuem uma capacidade natatória reduzida, sendo por isso transportado pelas correntes marinhas (Boltovskoy, 1981).

Estes organismos constituem um elo importante na transferência de energia entre as pequenas partículas (detritos e microalgas) e peixes planctívoros (Cavalcanti e Larrazábal, 2004). Por ser esse elo na teia trófica, a distribuição do zooplâncton tem implicações ecológicas importantes para a produção pesqueira e para os ciclos biogeoquímicos regionais e globais (Miyashita, Melo Júnior e Lopes, 2009). A comunidade zooplanctônica pode ser classificada quanto à sua dimensão: macrozooplâncton (de 2 a 20 mm); mesozooplâncton (de 200 a 2000  $\mu\text{m}$ ) e microzooplâncton (de 20 a 200  $\mu\text{m}$ ) (Omori e Ikeda, 1984). Outra classificação é referente à permanência do plâncton na coluna d'água. O holoplâncton vive nesta zona durante todo seu ciclo de vida, enquanto o meroplâncton passa apenas parte de seu ciclo de vida nesse compartimento (Pires-Vanin, 2008).

Os copépodes são geralmente os componentes mais importantes do mesozooplâncton em termos de abundância, biomassa e diversidade e também por ser parte da dieta de inúmeras espécies, constituindo um elo fundamental entre a produção primária e os níveis mais altos da teia trófica (Ruppert e Barnes, 1996; Miyashita, Melo Júnior e Lopes, 2009). Copepoda é considerado um grupo chave no sistema pelágico marinho por preda outros consumidores do plâncton (Gismervik, 2006) e por ser membro da alça microbiana (Kiørboe, 2008). Esses microcrustáceos apresentam hábitos alimentares bastantes diversificados, podendo ser onívoros, herbívoros,

carnívoros ou detritívoros, ingerindo partículas aderidas aos detritos, agregados marinhos (incluindo bactérias, microalgas e protistas) e até larvas e juvenis de peixes (Brandini *et al.*, 1997).

A classe Copepoda é dividida em dez ordens (Bradford-Grieve *et al.*, 1999). Destas ordens, apenas quatro (calanóides, ciclopóides, harpacticóides e monstrolóides) estão representadas no zooplâncton marinho (Bonecker, 2006). No Atlântico Sul, existem mais de 500 espécies, onde pouco mais de 70 são visivelmente endêmicas (Bradford-Grieve *et al.*, 1999).

Na maioria das águas subtropicais e tropicais marinhas, os copépodes dominam a comunidade do mesozooplâncton (Mazzocchi e D'alcalà, 1995; Satapoomin, Nielsen e Hansen, 2004; Cornils *et al.*, 2005). Geralmente, o plâncton costeiro é caracterizado por pequenos copépodes, muitos dos quais são raros ou ausentes no mar aberto (Mckinnon, Duggan e De'ath, 2005; Mckinnon *et al.*, 2008). A dinâmica e a estrutura das comunidades planctônicas dependem das condições ambientais locais. Em mares tropicais, a dinâmica sazonal das comunidades é difícil de ser identificada e são muito menos acentuadas do que as observadas em ecossistemas aquáticos temperados (Dias *et al.*, 2010).

No Brasil (Oceano Atlântico), estudos sobre a ocorrência e a distribuição de copépodes em zonas neríticas e oceânicas foram realizados nas regiões nordeste (Nascimento-Vieira *et al.*, 1990; Araujo, 2006; Garcia, Lima e Castro Filho, 2007; Neumann-Leitão *et al.*, 2008; Dias e Bonecker, 2009), sudeste (Dias *et al.*, 2010) e sul (Campaner, 1985). Sartori e Lopes (2000) e Dias *et al.* (2010) abordaram esse contexto apenas na plataforma continental. Diferenças na comunidade do litoral em direção ao talude continental também foi estudada por Mazzocchi e D'alcalà (1995), Mckinnon *et al.* (2008) e Cornils *et al.* (2010) no Mar Mediterrâneo e no Oceano Índico. Um aspecto relevante é a ausência de estudos de caráter geográfico abrangente em ambientes de plataformas tropicais de zonas costeiras semiáridas, como em trechos do Nordeste brasileiro.

Apesar da reconhecida importância dos copépodes para a biologia marinha, pouco é conhecido sobre a sua ecologia na plataforma continental da costa semiárida (PCCS) (Brasil, Nordeste). Não existem estudos sobre as alterações na comunidade de copépodes a partir da plataforma interna até a externa da PCCS. O presente trabalho teve como objetivo reduzir esta lacuna, contribuindo para uma melhor compreensão da ecologia pelágica do ambiente marinho, analisando a comunidade de copépodes.

## **2. HIPÓTESE**

A estrutura da comunidade de copépodes na plataforma continental da costa semiárida do Nordeste apresenta alterações à medida que se distancia do litoral em direção ao talude continental.

## **3. OBJETIVOS**

Analisar a composição e a distribuição espacial da comunidade de copépodes na plataforma continental dos estados do Ceará, Piauí e parte do Maranhão (Nordeste-Brasil).

### **3.1 Objetivos Específicos**

- Identificar as espécies de copépodes que ocorrem na plataforma continental semiárida do Brasil;
- Caracterizar a estrutura da comunidade, considerando os indicadores de riqueza, diversidade, equitabilidade, dominância e densidade;
- Analisar a distribuição espacial de espécies ao longo da plataforma continental;
- Analisar os indicadores da estrutura da comunidade em perfis paralelos à linha de costa, no sentido do litoral ao talude continental.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo

A margem continental sul-americana se caracteriza por amplas plataformas continentais (exceto em algumas partes do Brasil) (Boltovskoy, 1981). Na região norte brasileira, a largura da plataforma pode ultrapassar os 250 km. Do nordeste do Brasil até a Argentina, a largura é variável, de menos de 20 km até aproximadamente 250 km, nas regiões sul e sudeste (Lana *et al.*, 1996).

O oceano Atlântico Sul é caracterizado por uma série de massas de água de diferentes espessuras, distribuídas verticalmente (Boltovskoy, 1981). As águas superficiais da plataforma continental brasileira e das regiões oceânicas adjacentes são basicamente tropicais e subtropicais em suas afinidades oceanográficas, faunísticas e florísticas (Lana *et al.*, 1996). Na região norte, nordeste e leste do Brasil, as águas da plataforma têm sido consideradas oligotróficas (Knoppers *et al.*, 2002). A circulação de larga escala na região Nordeste, ao longo da plataforma continental é caracterizada pela presença da Corrente Norte do Brasil (CNB). Esta transporta em superfície a Água Tropical (AT) e nas camadas mais abaixo a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e a Água Intermediária Antártica (AIA), apresentando velocidades médias que variam entre 80 e 50  $\text{cm.s}^{-1}$  (Silveira, 1990).

A plataforma continental do Nordeste do Brasil (PCNE) se estende por mais de 8000 km de costa e possui uma largura de 40-50 km ao largo de Salvador e de 75-80 km ao largo de Fortaleza (Dias, 2011). Esta região situa-se entre a foz do Rio Parnaíba (entre MA e PI) e a cidade de Salvador (BA), sendo marcado por duas importantes direções de linha de costa. A seção entre o Delta do Parnaíba e o Cabo de São Roque (RN) apresenta direção leste-oeste. Entretanto, abaixo do Cabo de São Roque tem-se uma quebra brusca na orientação da linha de costa, a qual se estabelece no sentido NE-SE (Tessler e Goya, 2005).

A plataforma continental do estado do Ceará (PCCE) possui uma extensão de 573 km e têm como limite o estado do Piauí a oeste e o estado do Rio Grande do Norte a leste. O estado do Piauí tem como limites naturais, a leste o rio Ubatuba e a oeste o rio Parnaíba, com uma linha de costa de 66 Km (Marcelino, 1999). A plataforma continental do estado do Maranhão estende-se desde a foz do rio Gurupi (PA), onde possui cerca de 203 km de largura, até a foz do rio Parnaíba (PI). Parte desta plataforma (zona leste) encontra-se na costa

semiárida. Entretanto, a maioria se encontra na região das reentrâncias maranhenses (Pontes, 2007).

Esta região geográfica (Ceará, Piauí e parte do Maranhão) se localiza na Margem Equatorial Atlântica, comumente chamada de costa semiárida, com o relevo caracterizado pela presença de fundos relativamente planos, alternada com partes onduladas e feições irregulares de recifes de arenito submersos e bancos de algas (Dias, 2011). Outra característica importante é que esta zona encontra-se imersa na contínua circulação atmosférica subequatorial dos ventos alísios, que são persistentes e intensos durante todo o ano (Ferreira e Mello, 2005).

A posição e a intensidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) estão intimamente ligadas à estação chuvosa da região semiárida do Nordeste (Xavier *et al.*, 2000). O clima regional é influenciado, principalmente, pelo posicionamento da ZCIT; quando esta encontra-se no hemisfério sul promove chuvas intensas e relativamente regulares (meses de março e abril) e quando posicionada no hemisfério norte, configura o início da estiagem, com dias ensolarados e quentes (Brancoa *et al.*, 2005).

A costa semiárida do Nordeste do Brasil abriga uma grande quantidade de estuários e ainda possui uma considerável área de manguezal bem estruturada (Cabral, Sassi e Costa, 2005). Podemos citar como exemplo de importantes estuários que se destacam nesta região o dos rios Timonha e Ubatuba, que estão inseridos no maior sistema estuarino e de manguezal do Nordeste; a Área de Proteção Ambiental do delta do Parnaíba (Nascimento e Sassi, 2001). Outros que se destacam são os estuários do rio Jaguaribe, que possui a maior bacia hidrográfica do Ceará (Ibge, 1999) e o do rio Coreaú, que se localiza na porção noroeste do mesmo estado (Torquato e Nogueira Neto, 1996).

#### **4.2 Amostragem do zooplâncton**

As amostras foram coletadas em duas campanhas, nas plataformas interna, média e externa, nos meses de julho e outubro de 2010; caracterizados como de estiagem nesta região. Três perfis (A, B e C) foram definidos, paralelos à costa, contendo 18 estações cada, ao longo da plataforma continental dos estados do Ceará, Piauí e parte do Maranhão. Todas as estações do perfil A estão dentro da plataforma interna, enquanto no perfil B, a maioria das estações se encontra na plataforma média, e no perfil C, a maioria se encontra na plataforma externa, na zona de transição com o talude (Figura 1).

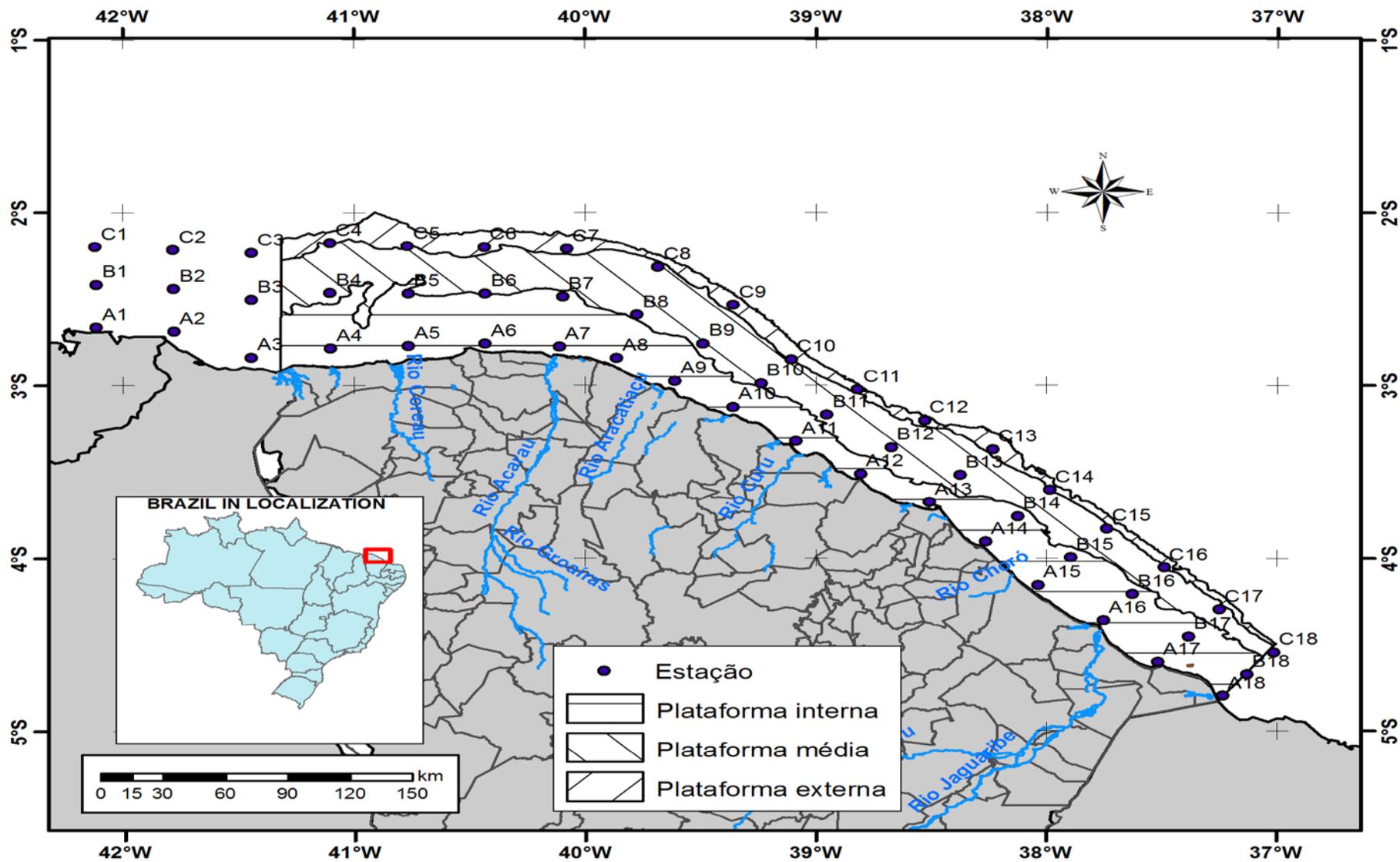


Figura 1: Estações de coleta na Plataforma Continental (plataforma interna, média e externa) dos estados do Ceará, Piauí e parte do Maranhão (Nordeste-Brasil).

Amostras foram coletadas a bordo do barco de pesquisa Prof. Martins Filho da Universidade Federal do Ceará (UFC), através de arrastos horizontais subsuperficiais, durante 5 minutos, com rede cilíndrico-cônica de 300  $\mu\text{m}$  de abertura de malha, equipadas com fluxômetro. Após a coleta, as amostras foram imediatamente fixadas em solução de formaldeído 4% tamponada com tetraborato de sódio (0,5 g/L). As variáveis ambientais (salinidade, oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), condutividade, pH e turbidez) foram coletadas através de sonda multiparamétrica.

Em laboratório, cada amostra foi fracionada com um subamostrador do tipo Motoda (Omori e Ikeda, 1984). Após obtenção das alíquotas, cujos fracionamentos variaram de 1/2 a 1/512, todos os copépodes presentes nas subamostras foram contados através de microscópio estereoscópico. Os táxons foram identificados até o menor nível taxonômico possível. As espécies foram identificadas de acordo com bibliografia especializada (Tregouboff e Rose, 1957; Björnberg, 1981; Bradford-Grieve *et al.*, 1999). As referidas amostras encontram-se depositadas no Laboratório de Plâncton do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da UFC.

#### 4.3 Análise dos dados

A densidade ( $\text{ind./m}^3$ ) de todas as espécies de copépodes foi calculada nas estações amostradas. Em cada perfil de coleta (A, B e C), foi estimada uma densidade total ( $\text{ind./m}^3$ ) (somatório das densidades das estações) e uma densidade média ( $\text{ind./m}^3$ ) (média entre as densidades das estações). Também foi calculada a frequência de ocorrência de cada espécie, onde os valores foram classificados em muito frequente ( $>70\%$ ), frequente ( $70\% \text{ — } 30\%$ ), pouco frequente ( $30\% \text{ — } 10\%$ ) e esporádico ( $\leq 10\%$ ). Esta classificação é comumente utilizada em estudos sobre Copepoda por diversos autores (Neumann-Leitão *et al.*, 2008; Dias e Bonecker, 2009; Nascimento-Vieira *et al.*, 2010). A estrutura da comunidade foi descrita através da riqueza de Margalef (d), da equitabilidade de Pielou ( $J'$ ), da dominância de Simpson ( $\lambda$ ) e do índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ); este último com logaritmo neperiano.

Uma análise de similaridade referente às estações oceanográficas foi obtida utilizando o método de Cluster. Para isso, foi obtida previamente uma matriz de similaridade de Bray-Curtis, onde os dados brutos de densidade das espécies foram transformados para  $\log_{x+1}$ . Com base neste índice, executou-se uma análise de cluster pelo método de agrupamento por média de grupo (UPGMA) e análise de escalonamento multidimensional (MDS). Esta análise multivariada foi usada para avaliar possíveis padrões na estrutura da

comunidade, referente aos perfis na plataforma continental (A, B e C). Os agrupamentos formados foram testados com o teste SIMPROF com significância de 5%. Uma rotina de percentual de similaridade (Simper) foi realizada para constatar quais espécies contribuíram mais para o agrupamento. O software Primer (*Plymouth Routine in Multivariate Ecology*) 6.0 foi usado para os cálculos. Um diagrama de Venn foi elaborado para simbolizar graficamente a relação entre os três perfis (A, B e C), levando em consideração as espécies comuns ou exclusivas de cada perfil.

## 5. RESULTADOS

Durante a expedição oceanográfica, não houve alterações expressivas na salinidade, oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), condutividade e pH nos perfis da plataforma. Apenas a turbidez mostrou grandes variações, principalmente na plataforma interna (perfil A) (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo das variáveis ambientais coletados durante os meses de julho e outubro de 2010, na Plataforma Continental dos estados do Ceará, Piauí e parte do Maranhão (Nordeste-Brasil). X= média. Min.=Mínimo. Máx.=Máximo.

Variáveis ambientais	A			B			C		
	Min.	Máx.	X	Min.	Máx.	X	Min.	Máx.	X
Salinidade	31,5	36	33,67 ± 1,41	31,7	35,4	33,33 ± 1,36	31,40	35	33,00 ± 1,32
O <sub>2</sub> (mg/L)	3,73	6,75	4,74 ± 0,95	4,09	6,8	4,84 ± 0,75	4,01	6,74	5,09 ± 0,84
Temperatura (°C)	26,8	28,6	27,86 ± 0,41	27,1	28,3	27,71 ± 0,37	27,20	28,1	27,8 ± 0,26
Condutividade	48,1	54,3	51,09 ± 1,94	48,4	53,5	50,67 ± 1,86	48,00	53,1	50,26 ± 1,82
pH	8,12	8,22	8,17 ± 0,03	8,08	8,25	8,17 ± 0,04	8,08	8,26	8,19 ± 0,45
Turbidez	2	30	9,28 ± 6,64	0	10	3,5 ± 4,45	0	10	3,22 ± 4,34

A comunidade de copépodes foi representada por 38 espécies, sendo 20 calanóides, 14 ciclopóides e 4 harpacticóides. A maioria das espécies (33) são de caráter cosmopolita, com ampla distribuição nos mares. Entretanto, foram encontradas espécies endêmicas do oceano Atlântico (*Calanopia americana*, *Labidocera nerii* e *Farranula gracilis*) e do Brasil (*Acartia lilljeborgii* e *Pseudodiaptomus acutus*).

Dentre as famílias da ordem Calanoida, destacaram-se Pontellidae e Paracalanidae, com seis e três espécies, respectivamente. Também foram encontrados representantes de outras famílias como Temoridae, com duas espécies. As demais famílias como Calanidae, Pseudodiaptomidae, Eucalanidae, Clausocalanidae, Scolecitrichidae, Lucicutiidae, Centropagidae, Acartiidae e Candaciidae tiveram uma espécie cada.

Pertencentes à ordem Cyclopoida, quatro famílias (Oncaeidae, Oithonidae, Sapphirinidae e Corycaeidae) foram identificadas. Corycaeidae e Oncaidae tiveram maior diversidade, respectivamente com seis e quatro espécies. Entretanto, as outras famílias tiveram duas espécies cada. Na ordem Harpactidoida, três famílias Ectinosomatidae ocorreram com duas espécies, enquanto Miraciidae e Euterpinidae com uma espécie cada.

A densidade média na plataforma continental foi de 1,28±12,71 ind./m<sup>3</sup>. O menor valor foi de 0,13 ind./m<sup>3</sup>, encontrado na estação B7, e o maior foi de 15,59 ind./m<sup>3</sup>,

encontrado na estação A4 (Figura 2) próximo aos Estuários dos Rios Timonha e Coreaú, próximo à divisa entre o litoral do Ceará e Piauí.

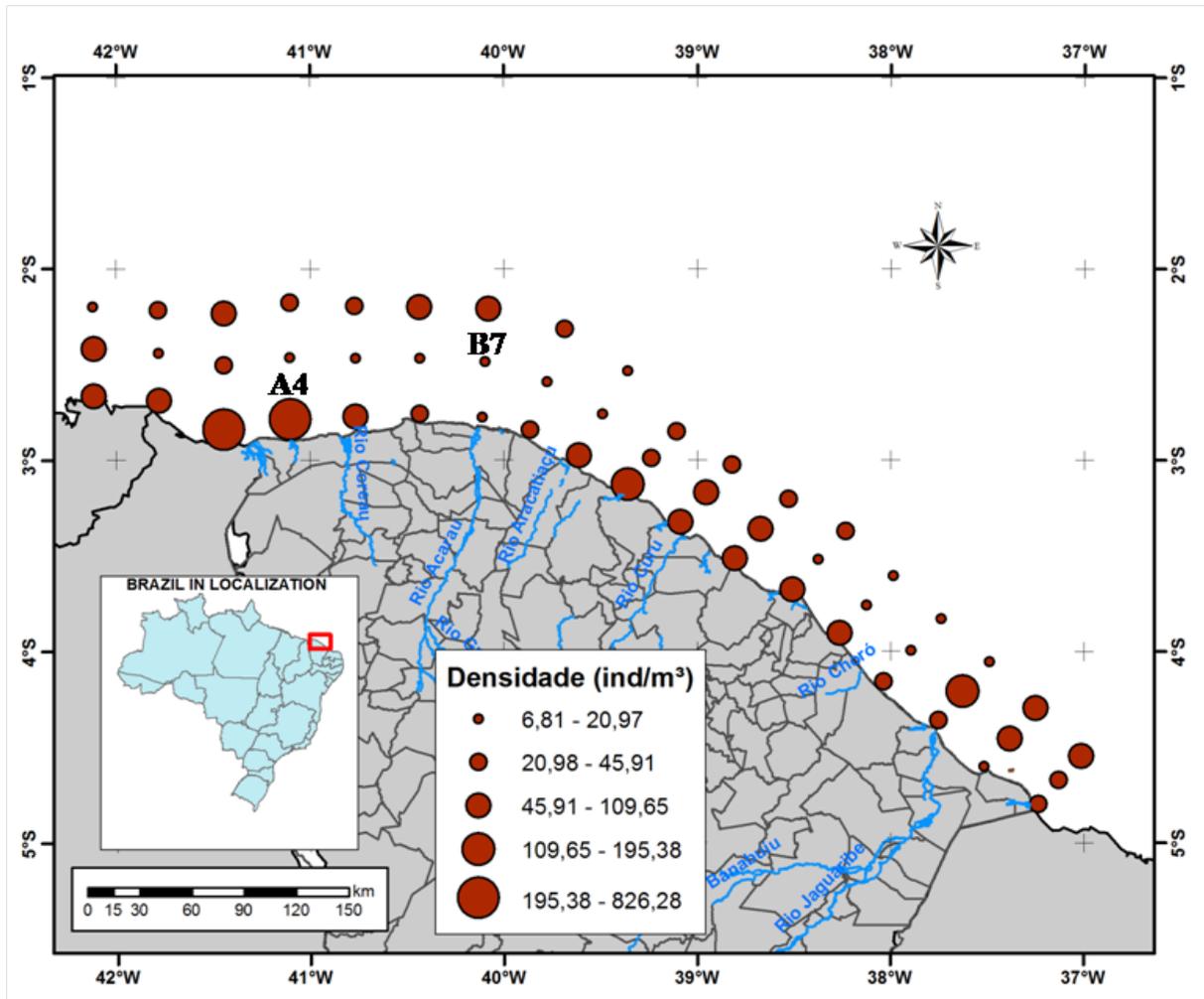


Figura 2: Densidade (ind./m<sup>3</sup>) de copépodes na plataforma continental da costa semiárida do Nordeste. As estações A4 e B7 possuem as maiores e menores densidades, respectivamente. Na figura observam-se também as principais bacias hidrográficas.

Dentre os organismos considerados muito frequentes destacaram-se *Paracalanus aculeatus* (adulto e copepodito juvenil) e *Corycaeus (Onychocorycaeus) giesbrechti*, sendo este último presente em 100% das amostras analisadas. Algumas espécies foram muito frequentes ou frequentes somente no perfil A, como *Acartia lilljeborgii* e *Euterpina acutifrons* e outras somente nos perfis B e C, como *Acrocalanus cf. longicornis*, *Temora stylifera*, *Oithona plumifera*, *Oncaea media*, *Corycaeus (Corycaeus) speciosus* e *Undinula vulgaris* (Tabela 2). As informações sobre o número e a porcentagem de espécies enquadradas nas categorias de frequência em cada perfil estão na Tabela 3. O percentual de espécies com classificação “muito frequente” foi maior no perfil C, enquanto o “frequente” foi maior no perfil B.

Tabela 2: Densidade total (ind./m<sup>3</sup>) e frequência de ocorrência (%) dos copépodes nos perfis (A, B e C) na Plataforma Continental da costa semiárida (Nordeste-Brasil). Muito frequente (\*\*\*\*), Frequente (\*\*\*), Pouco frequente (\*\*), Esporádica (\*) e Ausente (-).

	A		B		C	
	ind./m <sup>3</sup>	f	ind./m <sup>3</sup>	f	ind./m <sup>3</sup>	F
<b>Calanoida</b>						
<i>Acartia lilljeborgii</i>	15,28	***	0,00	-	0,00	-
<i>Acrocalanus cf. longicornis</i>	0,00	-	4,04	***	16,94	****
<i>Calanopia americana</i>	20,70	***	6,85	****	16,21	**
<i>Calanopia americana</i> (Copepodito juvenil)	15,35	****	8,54	****	1,01	**
<i>Calocalanus pavo</i>	0,00	-	0,12	**	16,68	****
<i>Candacia pachydactyla</i>	0,00	-	0,00	-	0,53	**
<i>Candacia pachydactyla</i> (Copepodito juvenil)	0,00	-	0,00	-	0,06	*
<i>Centropages velificatus</i>	18,16	****	1,93	***	2,37	**
<i>Centropages velificatus</i> (Copepodito juvenil)	10,10	****	1,27	**	0,13	**
<i>Clausocalanus furcatus</i>	0,99	**	133,70	****	200,14	****
<i>Labidocera acutifrons</i>	0,00	-	0,97	**	0,00	-
<i>Labidocera nerii</i>	0,82	**	0,75	**	0,47	**
<i>Labidocera nerii</i> (Copepodito juvenil)	0,33	**	0,61	**	0,00	-
<i>Labidocera spp.</i> (Copepodito juvenil)	4,13	***	11,43	***	4,22	****
<i>Lucicutia gaussae</i>	0,00	-	0,03	-	0,65	*
<i>Lucicutia gaussae</i> (Copepodito juvenil)	0,00	-	0,03	*	0,65	**
<i>Paracalanus aculeatus</i>	25,79	****	61,95	****	12,65	****
<i>Paracalanus aculeatus</i> (Copepodito juvenil)	560,12	****	194,99	****	69,30	****
<i>Pontellopsis brevis</i>	0,00	-	0,03	*	0,00	-
<i>Pontellopsis perspicax</i>	0,00	-	0,04	*	0,00	-
<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	1,37	**	0,00	-	0,00	-
<i>Pseudodiaptomus acutus</i> (Copepodito juvenil)	0,24	*	0,00	-	0,00	-
<i>Scolecithrix danae</i>	0,00	-	0,45	**	0,19	**
<i>Scolecithrix danae</i> (Copepodito juvenil)	0,00	-	0,00	-	0,15	*
<i>Subeucalanus pileatus</i>	0,90	**	0,98	**	2,34	****
<i>Subeucalanus pileatus</i> (Copepodito juvenil)	0,43	*	0,00	-	0,00	-
<i>Temora stylifera</i>	0,09	*	4,38	****	4,23	****
<i>Temora stylifera</i> (Copepodito juvenil)	0,00	-	1,51	**	0,00	-
<i>Temora turbinata</i>	999,35	****	7,00	****	1,72	**
<i>Temora turbinata</i> (Copepodito juvenil)	169,50	****	4,59	***	0,58	**
<i>Undinula vulgaris</i>	0,05	*	11,97	****	15,66	****
<i>Undinula vulgaris</i> (Copepodito juvenil)	0,58	**	40,23	****	80,62	****
<b>Cyclopoida</b>						
<i>Copilia mirabilis</i>	0,00	-	0,70	*	0,28	**
<i>Corycaeus (Corycaeus) speciosus</i>	0,00	-	2,66	***	8,54	****
<i>Corycaeus (Ditrichocorycaeus) amazonicus</i>	162,51	****	6,25	****	1,96	***
<i>Corycaeus (Onychocorycaeus) giesbrechti</i>	322,42	****	50,39	****	33,29	****
<i>Corycaeus (Onychocorycaeus) latus</i>	0,05	*	0,10	**	2,83	****
<i>Farranula gracilis</i>	0,18	**	10,61	***	133,14	****
<i>Farranula spp.</i>	4,34	***	7,64	****	13,39	****
<i>Oithona plumifera</i>	0,00	-	7,69	***	21,01	****
<i>Oithonas pp.</i>	11,81	***	0,69	***	0,54	**
<i>Oithonas pp.</i> (Copepodito juvenil)	0,00	-	0,59	**	0,91	**
<i>Oncaea media</i>	0,29	*	5,82	***	32,30	****
<i>Oncaea mediterranea</i>	0,00	-	0,00	-	0,13	*
<i>Oncaea spp.</i> (Copepodito juvenil)	0,00	-	0,00	-	0,05	*
<i>Oncaea venusta</i>	0,00	-	0,13	*	0,48	**
<i>Sapphirina nigromaculata</i>	0,00	-	0,00	-	0,07	*
<b>Harpacticoida</b>						
<i>Euterpina acutifrons</i>	22,41	****	0,33	**	0,00	-
<i>Macrosetella gracilis</i>	2,43	**	2,02	**	1,60	****
<i>Microsetella rósea</i>	0,00	-	0,08	*	0,03	*
<i>Miracia efferata</i>	0,00	-	0,00	-	0,14	**

Tabela 3: Frequência de ocorrência (%) e número de espécies (S) nos perfis A, B e C, dos copépodes na costa semiárida (NE, Brasil).

	A		B		C	
	%	S	%	S	%	S
Muito frequentes	19,6	10	11,8	6	29,4	15
Frequentes	9,8	5	17,6	9	7,8	4
Pouco frequentes	15,7	8	15,7	8	29,4	15
Esporádicas	11,8	28	11,8	6	15,7	8
Ausente	43,1	22	43,1	22	17,6	9

No diagrama de Venn, está simbolizada graficamente a ocorrência das espécies de copépodes nos diferentes perfis da área estudada (Figura 3). Ocorreu uma maior relação do perfil B com o C, do que com o perfil A. As espécies comuns entre os perfis B e C foram *Calocalanus pavo*, *Acrocalanus cf. longicornis*, *Scolecithrix danae*, *Lucicutia gausgae* (Copepodito juvenil), *Oithona plumifera*, *Oncaea venusta*, *Copilia mirabilis*, *Corycaeus (Corycaeus) speciosus* e *Microsetella rosea*. Já a interseção entre A e B foi *Labidocera nerii* (Copepodito juvenil) e *Euterpina acutifrons. Subeucalanus pileatus* (Copepodito juvenil), *Acartia lilljeborgii*, *Pseudodiaptomus acutus* (adulto e o copepodito juvenil) foram exclusivas do perfil A, enquanto *Temora stylifera* (Copepodito juvenil), *Labidocera acutifrons*, *Pontellopsis perspicax* e *Pontellopsis brevis* foram exclusivas do perfil B e *Scolecithrix danae* (Copepodito juvenil), *Candacia pachydactyla* (adulto e copepodito juvenil), *Lucicutia gausgae* e *Miracia efferata* exclusivas do perfil C.

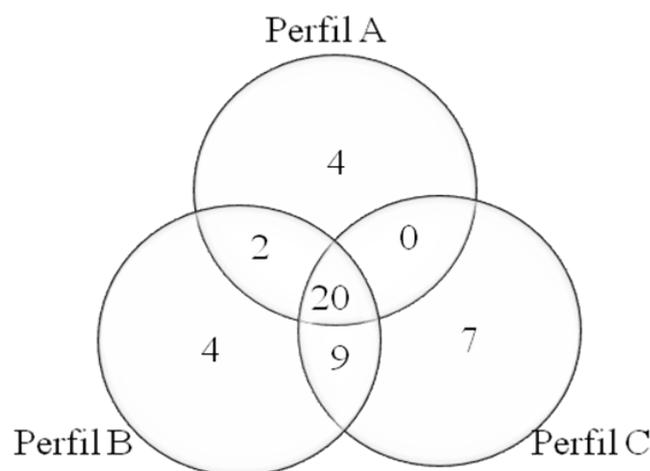


Figura 3: Diagrama de Venn das espécies de Copepoda, nos perfis A, B e C, da plataforma continental dos estados do Ceará, Piauí e parte do Maranhão (Nordeste-Brasil).

O perfil A apresentou maior densidade, seguido pelos perfis C e B. Os maiores valores para o número de espécies, para a riqueza de Margalef e para os índices de diversidade de Shannon-Weaver foram observados no perfil C, seguido pelos perfis B e A, respectivamente. Nos três perfis de coleta, equitabilidade de Pielou foi  $>0,50$ , indicando distribuição homogênea da comunidade na área estudada. A dominância não apresentou grandes variações, com maior valor no perfil A (Tabela 4).

Tabela 4: Número de espécies (S), número de indivíduos (N), riqueza de Margalef (d), equitabilidade de Pielou ( $J'$ ), índice de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) e densidade média da comunidade de copépode nos perfis A, B e C na plataforma continental da costa semiárida (Nordeste-Brasil).

	A	B	C
S	11,78±2,49	16,83±2,64	18,28±3,08
N (ind./m <sup>3</sup> )	14,41±6,50	9,30±4,69	12,01±3,92
D	4,37±1,39	7,72±2,12	7,18±1,35
$J'$	0,84±0,07	0,80±0,06	0,81±0,05
$H'$ (log <sub>e</sub> )	2,05±0,20	2,25±0,26	2,34±0,19
$\lambda'$	0,31±0,06	0,30±0,02	0,30±0,01
Densidade total (ind./m <sup>3</sup> )	2.371,02	595,24	699,14
Densidade média (ind./m <sup>3</sup> )	1,16 ± 14,28	1,02 ± 14,35	1,04 ± 14,43

A análises de cluster e MDS, da comunidade de copépode mostrou a tendência de formação de 3 grupos (Figura 4 e 5). O grupo I foi formado pelas estações da plataforma interna, e os grupos M e E, na sua maioria, pelas estações das plataformas média e externa. O grupo I foi subdividido em três subgrupos (I1, I2 e I3), pela análise.

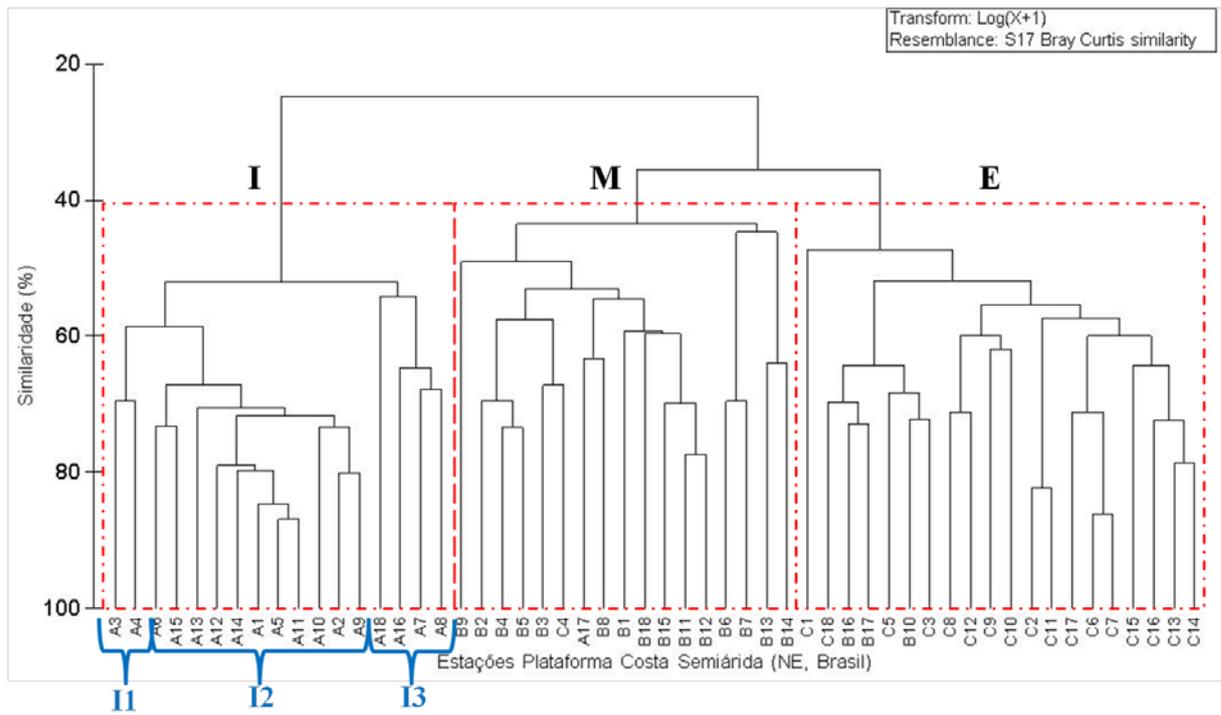


Figura 4: Análise de similaridade da comunidade de copépode na plataforma continental da costa semiárida (Nordeste-Brasil) evidenciando os grupos I - Interno (Subgrupos I1, I2 e I3), M - Médio e E - Externo.

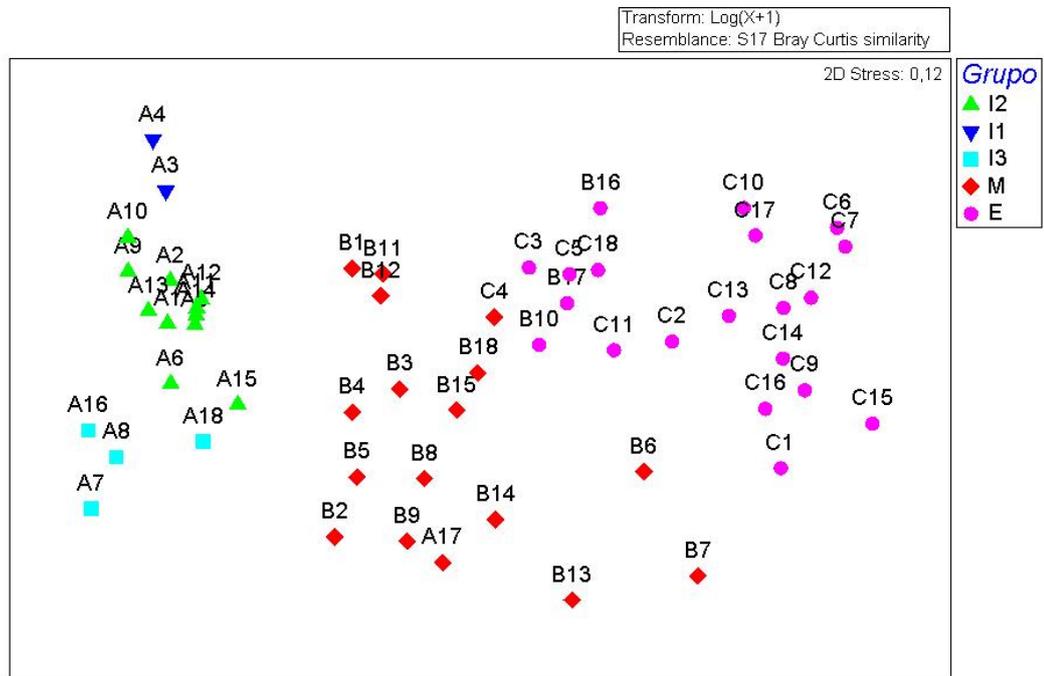


Figura 5: MDS da comunidade de copépode na plataforma continental da costa semiárida (Nordeste-Brasil) evidenciando os grupos I - Interno (Subgrupos I1, I2 e I3), M - Médio e E - Externo. Coeficiente de estresse (S) = 0,12.

A análise de Simper evidencia a contribuição das espécies para o agrupamento obtido pelas análises de cluster e MDS (Tabela 5). No Grupo I, as espécies que mais contribuíram foram *Corycaeus (Onychocorycaeus) giesbrechti* e *Temora turbinata*. No grupo M, *Paracalanus aculeatus* (Copepodito juvenil) e no grupo E, *Clausocalanus furcatus* e *Farranula gracilis*.

Tabela 5: Densidade média (ind./m<sup>3</sup>) e percentual de contribuição (%) calculado através da análise de similaridade (SIMPER) da comunidade de copépodes.

	Grupo I		Grupo M		Grupo E	
	Densidade (ind./m <sup>3</sup> )	Contribuição (%)	Densidade (ind./m <sup>3</sup> )	Contribuição (%)	Densidade (ind./m <sup>3</sup> )	Contribuição (%)
<i>Acrocalanus cf. longicornis</i>	-	-	-	-	0,61	6,01
<i>Calanopia americana</i>	-	-	0,2	2,53	-	-
<i>Calanopia americana</i> (Copepodito juvenil)	-	-	0,3	3,01	-	-
<i>Calocalanus pavo</i>	-	-	-	-	0,51	4,03
<i>Centropages velificatus</i>	0,62	4,41	-	-	-	-
<i>Clausocalanus furcatus</i>	-	-	0,22	2,11	2,27	21,74
<i>Corycaeus (Ditrichocorycaeus) amazonicus</i>	2,02	17,42	0,29	4,04	-	-
<i>Corycaeus (Onychocorycaeus) giesbrechti</i>	2,56	23,3	1,19	17,94	0,65	4,2
<i>Farranula gracilis</i>	-	-	-	-	1,67	17,06
<i>Oithona plumifera</i>	-	-	-	-	0,73	6,35
<i>Oncaea media</i>	-	-	-	-	0,65	3,95
<i>Paracalanus aculeatus</i>	0,67	3,06	0,9	12,47	0,62	3,53
<i>Paracalanus aculeatus</i> (Copepodito juvenil)	2,46	15,88	1,91	30,49	1,14	7,71
<i>Temora turbinata</i>	2,87	22,88	0,23	1,58	-	-
<i>Temora turbinata</i> (Copepodito juvenil)	1,09	3,73	-	-	-	-
<i>Undinula vulgaris</i>	-	-	0,26	2,59	0,56	3,9
<i>Undinula vulgaris</i> (Copepodito juvenil)	-	-	0,94	14,82	1,44	14,75

## 6. DISCUSSÃO

Na plataforma continental da costa semiárida (PCCS), a turbidez foi a única variável ambiental que apresentou alterações significativas. Esta possui elevados valores na plataforma interna, devido à resuspensão do material do fundo, causada pela interação entre o regime de ondas e a baixa profundidade da zona costeira (Medeiros *et al.*, 2007).

A distribuição temporal dos organismos zooplanctônicos é influenciada diretamente pelos processos físicos como misturas induzidas por ventos, advecção por marés e vórtices (Fernández *et al.*, 1993). O Vórtice de Macau (VM), com cerca de 150 km de raio (Marin, 2009), pode ter favorecido a intrusão e consequente mistura de águas oceânicas com as costeiras na plataforma no extremo leste do estado do Ceará. Neumann-Leitão *et al.* (2008) em estudo no limite da costa semiárida (Rio Grande do Norte) abordaram que a homogeneidade no padrão do zooplâncton do Atlântico Sul Tropical, pode decorrer das poucas e difusas barreiras biogeográficas .

As regiões costeiras são mais produtivas que as áreas oceânicas, devido principalmente ao aporte de nutrientes e matéria orgânica (Knoppers *et al.*, 2002). A drenagem de ambientes estuarinos e o escoamento superficial dos continentes podem modificar as características ambientais da plataforma (por exemplo, na circulação e concentração de nutrientes), assim influenciando na composição e distribuição da comunidade zooplanctônica (Albaina e Irigoien, 2004; Morgan, Robertis e Zabel, 2005).

Aspectos geomorfológicos e meteorológicos favorecem certo grau de intercâmbio da comunidade nerítica e oceânica do zooplâncton (Neumann-Leitão *et al.*, 2008). Na PCCS, a exportação de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica da terra para os oceanos dependerá fortemente do regime pluviométrico. Estuários com clima semiárido tendem a acumular sedimentos de origem fluvial que podem ser levados para o oceano durante um curto, mas intenso período de chuva (Lacerda *et al.*, 2013), como observado na área adjacente ao estuário do rio Jaguaribe, que sofreu influência da pluma estuarina (Dias, Castro e Lacerda, 2013).

A ordem Calanoida, representada por 20 espécies, apresenta grande importância em relação à densidade e biomassa no plâncton marinho (Melo-Júnior, 2009). Duas famílias de calanóides apresentaram destaque: Pontellidae e Paracalanidae. Os copépodes da família Paracalanidae possuem ampla distribuição geográfica, sendo frequentemente encontrados nas regiões tropicais e subtropicais (Bowman, 1971). Por serem espécies tolerantes e de ampla distribuição, este fato deve ter sido relevante para o número elevado de espécies destas famílias na plataforma continental estudada.

*Paracalanus* é um dos gêneros mais importante desta família na região nerítica brasileira (Lopes, Brandini e Gaeta, 1999) e *Paracalanus aculeatus* é a espécie mais comum, considerada como costeira e de plataforma (Bowman, 1971). Outras espécies desta família também tiveram destaque no presente estudo, como *Acrocalanus longicornis*, que é limitada às águas oceânicas de regiões tropicais e sub-tropical (Bradford-Grieve *et al.*, 1999) e *Calocalanus pavo*, encontrado em águas oceânicas tropicais quentes (Björnberg, 1981). As duas últimas espécies, ambas com origem oceânica, ocorreram somente na plataforma média e externa. Araujo (2006) na plataforma continental dos estados de Sergipe e Alagoas (NE, Brasil) encontrou essas mesmas espécies como representantes da família Paracalanidae. Pontellidae foi outra família de Calanoida que apresentou destaque, na qual suas espécies geralmente predominam ou se concentram na camada superficial da coluna d'água das regiões tropicais até latitudes temperadas quentes (Silas e Pillai, 1973).

A ordem Cyclopoida também foi representativa, com 14 espécies e quatro famílias (Oithonidae, Oncaeidae, Sapphirinidae e Corycaeidae). *Oithona plumifera* tem ampla distribuição em águas tropicais e subtropicais nos oceanos Atlânticos, Pacífico e Índico (Bradford-Grieve *et al.*, 1999; Dias e Araujo, 2006). A família Sapphirinidae é vastamente distribuída em águas oceânicas tropicais e subtropicais do mundo (Boltovskoy, 1981). Já família Oncaeidae é amplamente distribuída nos oceanos sendo representada por pequenas e abundantes espécies (Böttger-Schnack e Schnack, 2013). *Corycaeus (Ditrichocorycaeus) amazonicus* e *Corycaeus (Onychocorycaeus) giesbrechti*, foram bem distribuídas, sendo muito frequente em todos os perfis. Domingos-Nunes e Resgalla Jr (2012) também verificaram uma ampla distribuição de *C. (Onychocorycaeus) giesbrechti* na plataforma continental do sul do Brasil. *Corycaeus (Corycaeus) speciosus* apresentou distribuição apenas nos perfis B e C. Esta espécie é frequente e abundante em águas oceânicas com temperatura superior a 26°C; tipicamente de águas quentes da Corrente do Brasil (Boltovskoy, 1981), sendo um indicador típico de águas oceânicas quando em maior número (Björnberg, 1963).

Harpacticoida foi a ordem que apresentou menor número de espécies, representada por três famílias diferentes na PCCS. Da família Ectinosomatidae, foram identificadas as espécies *Macrosetella gracilis* e *Microsetella rosea*. *M. gracilis* está distribuída na zona tropical e subtropical geralmente limitada pelos nutrientes (Eberl e Carpenter, 2007). A família Euterpinidae e Miraciidae foram representadas pelas espécies *Euterpina acutifrons* e *Miracia efferata*, respectivamente. *M. efferata* ocorre em águas oceânicas, principalmente das correntes equatoriais (Björnberg, 1981).

As espécies endêmicas do Atlântico estiveram distribuídas nos três perfis, com predomínio na plataforma média e externa. *Farranula gracilis*, é a espécie mais abundante e frequente em águas tropicais oceânicas, apresentando abundância em águas quentes da plataforma e sendo rara em águas costeiras (Boltovskoy, 1981). *Calanopia americana* foi encontrada em todos os perfis, com maior frequência em A e B. Esta variação pode estar associada ao forte hábito de migração vertical com um padrão noturno ou crepuscular (Turner *et al.*, 1979). É uma espécie frequente e até mesmo numerosa em águas costeiras e de plataforma ao longo Brasil (Boltovskoy, 1981).

Já as espécies endêmicas do Brasil *Acartia lilljeborgii* e *Pseudodiaptomus acutus* foram encontradas somente na plataforma interna adjacente à costa. *A. lilljeborgii*, é uma espécie estuarina/costeira (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve *et al.*, 1999), que possui uma ampla distribuição geográfica, sendo encontrada em águas estuarinas, de alta salinidade e temperatura (Dias e Araujo, 2006). Sua presença em ambientes contaminados indica sua resistência, podendo assim ser considerado um bioindicador de poluição (Dias, 1999). Os copépodes do gênero *Pseudodiaptomus* são os únicos tipicamente estuarinos (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve *et al.*, 1999). A espécie *P. acutus* é muito comum em ambientes estuarinos do Brasil (Sankarankutty *et al.*, 1995; Silva *et al.*, 2003; Magalhães *et al.*, 2009; Marcolin *et al.*, 2010).

Diversos copepoditos juvenis da Ordem Calanoida (*Calanopia americana*, *Candacia pachydactyla*, *Centropages velificatus*, *Labidocera nerii*, *Labidocera spp.*, *Lucicutia gaussae*, *Paracalanus aculeatus*, *Pseudodiaptomus acutus*, *Scolecithrix danae*, *Subeucalanus pileatus*, *Temora stylifera*, *Temora turbinata* e *Undinula vulgaris*) e da Ordem Cyclopoida (*Oithona spp.* e *Oncaea spp.*) foram encontrados na PCCS. A presença frequente de copepoditos também foi observada por (Amaral, Ferreira e Loureiro, 2007) em um estudo realizado no Sudeste do Brasil, onde copepoditos de Paracalanidae foram encontrados com abundância em todas as suas estações de coleta. Melo-Júnior (2009) afirma que uma considerável parcela da biomassa e da produção secundária é sustentada por copepoditos de várias espécies.

*Temora turbinata* obteve valores expressivos nas estações próximas ao extremo oeste do Ceará. No Brasil, esta espécie vem sendo encontrada em vários estuários (Ara, 2002; Silva *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2004; Sterza e Fernandes, 2006). *T. turbinata* é costeira e oceânica (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve *et al.*, 1999) bastante difundida e tolerante a uma ampla variação de condições ambientais (Bradford, 1977). Reconhecida como espécie exótica à costa brasileira, *T. turbinata* foi introduzida provavelmente através da água de lastro (Silva

*et al.*, 2004). Um dado importante é o fato de haver uma maior frequência de *T. turbinata* nos perfis A e B e a maior frequência de *T. stylifera* nos perfis B e C. Neumann-Leitão (1994) sugeriu a hipótese que a espécie exótica está eliminando ou afastando em direção às regiões oceânicas, por competição, a espécie *T. stylifera*; antes bastante frequente em áreas costeiras e estuarinas do Brasil.

Os resultados forneceram uma visão sobre a distribuição dos copépodes em três perfis paralelos à costa semiárida (plataformas interna, média e externa), deixando evidente a hipótese de que existe diferença na estrutura da comunidade de copépodes, no sentido do litoral para a bacia oceânica. A composição do zooplâncton em regiões tropicais de plataforma é caracterizada por um gradiente persistente da costa para o alto mar (Sammarco e Crenshaw, 1984; Walter, 1989). Na plataforma continental da costa semiárida (PCCS), não foi possível observar este gradiente de forma bem definida, devido a ausência de coleta de dados oceânicos.

A PCCS corresponde a uma zona de transição já que áreas oceânicas apresentam maior riqueza de espécies comparada com a zona costeira. Pesquisas realizadas no Golfo de Nápoles (Itália - oeste do Mar Mediterrâneo) (Mazzocchi e D'alcalà, 1995), no mar territorial brasileiro (Nordeste - Oceano Atlântico) (Cavalcanti e Larrazábal, 2004), na costa noroeste da Austrália (Oceano Índico) (Mckinnon *et al.*, 2008), na Indonésia (Oceano Índico) (Cornils *et al.*, 2010) e no leste da África (Schnack-Schiel, Mizdalski e Cornils, 2010) apontam para este padrão. Estes estudos tiveram ênfase nas bacias oceânicas, diferentemente do presente estudo que apresentou malha amostral regular da zona costeira até o limite da plataforma. Possivelmente, a proximidade dos perfis B e C com as massas d'água oceânicas propiciem um incremento na riqueza de espécies comparativamente com a zona costeira.

Na PCCS, as características encontradas nos três perfis em relação à densidade total de copépodes (Perfil A > Perfis B e C) e a riqueza de espécies (Perfis B e C > Perfil A) apontam as influências continentais e oceânicas no zooplâncton. Uma mistura de espécies neríticas e oceânicas foi observada na plataforma média e externa, o que tornou difícil separar estas comunidades de modo homogêneo. Este padrão é corroborado pela análise de cluster que apresentou uma menor similaridade nos agrupamentos M e E, e maior similaridade no agrupamento da plataforma interna (I). O grupo I foi subdividido em outros três grupos (I1, I2 e I3). O I1 foi composto pelas estações com altos valores de densidade (A3 e A4), que se localizam adjacentes ao estuário da costa oeste do Ceará com maior volume de água (estuário do rio Timonha) (Lacerda *et al.*, 2008). O grupo I2 reúne as estações com média densidade e maior turbidez. A elevada turbidez pode representar alta densidade de fitoplâncton, decorrente

do aumento na concentração de nutrientes dissolvidos (Sousa *et al.*, 2009). Já o grupo I3 agrupou as estações com menores densidades. O stress da análise de MDS (0,12) também se encontrou em escala aceitável (Sturrock e Rocha, 2000) no contexto do número de estações, demonstrando haver a formação de grupos do zooplâncton ao largo da PCCS (NE, Brasil).

O diagrama de Venn também evidencia a diferença entre os perfis de coleta, mostrando um maior número de espécies comuns nos perfis B e C. A maior semelhança entre estes perfis está relacionada à localização das estações nas plataformas média e externa, que podem sofrer maior influência de águas oceânicas. Todas as espécies comuns aos dois perfis (*Calocalanus pavo*, *Acrocalanus cf. longicornis*, *Scolecithrix danae*, *Lucicutia gaussae* - copepodito juvenil, *Oithona plumifera*, *Oncaea venusta*, *Copilia mirabilis*, *Corycaeus (Corycaeus) speciosus* e *Microsetella rosea*) e exclusivas do perfil C (*Scolecithrix danae* - copepodito juvenil, *Candacia pachydactyla* - adulto e copepodito juvenil, *Lucicutia gaussae* e *Miracia efferata*) possuem distribuição oceânica (Bradford-Grieve *et al.*, 1999). Assim, os dados da composição taxonômica corroboram a hipótese de que existe diferença na estrutura da comunidade, considerando o distanciamento da costa semiárida.

Duas espécies foram comuns na área da plataforma interna e média (*Euterpina acutifrons* e *Labidocera nerii*). *E. acutifrons* é nerítica (Villate, 1997) e vive em ecossistemas com alta concentração de material particulado em suspensão (Sautour e Caste, 1993). Os dados ambientais coletados na expedição oceanográfica corroboram com estas características de alta turbidez citadas na literatura. Segundo (Björnberg, 1963), essa espécie habita desde a região costeira até o interior do estuário, tendo ampla distribuição geográfica.

As maiores densidades do perfil A estão próximas ao estuário do rio Coreaú (Costa Oeste do Ceará) e adjacentes ao estuário do rio Timonha, que apresenta a maior e melhor área conservada de manguezal do Ceará (Nascimento e Sassi, 2001). Apesar das altas densidades na plataforma interna da costa semiárida, a natureza oligotrófica da Corrente do Brasil e a carência significativa de drenagem de águas continentais resultam em um ambiente relativamente homogêneo (Dias *et al.*, 2010). Essa carência pode ser explicada pela vazão reduzida e irregular dos rios da costa semiárida e da grande quantidade de barragens encontradas nas bacias hidrográficas. Os dados históricos de vazão mostram uma redução na contribuição fluvial para as águas da plataforma continental, devido à intensificação da construção de barragens ao longo da bacia dos rios da região (Dias, Castro e Lacerda, 2013).

A comunidade planctônica é distribuída desigualmente (Berasategui *et al.*, 2006), onde muitas vezes estão estruturadas em assembleias (“patchily”) com uma estreita relação

com as características do ambiente marinho (Nybakken e Bertness, 2004). Nos perfis, os valores de equitabilidade demonstram boa distribuição dos organismos, apesar de algumas espécies apresentarem maiores densidades comparadas com as demais (*Paracalanus aculeatus* - Copepodito juvenil, *Corycaeus (Ditrichocorycaeus) amazonicus*, *Corycaeus (Onychocorycaeus) giesbrechti*, *Temora turbinata* e *Temora turbinata* - Copepodito juvenil).

O estudo de organismos planctônicos é realizado em um ambiente dinâmico, sendo por isso, inviável a comparação dos dados obtidos em estações delimitadas aleatoriamente. Deste modo, as estações demarcadas na PCCS, não devem ser analisadas individualmente. No momento de cada amostragem, por um corpo d'água possuir propriedades físicas, químicas e biológicas características, é mais adequado considerar análises que abrangem grandes domínios no ambiente marinho, como foi utilizado neste estudo, onde consideramos os perfis equidistantes da região costeira até a plataforma externa. Como também não é possível realizar amostragens simultaneamente, o estudo de uma grande área minimiza os erros amostrais, para que os padrões ecológicos sejam melhor compreendidos (Calazans, 2011).

Podemos inferir que a comunidade de copépodes encontrada na PCCS varia nos perfis, partindo do continente até a plataforma externa. Influências oceânicas foram observadas devido à presença, nos perfis B e C, de espécies notadamente conhecidas por habitar este ambiente. Para uma melhor compreensão desta relação é importante a execução de novos estudos abrangendo estações de coleta no domínio oceânico.

## 7. CONCLUSÕES

- A PCCS apresenta espécies típicas das regiões estuarinas/costeira, de plataforma e oceânica, caracterizando esta área como uma zona de transição. As espécies de copépodes se distribuíram como assembleias relativamente homogêneas, referentes à plataforma interna, média e externa.
- A distribuição de certas espécies de copépodes é considerada como bons indicadores de massas d'água podendo ser utilizada para caracterizar regiões. Como exemplo, o gênero *Pseudodiaptomus* indica águas estuarinas, as espécies *Undinula vulgaris*, ambiente de plataforma, e *Candacia pachydactyla* e *Lucicutia gaussae*, águas oceânicas.
- Os perfis A, B e C na PCCS tiveram diferenças na estrutura da comunidade de copépodes e as baixas densidades refletem a oligotrofia do ambiente. As regiões mais próximas da zona costeira apresentam maiores densidades e à medida que se distancia do litoral em direção ao talude continental, essa densidade diminui, entretanto o oposto ocorreu com a riqueza de espécies.
- No geral, ocorreu uma baixa influência do ambiente estuarino na PCCS, mensurada através das baixas densidades de espécies típicas. Este fato foi decorrente do período de estiagem e da maioria dos estuários serem de baixa vazão, atuando como importadores. A área do extremo oeste do Ceará (divisa com o Piauí) sofre uma forte influência dos sistemas estuarinos, possivelmente devido a esses sistemas apresentarem maior vazão e manguezais preservados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBAINA, A.; IRIGOIEN, X. Relationships between frontal structures and zooplankton communities along a cross-shelf transect in the Bay of Biscay (1995 to 2003). **Marine Ecology Progress Series**, v. 284, p. 65-75, 2004. Disponível em: < <http://www.int-res.com/abstracts/meps/v284/p65-75/> >.

AMARAL, T. S.; FERREIRA, M. M.; LOUREIRO, F. L. **Varição sazonal da comunidade Zooplantônica em um recife artificial marinho**. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL. Caxambu: Anais... . 8 2007.

ARA, K. Temporal variability and production of *Temora turbinata* (Copepoda: Calanoida) in the Cananéia Lagoon estuarine system, Sao Paulo, Brazil. **Scientia Marina**, v. 66, n. 4, p. 399-406, Dec 2002. ISSN 0214-8358.

ARAUJO, H. M. P. Distribution of paracalanidae species (Copepoda, Crustacea) in the continental shelf off Sergipe and Alagoas States, Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, p. 173-181, 2006. ISSN 1679-8759. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-87592006000300001&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592006000300001&nrm=iso) >.

BERASATEGUI, A. D. et al. Copepod assemblages in a highly complex hydrographic region. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 66, n. 3-4, p. 483-492, 2006. ISSN 0272-7714. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771405003240> >.

BJÖRNBERG, T. K. S. On the marine free-living copepods off Brazil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 13, p. 03-142, 1963. ISSN 0373-5524. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0373-55241963000100001&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-55241963000100001&nrm=iso) >.

BJÖRNBERG, T. S. K. Copepoda Mar del Plata. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y Metodos de Trabajo con el Zooplancton Marino**: INIDEP, 1981. p.587-679.

BOLTOVSKOY, D. **Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de com el zooplancton marino**. Mar del Plata: INIDEP, 1981. 936.

BONECKER, S. L. C. **Atlas de zooplâncton da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2006. 232.

BÖTTGER-SCHNACK, R.; SCHNACK, D. Definition of species groups of Oncaeidae (Copepoda: Cyclopoida) as basis for a worldwide identification key. **Journal of Natural History**, v. 47, n. 5-12, p. 265-288, 2013/03/01 2013. ISSN 0022-2933. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1080/00222933.2012.708453> >. Acesso em: 2014/01/07.

BOWMAN, T. E. **The Distribution of Calanoid Copepods Off the Southeastern United States between Cape Hatteras and Southern Florida.** Smithsonian Contributions to Zoology, (96): 1-58 1971.

BRADFORD-GRIEVE, J. M. et al. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **South Atlantic Zooplankton.** Leiden: Backhuys Publishers., v.2 1999. p.869-1098.

BRADFORD, J. M. Distribution of the pelagic copepod *Temora turbinata* in New Zealand coastal waters, and possible trans-tasman population continuity. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 11, n. 1, p. 131-144, 1977. ISSN 0028-8330 1175-8805.

BRANCOA, M. P. N. C. et al. Morfodinâmica das Praias Arenosas à Barlamar e à Sotamar do Promontório Ponta do Iguape – Estado do Ceará - Brasil. **Revista de Geologia**, v. 18, n. 2, 2005.

BRANDINI, F. P. et al. **Planctologia na plataforma continental do Brasil. Diagnose e revisão bibliográfica.** Rio de Janeiro: MMA-CIRM-FEMAR, 1997. 196.

CABRAL, A. L.; SASSI, R.; COSTA, C. F. OS Estuários do Nordeste do Brasil e o desenvolvimento sustentável: usos múltiplos e impactos. o estuário do rio Timbó como um estudo de caso. **Tropical Oceanography**, v. 33, n. 2, p. 191-202, 2005.

CALAZANS, D. K. **Estudos oceanográficos: do instrumental ao prático.** Pelotas: RS: Textos 2011. 461.

CAMPANER, A. F. Occurrence and distribution of copepods (Crustacea) in the epipelagial off southern Brazil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 33, p. 05-27, 1985. ISSN 0373-5524. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0373-55241985000100002&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-55241985000100002&nrm=iso) >.

CAVALCANTI, E. A. H.; LARRAZÁBAL, M. E. L. D. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica - REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 467-475, 2004. ISSN 0101-8175. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-81752004000300008&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81752004000300008&nrm=iso) >.

CORNILS, A. et al. Spatial and temporal distribution of mesozooplankton in the Gulf of Aqaba and the northern Red Sea in February/March 1999. **Journal of Plankton Research**, v. 27, n. 6, p. 505-518, June 1, 2005 2005. Disponível em: < <http://plankt.oxfordjournals.org/content/27/6/505.abstract> >.

CORNILS, A. et al. Mesozooplankton distribution in the Spermonde Archipelago (Indonesia, Sulawesi) with special reference to the Calanoida (Copepoda). **Deep Sea Research Part II:**

**Topical Studies in Oceanography**, v. 57, n. 24–26, p. 2076-2088, 2010. ISSN 0967-0645. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967064510002584> >.

DAGG, M. et al. Transformation of dissolved and particulate materials on continental shelves influenced by large rivers: plume processes. **Continental Shelf Research**, v. 24, n. 7–8, p. 833-858, 2004. ISSN 0278-4343. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278434304000329> >.

DIAS, C. D. O. et al. Vertical copepod assemblages (0-2300 m) off southern Brazil. **Zoological Studies**, v. 49, n. 2, p. 230-242, 2010.

DIAS, C. O. Morphological abnormalities of *Acartia lilljeborgi* (Copepoda, Crustacea) in the Espírito Santo Bay (E.S. Brazil). **Hydrobiologia**, v. 394, n. 0, p. 249-251, 1999/03/01 1999. ISSN 0018-8158. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1023/A%3A1003502624336> >.

DIAS, C. O.; ARAUJO, A. V. Copepoda. In: BONECKER, S. L. C. (Ed.). **Atlas do Zooplâncton da Região Central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, v.21, 2006 p.21-99.

DIAS, C. O.; BONECKER, S. L. C. The copepod assemblage (Copepoda: Crustacea) on the inner continental shelf adjacent to Camamu Bay, northeast Brazil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 26, p. 629-640, 2009. ISSN 1984-4670. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1984-46702009000400007&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-46702009000400007&nrm=iso) >.

DIAS, F. J. D. S. **Circulação e massas de água na plataforma continental leste do Ceará: modelagem numérica e observações**. 2011. 293 Tese (Doutorado em Oceanografia Física). Instituto Oceanográfico Universidade de São Paulo, São Paulo.

DIAS, F. J. S.; CASTRO, B. M.; LACERDA, L. D. Continental shelf water masses off the Jaguaribe River (4S), northeastern Brazil. **Continental Shelf Research**, v. 66, n. 0, p. 123-135, 2013. ISSN 0278-4343. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278434313002069> >.

DOMINGOS-NUNES, R.; RESGALLA JR, C. The zooplankton of Santa Catarina continental shelf in southern Brazil with emphasis on Copepoda and Cladocera and their relationship with physical coastal processes. **Latin american journal of aquatic research**, v. 40, p. 893-913, 2012. ISSN 0718-560X. Disponível em: < [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-560X2012000400007&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-560X2012000400007&nrm=iso) >.

EBERL, R.; CARPENTER, E. J. Association of the copepod *Macrosetella gracilis* with the cyanobacterium *Trichodesmium* spp. in the North Pacific Gyre. **Marine Ecology Progress Series**, v. 333, p. 205-212, March 12, 2007 2007. Disponível em: < <http://www.int-res.com/abstracts/meps/v333/p205-212/> >.

FERNÁNDEZ, E. et al. Plankton distribution across a slope current-induced front in the southern Bay of Biscay. **Journal of Plankton Research**, v. 15, n. 6, p. 619-641, January 1, 1993 1993. Disponível em: < <http://plankt.oxfordjournals.org/content/15/6/619.abstract> >.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. D. S. PRINCIPAIS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES SOBRE A REGIÃO NORDESTE DO BRASIL E A INFLUÊNCIA DOS OCEANOS PACÍFICO E ATLÂNTICO NO CLIMA DA REGIÃO. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, 2005.

GARCIA, T. M.; LIMA, J. P.; CASTRO FILHO, R. S. Mesozooplâncton da região costeira próxima ao Terminal Portuário do Pecém – Estado do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 40, n. 2, p. 19-25, 2007.

GISMERVIK, I. Top-down impact by copepods on ciliate numbers and persistence depends on copepod and ciliate species composition. **Journal of Plankton Research**, v. 28, n. 5, p. 499-507, May 1, 2006 2006. Disponível em: < <http://plankt.oxfordjournals.org/content/28/5/499.abstract> >.

IBGE. **Diagnóstico ambiental da bacia do rio Jaguaribe: diretrizes gerais para a ordenação territorial**. Salvador: IBGE, Diretoria de Geociências e 1ª Divisão de Geociências do Nordeste - DIGEO 1/NE.1, 1999. 77.

KIØRBOE, T. **A Mechanistic Approach to Plankton Ecology**. Princeton: NJ: Princeton University Press 2008. 209

KNOPPERS, B. et al. Zona Costeira e Plataforma continental do Brasil. In: (Ed.). **Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2002. p.353-361.

LACERDA, L. D. et al. Pluriannual watershed discharges of hg into a tropical semi-arid estuary of the Jaguaribe river, NE Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 24, p. 1719-1731, 2013. ISSN 0103-5053. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-50532013001100003&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-50532013001100003&nrm=iso) >.

LACERDA, L. D. et al. Estimating the importance of natural and anthropogenic sources on N and P emission to estuaries along the Ceará State Coast NE Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 141, n. 1-3, p. 149-164, 2008/06/01 2008. ISSN 0167-6369. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-007-9884-y> >.

LANA, P. C. et al. **O Bentos da Costa Brasileira: Avaliação Crítica e Levantamento Bibliográfico (1856-1996)**. Rio de Janeiro Femar, 1996. 432.

LOPES, R. M.; BRANDINI, F. P.; GAETA, S. A. Distribution patterns of epipelagic copepods off Rio de Janeiro (SE Brazil) in Summer 1991/1992 and winter 1992. **Hydrobiologia**, v. 411, p. 161-174, 1999.

MAGALHÃES, A. et al. Seasonal variation in the copepod community structure from a tropical Amazon estuary, Northern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 81, p. 187-197, 2009. ISSN 0001-3765. Disponível em: <  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-37652009000200005&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652009000200005&nrm=iso)>.

MARCELINO, A. M. T. **Caracterização dos Ecossistemas Costeiros dos Estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí**. Natal - RN: 1999. 70.

MARCOLIN, C. R. et al. Mesozooplankton and Ichthyoplankton composition in two tropical estuaries of Bahia, Brazil. **Check List**, v. 6, n. 2, p. 210-216, 2010.

MARIN, F. D. O. **A Subcorrente Norte do Brasil ao Largo da Costa do Nordeste**. 2009. 115 Mestrado Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.

MAZZOCCHI, M. G.; D'ALCALÀ, M. R. Recurrent patterns in zooplankton structure and succession in a variable coastal environment. **ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil**, v. 52, n. 3-4, p. 679-691, June 1, 1995 1995. Disponível em: <  
<http://icesjms.oxfordjournals.org/content/52/3-4/679.abstract>>.

MCKINNON, A. D. et al. Summer planktonic copepod communities of Australia's North West Cape (Indian Ocean) during the 1997-99 El Niño/La Niña. **Journal of Plankton Research**, v. 30, n. 7, p. 839-855, July 1, 2008 2008. Disponível em: <  
<http://plankt.oxfordjournals.org/content/30/7/839.abstract>>.

MCKINNON, A. D.; DUGGAN, S.; DE'ATH, G. Mesozooplankton dynamics in nearshore waters of the Great Barrier Reef. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 63, n. 4, p. 497-511, 2005. ISSN 0272-7714. Disponível em: <  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S027277140500003X>>.

MEDEIROS, P. R. P. et al. Aporte fluvial e dispersão de matéria particulada em suspensão na zona costeira do rio São Francisco (SE/AL). **Geochimica Brasiliensis**, v. 21, n. 2, p. 212 - 231, 2007.

MELO-JÚNIOR, M. **Produção secundária e aspectos reprodutivos de copépodes pelágicos ao largo de Ubatuba (SP, Brasil)**. 2009. 186 Doutorado Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MIYASHITA, L. K.; MELO JÚNIOR, M.; LOPES, R. M. Estuarine and oceanic influences on copepod abundance and production of a subtropical coastal area. **Journal of Plankton**

**Research**, v. 31, n. 8, p. 815-826, August 1, 2009 2009. Disponível em: < <http://plankt.oxfordjournals.org/content/31/8/815.abstract> >.

MORGAN, C. A.; ROBERTIS, A.; ZABEL, R. W. Columbia River plume fronts. I. Hydrography, zooplankton distribution, and community composition. **Marine Ecology Progress Series**, v. 299, p. 19-31, 2005. Disponível em: < <http://www.int-res.com/abstracts/meps/v299/p19-31/> >.

MORRIS, A. W. et al. The Estuary Plume Zone: Source or Sink for Land-derived Nutrient Discharges? **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 40, n. 4, p. 387-402, 1995. ISSN 0272-7714. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771485700273> >.

NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. et al. Zooplâncton nerítico e oceânico dos Estados de Alagoas e Pernambuco. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco** v. 21, p. 81-102, 1990.

NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. D. et al. Mesozooplâncton de área recifal do Atlântico Sudoeste Tropical. **Tropical Oceanography**, v. 38, n. 1, p. 47-59, 2010.

NASCIMENTO, M. S. V.; SASSI, R. Interferências humanas na área de influência direta do manguezal dos rios Timonha/Ubatuba, estado do Piauí, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 15, n. 2, p. 73-90, 2001.

NEUMANN-LEITÃO, S. **Impactos Antrópicos na Comunidade Zooplanctônica Estuarina do Porto de Suape, Pernambuco, Brasil**. 1994. (Doctor). Universidade de São Paulo

NEUMANN-LEITÃO, S. et al. Diversity and distribution of the mesozooplankton in the tropical Southwestern Atlantic. **Journal of Plankton Research**, v. 30, n. 7, p. 795-805, July 1, 2008 2008. Disponível em: < <http://plankt.oxfordjournals.org/content/30/7/795.abstract> >.

NYBAKKEN, J.; BERTNESS, M. D. **Marine Biology: An Ecological Approach**. Benjamin Cummings, 2004. 592.

OMORI, M.; IKEDA, T. **Methods in marine zooplankton ecology**. New York: J. Wiley & Sons, 1984. 332.

PIRES-VANIN, A. M. S. **Oceanografia de um Ecossistema Subtropical: Plataforma de São Sebastião, SP**. Editora: USP 2008. 462

PONTES, P. H. P. **Identificação e caracterização das massas d'água da plataforma continental do Maranhão, durante os períodos seco (novembro, 1997) e chuvoso (junho, 1999)**. 2007. 134 Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade federal do Pará, Belém.

RESSURREIÇÃO, M. G.; PASSAVANTE, J. Z. O.; MACÊDO, S. J. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil): Variação sazonal da biomassa fitoplanctonica (08°03'38" LAT. S; 34°42'28" à 34°52'00" LONG. W). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 24, p. 39-59, 1996.

RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. 6 ed. . São Paulo Ed. Roca, 1996. 1028.

SAMMARCO, P. W.; CRENSHAW, H. Plankton community dynamics of the central Great Barrier Reef Lagoon: Analysis of data from Ikeda et al. **Marine Biology**, v. 82, n. 2, p. 167-180, 1984/08/01 1984. ISSN 0025-3162. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/BF00394100> >.

SANKARANKUTTY, C. et al. Further observations on zooplankton of the Potengi estuary (Natal, Rio Grande do Norte, Brazil) with special reference to the larvae of Brachyura (Crustacea, Decapoda). **Revista Brasileira de Zoologia**, 1995.

SARTORI, L. P.; LOPES, R. M. Seasonal variability of pelagic copepod assemblages on the inner continental shelf off Paraná, Brazil. **Náuplius**, v. 8, p. 79-88, 2000.

SATAPOOMIN, S.; NIELSEN, T. G.; HANSEN, P. J. Andaman Sea copepods: spatio-temporal variations in biomass and production, and role in the pelagic food web. **Marine Ecology Progress Series**, v. 274, p. 99-122, June 24, 2004 2004. Disponível em: < <http://www.int-res.com/abstracts/meps/v274/p99-122/> >.

SAUTOUR, B.; CASTE, J. Feeding behaviour of the coastal copepod *Euterpina acutifrons* on small particles. **Cahiers de Biologie Marine**, v. 34, p. 239-251, 1993.

SCHMIEGELOW, J. M. M. **O Planeta Azul: Uma Introdução às Ciências Marinhas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004

SCHNACK-SCHIEL, S. B.; MIZDALSKI, E.; CORNILS, A. Copepod abundance and species composition in the Eastern subtropical/tropical Atlantic. **Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography**, v. 57, n. 24–26, p. 2064-2075, 2010. ISSN 0967-0645. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967064510002572> >.

SILAS, E. G.; PILLAI, P. P. THE CALANOID COPEPOD FAMILY PONTELLIDAE FROM THE INDIAN OCEAN. **Journal of the Marine Biological Association of India**, v. 15, n. 2, p. 771-858, 1973.

SILVA, A. P. et al. Mesozooplankton of an impacted bay in North Eastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 3, p. 485-493, 2004. ISSN 1516-8913. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-89132004000300020&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132004000300020&nrm=iso) >.

SILVA, T. A. et al. Diel and seasonal changes in the macrozooplankton community of a tropical estuary in Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 3, p. 439-446, 2003.

SILVEIRA, I. C. A. D. **Contribuição ao estudo da circulação na troposfera oceânica: região oeste do Oceano Atlântico Equatorial (Lat. Q2°N-11 oS; Long. 028°\_0400W)**. 1990. 185 Dissertação (Mestrado em Oceanografia). Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOUSA, E. B. et al. Variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da Ilha Canela (Bragança, Pará, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, p. 1084-1095, 2009. ISSN 0102-3306. Disponível em: <  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-33062009000400018&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062009000400018&nrm=iso)>.

STERZA, J. M.; FERNANDES, L. L. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil): Characterization during a three-year study. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, p. 95-105, 2006. ISSN 1679-8759. Disponível em: <  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-87592006000200001&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592006000200001&nrm=iso)>.

STURROCK, K.; ROCHA, J. A Multidimensional Scaling Stress Evaluation Table. **Field Methods**, v. 12, n. 1, p. 49-60, February 1, 2000 2000. Disponível em: <  
<http://fmx.sagepub.com/content/12/1/49.abstract>>.

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C. Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 11-23, 2005.

TORQUATO, J. R.; NOGUEIRA NETO, J. D. A. Historiografia da região de Dobramentos do médio Coreau. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 26, n. 3, p. 303-314, 1996.

TREGOUBOFF, G.; ROSE, M. **Manuel de Planctonologia Méditerranéenne**. Paris: C.N.R.S., 1957.

TURNER, J. T. et al. Summer Distribution of Pontellid Copepods in the Neuston of the Eastern Gulf of Mexico Continental Shelf. **Bulletin of Marine Science**, v. 29, n. 3, p. 287-297, 1979.

VILLATE, F. Tidal influences on zonation and occurrence of resident and temporary zooplankton in a shallow system (Estuary of Mundaka, Bay of Biscay). **Scientia Marina**, v. 61, n. 2, p. 173-188, 1997.

WALTER, C. T. Review of the New World Species of *Pseudodiaptomus* (Copepoda: Calanoida), with a Key to the Species. **Bulletin of Marine Science**, v. 45, n. 3, p. 590-628, 1989. Disponível em: <  
<http://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/1989/00000045/00000003/art00005>>.

XAVIER, T. D. M. B. S. et al. A ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL - ZCIT E SUAS RELAÇÕES COM A B CHUVA NO CEARÁ (1964-98). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 15, n. 1, p. 27-43, 2000.

## ANEXO

Anexo 1 - Lista taxonômica da subclasse Copepoda na plataforma continental dos estados do Ceará, Piauí e Maranhão (Nordeste-Brasil).

## Animalia

## Arthropoda

## Crustacea

## Copepoda

## Calanoida

## Paracalanidae (Giesbrecht, 1892)

*Acrocalanus longicornis* CF. (Giesbrecht, 1888)

*Calocalanus pavo* (Dana, 1848)

*Paracalanus aculeatus* (Giesbrecht, 1888)

## Calanidae (Dana, 1849)

*Undinula vulgaris* (Dana, 1849)

## Pseudodiaptomidae (Sars, 1902)

*Pseudodiaptomus acutus* (Dahl, 1894)

## Eucalanidae (Giesbrecht, 1893)

*Subeucalanus pileatus* (Giesbrecht, 1888)

## Clausocalanidae Giesbrecht, 1893

*Clausocalanus furcatus* (Brady, 1883)

## Scolecitrichidae (Giesbrecht, 1893)

*Scolecithrix danae* (Lubbock, 1856)

## Lucicutiidae (Sars, 1902)

*Lucicutia gaussae* (Grice, 1963)

## Centropagidae (Giesbrecht, 1893)

*Centropages velificatus* (Oliveira, 1947)

## Temoridae (Giesbrecht, 1893)

*Temora turbinata* (Dana, 1849)

*Temora stylifera* (Dana, 1849)

## Candaciidae (Giesbrecht, 1893)

*Candacia pachydactyla* (Dana, 1849)

## Pontellidae (Dana, 1852)

*Calanopia americana* (F. Dahl, 1894)

*Labidocera nerii* (Krøyer, 1849)

*Labidocera acutifrons* (Dana, 1849)

*Labidocera* spp

*Pontellopsis perspicax* (Dana, 1849)

*Pontellopsis brevis* (Giesbrecht, 1889)

Acartiidae (Sars, 1900)

*Acartia lilljeborgii* (Giesbrecht, 1889)

Copepodito Juvenil

Ordem Cyclopoida

Oithonidae (Dana, 1852)

*Oithona plumifera* (Baird, 1843)

*Oithona* spp.

Oncaeidae (Giesbrecht, 1893)

*Oncaea media* (Giesbrecht, 1891)

*Oncaea venusta* (Philippi, 1843)

*Oncaea mediterranea* (Claus, 1863)

*Oncaea* spp.

Sapphirinidae (Thorell, 1860)

*Sapphirina nigromaculata* (Claus, 1863)

*Copilia mirabilis* (Dana, 184)

Corycaeidae Dana, (1852)

*Farranula gracilis* (Dana, 1849)

*Farranula* spp.

*Corycaeus (Onychocorycaeus) giesbrechti* (F. Dahl, 1894)

*Corycaeus (Onychocorycaeus) latus* (Dana, 1849)

*Corycaeus (Corycaeus) speciosus* (Dana, 1849)

*Corycaeus (Ditrichocorycaeus) amazonicus* (F. Dahl, 1894)

Ordem Harpacticoida

Ectinosomatidae (Sars, 1903)

*Macrosetella gracilis* (Dana, 1847)

*Microsetella rósea* (Dana, 1849)

Miraciidae (Dana, 1846)

*Miracia efferata* (Dana, 1849)

Euterpinidae (Brian, 1921)

*Euterpina acutifrons* (Dana, 1849)

Nauplius de Copepoda