

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA AMBIENTAL

LILIAN ELISA DEMONER

**DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE DE EUPHAUSIACEA
(CRUSTACEA) NA BACIA DO ESPÍRITO SANTO E NA
PORÇÃO NORTE DA BACIA DE CAMPOS (BRASIL)**

ARACRUZ

2017

LILIAN ELISA DEMONER

**DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE DE EUPHAUSIACEA
(CRUSTACEA) NA BACIA DO ESPÍRITO SANTO E NA
PORÇÃO NORTE DA BACIA DE CAMPOS (BRASIL)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Loureiro Fernandes

ARACRUZ

2017

LILIAN ELISA DEMONER

**DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE DE EUPHAUSIACEA
(CRUSTACEA) NA BACIA DO ESPÍRITO SANTO E NA PORÇÃO
NORTE DA BACIA DE CAMPOS (BRASIL)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Fernando Loureiro Fernandes – Orientador
Universidade Federal do Espírito Santo/UFES

Prof. Dr. Jean-Christophe Joyeux – Membro Interno
Universidade Federal do Espírito Santo/UFES

Prof. Dr. Sérgio Luiz Costa Bonecker – Membro Externo
Universidade Federal do Rio Janeiro/UF RJ

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida durante o curso.

À Petrobrás pela concessão do material para análise.

À Universidade Federal do Espírito Santo e ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia Ambiental pelo ensino público e de qualidade.

Ao Prof. Luiz Fernando pela confiança, por disponibilizar tempo para conversas, sugestões e correções e por possibilitar que eu tenha trabalhado com esses organismos incríveis, os eufausiáceos.

Ao Prof. Jean-Christophe Joyeux pelo tempo disponibilizado e ajuda de fundamental importância para esse trabalho.

Aos amigos do Laboratório de Zooplâncton, André e Juliano, pelo apoio e ajuda desde antes desse projeto começar. Ao Pedro, pelo companheirismo.

À Bárbara Menezes, pelas bibliografias e por ser tão solícita.

Aos amigos que fizeram o processo se tornar mais leve. À Bethânia, pela amizade, por ouvir todas as lamúrias (que não foram poucas) e por todos os momentos de vinil e à Elisa que além de tudo confeccionou os mapas. Ao Eduardo, pelo apoio psicológico e acadêmico. Ao Luiz Baiano pelo suporte estatístico e a todos os amigos da Base Oceanográfica. À Mel e Renata pela amizade e apoio, mesmo que de longe. Ao Luciano Elia por sempre estar disposto a ajudar. Muito obrigada a todos pelo tempo disponibilizado, não há palavras para descrever.

Ao Pink Floyd e Led Zeppelin, pelo Meddle, Animals, IV, House of the Holy, entre outros, que me ajudaram a voltar para o eixo em muitos momentos.

Aos meus pais por todo suporte e carinho.

Ao meu bem, Rafael, pelo amor, companheirismo, paciência e apoio incondicional. Sem você tudo seria muito mais difícil.

À Deus, por sempre estar ao meu lado.

RESUMO

Os eufausiáceos fazem parte de um grupo taxonômico de grande importância para a cadeia alimentar marinha e se encontra entre os grupos zooplanctônicos numericamente importantes. Com o intuito de analisar a distribuição e abundância destes organismos nas quatro massas d'água (AT, ACAS, AIA e APAN) presentes na Bacia do Espírito Santo (BES) e porção norte da Bacia de Campos (PNBC), foram realizados dois cruzeiros oceanográficos, um no período seco de 2013 e outro no período chuvoso de 2014. Foi coletado um total de 80 amostras, por meio de arrastos horizontais em cada massa d'água, utilizando uma rede do tipo MOCNESS com abertura de malha de 200 μm e fluxômetro acoplado. Após cada arrasto os organismos foram fixados em formaldeído 4% tamponado com tetraborato de sódio. Foram identificados um total de 5.658 indivíduos adultos e 15.412 indivíduos em fase larval. Para os indivíduos adultos, as maiores abundâncias foram encontradas na AT, com valor máximo de 672,15 ind.100 m^{-3} no ponto A6, no período seco. A ACAS foi a massa d'água com maiores riquezas, sendo o valor máximo de 10 espécies observado no ponto C6, no período chuvoso. As espécies mais abundantes e frequentes na BES e PNBC foram *Euphausia americana* e *Stylocheiron carinatum*. A análise de agrupamento SIMPROF identificou seis grupos com comunidades distintas, sendo um deles formado por pontos amostrais da AT e outro por pontos da ACAS, mostrando assim, que as duas massas d'água com maiores densidades de eufausiáceos possuem, cada uma, uma comunidade própria. Em relação aos eufausiáceos em fase larval, *Euphausia* foi o gênero mais abundante e AT foi a massa d'água com maiores densidades, sendo o valor máximo encontrado no ponto A3, no período chuvoso, com 705,18 ind.100 m^{-3} . Não foram observadas alterações nas abundâncias de eufausiáceos entre os períodos seco e chuvoso, mostrando que as comunidades da BES e PNBC não respondem a pequenas variações de temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido

Palavras chave: zooplâncton; massa d'água; Atlântico Sul.

ABSTRACT

Euphausiids are part of a taxonomic group of great importance for the marine food chain and are among the numerically important zooplanktonic groups. In order to analyze their distribution and abundance in four water masses (TW, SACW, IAW and NADW) present in the Espírito Santo Basin (BES) and in the northern portion of the Campos Basin (PNBC), two oceanographic cruises were carried out, one in 2013 during the dry season and another in 2014 in the rainy season. A total of 80 samples were collected by horizontal hauls in each water mass, using a MOCNESS net system with a 200 μm mesh size of coupled with a flowmeter. After each haul, organisms were fixed in a 4% formaldehyde solution buffered with sodium tetraborate. A total of 5,658 adult individuals and 15,412 larval stage individuals were identified. For the adults, the highest abundances were found in the TW, with a maximum value of 672.15 ind.100 m^{-3} at station A6, in the dry season. The SACW was the water mass with a greater richness, being the maximum value of 10 species observed at station C6, in the rainy season. The most abundant and frequent species in the BES and PNBC were *Euphausia americana* and *Stylocheiron carinatum*. The SIMPROF cluster analysis identified six groups with distinct communities, which are formed mainly by sampling stations of the TW and of the SACW, thus showing that the two water masses with higher euphausiid densities have, each, a community of its own. *Euphausia* was the most abundant genus regarding to euphausiid larvae and the TW was the water mass with the highest densities, being the maximum value found at station A3 in the rainy season, with 705.18 ind.100 m^{-3} . No changes were observed in euphausiid abundances between the dry and rainy seasons, showing that the BES and PNBC communities do not respond to small temperature, salinity and dissolved oxygen variations.

Key words: zooplankton; water mass; South Atlantic.

LISTA DE TABELAS

Tabela I: Descrição dos pontos amostrais: ponto amostrado, massa d'água e profundidade.....	15
Tabela II: Temperaturas máximas, mínimas e médias nas quatro massas d'água analisadas na BES (transecto C) e PNBC (transecto A).....	19
Tabela III: Salinidades máximas, mínimas e médias nas quatro massas d'água analisadas na BES (transecto C) e PNBC (transecto A).....	19
Tabela IV: Abundância (em ind.100 m ⁻³) e frequência de ocorrência (FO) em porcentagem dos táxons encontrados na BES e PNBC, nos períodos seco de 2013 e chuvoso de 2014.....	21
Tabela V: Índices ecológicos nos pontos amostrais da BES e PNBC: Riqueza de espécies (S), Equitabilidade de Pielou (J'), Diversidade Alfa de Shannon (H') e Abundância (ind.100 m ⁻³).....	22
Tabela VI: Composição de táxons e suas contribuições (%) nos grupos formados pelo SIMPROF. Grupo E, formado predominantemente por pontos amostrais da ACAS; Grupo F, composto em sua grande maioria por pontos amostrais da AT.....	30
Tabela VII: Coeficiente de correlação de postos de Spearman. Em vermelho, os valores de correlação com $p < 0,05$. (T) temperatura (°C); (S) salinidade; (OD) oxigênio dissolvido; (H') diversidade de espécies; (Ab) abundância de eufausiáceos por ponto amostral (ind.100 m ⁻³); (Ea) <i>Euphausia americana</i> ; (Eh) <i>Euphausia hemigibba</i> ; (Et) <i>Euphausia tenera</i> ; (Nt) <i>Nematoscelis tenella</i> ; (Sa) <i>Stylocheiron abbreviatum</i> ; (Sc) <i>Stylocheiron carinatum</i> ; (Se) <i>Stylocheiron elongatum</i>	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de correntes de contorno oeste ao longo da margem continental do Brasil, de acordo com Stramma & England (1999). CB: Corrente do Brasil; CBN: Corrente Norte do Brasil; SNB: Sub-corrente Norte do Brasil; CCI: Corrente de Contorno Intermediária; CSE: Corrente Sul Equatorial; CCP: Corrente de Contorno Profunda. Fonte: Soutelino (2008).....	14
Figura 2: Bacia do Espírito Santo e porção norte da Bacia de Campos. Transectos A e C analisados no presente trabalho e as estações de coleta.....	15
Figura 3: Análise de componentes principais dos fatores ambientais T, S e OD analisados na BES e PNBC, nos períodos seco e chuvoso.....	20
Figura 4: Abundância em log (ind.100 m ⁻³ +1) de <i>E. americana</i> , nos períodos chuvoso e seco, na BES e PNBC.....	24
Figura 5: Abundância em log (ind.100 m ⁻³ +1) de <i>S. carinatum</i> , nas massas d'água analisadas na BES e PNBC, durante período seco de 2013 e chuvoso de 2014.....	25
Figura 6: Abundância em log (ind.100 m ⁻³ +1) e distribuição por massa d'água de <i>N. tenella</i> durante o período seco de 2013 e chuvoso de 2014, na BES e PNBC.....	26
Figura 7: Abundância em log (ind.100 m ⁻³ +1) de <i>S. abbreviatum</i> por massa d'água na BES e PNBC (período seco de 2013 e chuvoso de 2014).....	26
Figura 8: Abundância de <i>E. americana</i> (ind./100 ³) nos pontos amostrais da AT, na BES e PNBC, durante os períodos seco e chuvoso.....	27
Figura 9: Número de indivíduos presentes nos pontos amostrais da AT, na BES e PNBC, durante os períodos seco de 2013 e chuvoso de 2014.....	28

Figura 10: Análise de agrupamento para a abundância dos táxons de eufausiáceos entre os pontos de amostragem. Formação dos grupos pelo teste de similaridade SIMPROF.....	29
Figura 11: Análise de componentes principais dos fatores ambientais T, S e OD e da abundância das espécies de eufausiáceos com frequência de ocorrência maior que 15% na BES e PNBC, nos períodos seco e chuvoso. (Ea) <i>Euphausia americana</i> ; (Eh) <i>Euphausia hemigibba</i> ; (Et) <i>Euphausia tenera</i> ; (Nt) <i>Nematoscelis tenella</i> ; (Sa) <i>Stylocheiron abbreviatum</i> ; (Sc) <i>Stylocheiron carinatum</i> ; (Se) <i>Stylocheiron elongatum</i>	32
Figura 12: Composição de táxons e abundância em log (ind.100 m ⁻³ +1) por massa d'água nos dois transectos analisados na BES e PNBC, durante períodos seco (A) e chuvoso (B).....	33
Figura 13: Distribuição e abundância em log (ind.100 m ⁻³ +1) dos eufausiáceos na fase larval náuplio por transecto e massa d'água na BES e PNBC, nos períodos seco de 2013 e chuvoso de 2014.....	34
Figura 14: Distribuição e abundância e em log (ind.100 m ⁻³ +1) de eufausiáceos na fase larval calytopis por transecto e massa d'água, na BES e PNBC, durante o período seco de 2013 (A) e chuvoso de 2014 (B).....	35
Figura 15: Distribuição e abundância em log (ind.100 m ⁻³ +1) de furcília de Euphausiacea por transecto e massa d'água na BES e PNBC, durante os períodos seco de 2013 (A) e chuvoso de 2014 (B).....	36

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO.....	10
II. ÁREA DE ESTUDO.....	13
III. METODOLOGIA.....	14
COLETA DE DADOS.....	14
PROCESSAMENTO DE AMOSTRAS.....	16
ANÁLISE DE DADOS.....	17
IV. RESULTADOS.....	19
DADOS AMBIENTAIS.....	19
COMPOSIÇÃO, ABUNDÂNCIA E ÍNDICES ECOLÓGICOS – INDIVÍDUOS ADULTOS.....	20
DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES MAIS FREQUENTES - EUFAUSIÁCEOS ADULTOS.....	24
VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE DE EUFAUSIÁCEOS ADULTOS.....	27
VARIAÇÃO DA COMUNIDADE DE EUFAUSIÁCEOS ADULTOS EM RELAÇÃO AOS FATORES AMBIENTAIS.....	30
COMPOSIÇÃO DE TÁXONS – LARVAS.....	32
V. DISCUSSÃO.....	36
VI. CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
APÊNDICE.....	47

I. INTRODUÇÃO

Os organismos zooplanctônicos desempenham um papel de grande importância nos ecossistemas aquáticos. Sendo um importante grupo na teia alimentar, o zooplâncton atua na transferência de energia fotossintética, ligando os produtores (fitoplâncton) aos demais consumidores da cadeia alimentar (BONECKER et al., 2006).

Dentre os táxons da comunidade zooplanctônica, Euphausiacea é uma ordem composta por 86 espécies, distribuídas em 2 famílias e 11 gêneros (GIBBONS et al., 1999). Conhecidos também como krill, são crustáceos exclusivamente marinhos e planctônicos. Estes organismos se encontram distribuídos em águas neríticas e, principalmente, em águas oceânicas, em todos os mares do mundo, até 5.000 metros de profundidade (ANTEZANA; BRINTON, 1981; BRUSCA; BRUSCA, 2003). A maioria das espécies de eupausiáceos formam agregados e, onde estes ocorrem, proveem uma importante fonte de alimento (BRUSCA; BRUSCA, 2003). Esses organismos exercem tanto o controle *top-down* como o *bottom-up* nas redes alimentares marinhas (VERITY et al., 2002) por utilizar como um dos recursos alimentares produtores primários e por atuar como fonte de alimento para diversos predadores marinhos, como baleias, pinguins e peixes (LETESSIER et al., 2009).

Os eupausiáceos são organismos onívoros oportunistas, capazes de explorar uma ampla variedade de itens alimentares, como por exemplo, organismos fitoplanctônicos, zooplanctônicos e detritos (MAUCHLINE, 1967; PILLAR et al., 1992). Embora cada gênero apresente preferências alimentares, essa ordem possui comportamento adaptativo flexível, sendo capazes de selecionar a presa de acordo com a quantidade e qualidade de alimento disponível no ambiente, além de avaliar o grau de competição interespecífica na comunidade (MAUCHLINE, 1967; PILLAR et al., 1992; WERNER; BUCHHOLZ, 2013). O ritmo alimentar é de tamanha importância para esses crustáceos, que foi comprovado por vários pesquisadores a forte correlação entre a alimentação e o comportamento de migração vertical diária (ANDERSEN; NIVAL, 1991; GIBBONS, 1993; WERNER; BUCHHOLZ, 2013).

Os eufausiáceos são capazes de realizar grandes migrações verticais, podendo cruzar cerca de 400 metros por dia (ANTEZANA, 2009). Com isso, esse grupo desempenha um importante papel no transporte de carbono das camadas superiores para o fundo oceânico (LETESSIER et al., 2009). O padrão típico de migração ocorre com a ascensão do organismo durante o anoitecer e descida durante o amanhecer (ANDERSEN; SARDOU, 1992; ANTEZANA, 2009). A migração vertical diária pode ser afetada por uma série de fatores como luminosidade, disponibilidade de alimento, concentração de oxigênio dissolvido, sexo do organismo, idade, entre outros (ANDERSEN; NIVAL, 1991).

Os eufausiáceos em estágio inicial de desenvolvimento, como *calyptopis*, ainda não possuem capacidade de migração, a qual aumenta com a idade do organismo, podendo, assim, mover-se por distâncias cada vez maiores (PILLAR et al., 1992). Espécies dos gêneros *Thysanopoda* e *Euphausia* são capazes de realizar grandes migrações verticais, *Nematoscelis* e *Nematobranchion* são migradores moderados e *Stylocheiron* são, em geral, não migradores epipelágicos (BARANGE, 1990; KINSEY; HOPKINS, 1994). A diferente capacidade de migração das espécies tem como consequência a compartimentação vertical de habitat entre os eufausiáceos, tendo diferentes espécies ocupando diferentes estratos da coluna d'água (BARANGE, 1990; WERNER; BUCHHOLZ; 2013).

As massas d'água presentes em determinada região oceânica, assim como suas características físico-químicas e seus movimentos, influenciam diretamente na distribuição temporal e espacial do plâncton e em sua produtividade (VALENTIN et al., 2006). Embora poucas espécies de Euphausiacea apresentem um padrão de distribuição muito específico, esses organismos são frequentemente associados a uma massa d'água ou a um ambiente em particular como, por exemplo, no Atlântico Sul *Nyctiphanes capensis* é restrito à zona nerítica, *Euphausia hanseni* ocorre na costa leste em águas de plataforma, além de espécies como *Euphausia americana* e *Euphausia krohni* que possuem distribuição equatorial (GIBBONS et al., 1999).

Na costa sudeste brasileira, alguns grupos zooplanctônicos são relativamente bem estudados, no entanto, a fauna de grandes profundidades continua desconhecida para muitas regiões (LOPES, 2007; DIAS et al., 2010). Bonecker et al. (2014) descreveram a riqueza de espécies, distribuição e composição do mesozooplâncton, incluindo a comunidade de eufausiáceos, da Bacia de Campos (RJ) em cinco massas d'água, desde a superfície até 2.300 metros de profundidade. Eles observaram que a riqueza de espécies de eufausiáceos diminui com o aumento da profundidade, obtendo os maiores valores na Água Central do Atlântico Sul. A conclusão do estudo foi que a riqueza de espécies no Oceano Atlântico Sudoeste é subestimada. Além disso, Freire (1991) estudou a comunidade de eufausiáceos presente entre Cabo Frio (RJ) e o Parcel de Abrolhos (BA), da superfície até 200 metros de profundidade. Nessa área foram encontradas altas abundâncias de *Euphausia americana*, *Stylocheiron carinatum* e eufausiáceos em fase larval. Além disso, foi comprovada a relação entre a distribuição da comunidade de eufausiáceos e as variáveis ambientais, como temperatura e concentração de oxigênio dissolvido.

No entanto, a porção norte da Bacia de Campos e a Bacia do Espírito Santo possuem poucos estudos sobre a comunidade de eufausiáceos em águas costeiras e profundas (FREIRE, 1991; BONECKER et al., 2014). Dessa forma, é de grande relevância conhecer a diversidade e distribuição desses organismos nessa fração importante do Atlântico Sul, especialmente por estar situada em uma área de exploração de petróleo e gás.

Diante dessas informações, o presente trabalho tem como objetivo analisar espacial e sazonalmente a distribuição e abundância das espécies de eufausiáceos em diferentes massas d'água presentes na Bacia do Espírito Santo e na porção norte da Bacia de Campos.

Este trabalho se baseou na hipótese de que os eufausiáceos da Bacia do Espírito Santo e porção norte da Bacia de Campos apresentam uma composição de espécies própria para cada massa d'água, maiores abundâncias na Água Tropical, assim como, maiores abundâncias durante o período chuvoso.

As informações geradas a partir desse estudo enriquecem o conhecimento sobre os organismos zooplanctônicos do sudeste brasileiro, além de fornecer subsídios para o gerenciamento costeiro e oceânico.

II. ÁREA DE ESTUDO

A Bacia de Campos está compreendida entre o Arco de Cabo Frio, ao sul, e o Arco de Vitória, ao norte, onde faz limite com a Bacia do Espírito Santo, que se estende até o sul da Bahia (MILANI et al., 2000).

Essa região é constituída pelas massas d'água características do Atlântico Sul, sendo essas, a partir da superfície: Água Tropical (AT – 0 a 150m), Água Central do Atlântico Sul (ACAS – 150 a 500m), Água Intermediária Antártica (AIA – 500 a 1000m) e Água Profunda do Atlântico Norte (APAN – 1300 a 3200m) (Fig. 1) (SILVEIRA, 2007).

A região é dominada pelas águas tropicais da Corrente do Brasil, que transporta superficialmente AT e ACAS para o sul nesta latitude, com elevada temperatura e salinidade (CASTRO; MIRANDA, 1998). A Corrente do Brasil tem seu movimento alterado devido a irregularidades nas feições topográficas da plataforma continental, gerando meandros, vórtices e ressurgência, colaborando para o aumento da produção planctônica nessa região oligotrófica (VALENTIN et al., 2006). Entre esses, encontra-se o vórtice de Vitória, um fenômeno semi-permanente (FRAGOSO, 2004), que ao se mover adjacente à plataforma continental, induz a subida da ACAS, rica em nutrientes (GAETA et al., 1999).

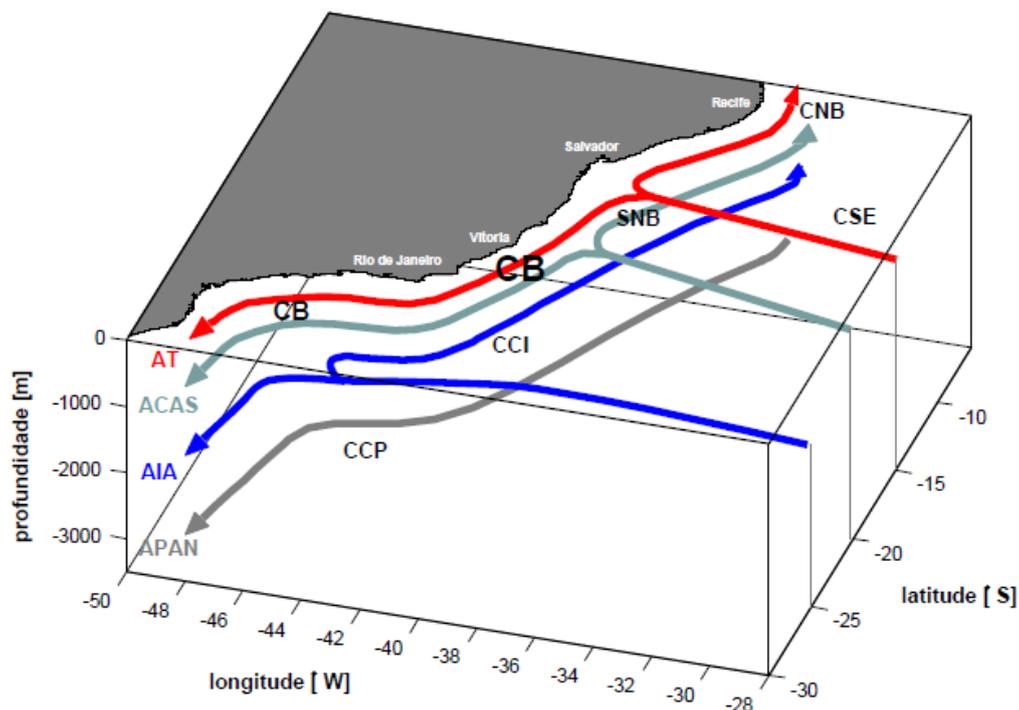


Figura 1: Sistema de correntes de contorno oeste ao longo da margem continental do Brasil, de acordo com Stramma & England (1999). CB: Corrente do Brasil; CBN: Corrente Norte do Brasil; SNB: Sub-corrente Norte do Brasil; CCI: Corrente de Contorno Intermediária; CSE: Corrente Sul Equatorial; CCP: Corrente de Contorno Profunda. Fonte: Soutelino (2008).

III. METODOLOGIA

COLETA DOS DADOS

As amostragens de zooplâncton foram realizadas no período seco de 2013 (julho, agosto e setembro) e no período chuvoso de 2014 (março e abril). Em cada período do ano foi analisado um transecto na Bacia do Espírito Santo (BES) (transecto C) e outro transecto na porção norte da Bacia de Campos (PNBC) (transecto A) (Fig. 2), sendo cada transecto composto por oito estações de coleta. O número de amostras em cada estação de coleta variou de acordo com a profundidade do local, totalizando 20 amostras/transecto (Tabela I).

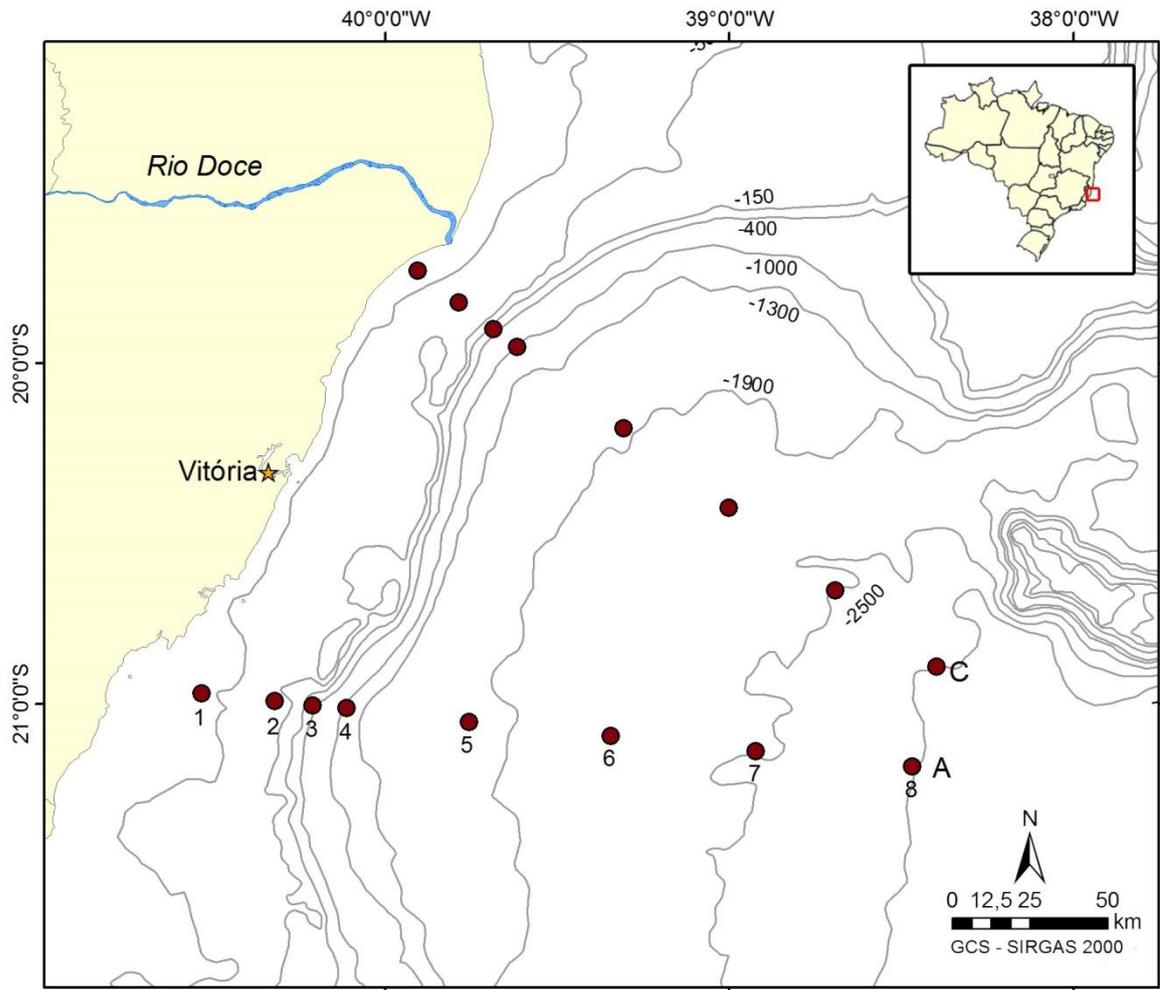


Figura 2: Baía do Espírito Santo e porção norte da Baía de Campos. Transectos A e C analisados no presente trabalho e as estações de coleta.

Tabela I: Descrição dos pontos amostrais: ponto amostrado, massa d'água e profundidade.

Pontos amostrados		A1/C1	A2/C2	A3/C3	A4/C4	A5/C5	A6/C6	A7/C7	A8/C8
	AT - 5	X	X	X	X	X	X	X	X
Massa d'água e profundidade de coleta (m)	ACAS - 250				X	X	X	X	X
	AIA - 800				X	X	X	X	X
	APAN -2300							X	X

Foram realizados arrastos horizontais em cada massa d'água (AT-5m, ACAS-250m, AIA-800m e APAN-2.300m) utilizando um sistema com redes de abertura e fechamento múltiplo (MOCNESS) dotada de fluxômetro, com abertura de malha de 200µm. Os arrastos ocorreram entre 18h e 06h. A duração dos arrastos em cada massa d'água foi de 5 minutos na AT, 10 minutos na ACAS e 20 minutos na AIA e APAN. As amostras foram fixadas em formaldeído 4% tamponado com tetraborato de sódio.

A amostragem das variáveis ambientais temperatura (T), salinidade (S) e oxigênio dissolvido (OD) foi realizada através de perfilagens de CTD em todas as estações de coleta.

PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

As amostras com altas densidades de eufausiáceos foram divididas em subamostras utilizando o partidor Folsom Plankton Sample Splitter (Hydro-Bios®) até obtenção de no mínimo 100 indivíduos (LETESSIER et al., 2011b). As subamostras obtidas foram analisadas em microscópio estereoscópico (Nikon SMZ800) e triadas utilizando câmaras de Bogorov. Após triagem dos eufausiáceos, os adultos foram identificados no menor nível taxonômico possível e as larvas (nos estágios larvais de calytopis e furcilia) até gênero, utilizando bibliografia especializada (ANTEZANA; BRINTON, 1981; BRINTON, 1975; BRINTON et al., 2000; CASANOVA-SOULIER, 1968; CASANOVA, 1972; GIBBONS et al., 1999; GOPALAKRISHNAN, 1975; LEBOUR, 1926; ROS PEREZ; LOZANO SOLDEVILLA, 1986). Quando necessário foi utilizado microscópio óptico (Nikon Eclipse 50i). A nomenclatura dos táxons foi checada junto ao banco de dados internacional ITIS (“Integrated Taxonomic Information System”).

Os pontos amostrais foram analisados utilizando o seguinte padrão: transecto A (porção norte da Bacia de Campos) e transecto C (Bacia do Espírito Santo), seguido por estação amostral (de 1 a 8) e massa d'água de origem (AT, ACAS, AIA e APAN).

Foram analisados os índices ecológicos Diversidade Alfa de Shannon (H'), Equitabilidade de Pielou (J') e riqueza (S) de espécies, utilizando-se do número total de eufausiáceos em cada táxon entre as estações amostrais.

A diversidade de espécies foi considerada alta quando os valores estiveram acima de $3,0 \text{ bits.ind}^{-1}$, média entre $3,0$ e $2,0$, baixa entre $2,0$ e $1,0$ e muito baixa com valores inferiores a $1,0 \text{ bits.ind}^{-1}$ (CAVALCANTI; LARRAZÁBAL, 2004).

A frequência de ocorrência (FO) foi obtida através da expressão: $FO = n.(100/N)$, onde: (n) número de amostras contendo o táxon e (N) número total de amostras analisadas no trabalho. Em relação a FO, os táxons foram classificados como muito frequente ($FO > 70\%$), frequente (FO entre 70 e 30%), pouco frequente (FO entre 30 e 10%) e esporádico ($FO < 10\%$) (CAVALCANTI; LARRAZÁBAL, 2004).

ANÁLISE DOS DADOS

A abundância de eufausiáceos foi obtida através do volume de água filtrada em cada arrasto e expressa em indivíduos por 100 metros cúbicos de água filtrada ($\text{ind.}100 \text{ m}^{-3}$). Os dados de abundância de todos os táxons foram transformados em $\log(x+1)$, a fim de normalizar os dados.

O teste não paramétrico Kruskal-Wallis foi utilizado para avaliar se houve diferença entre os índices ecológicos (S , J' e H') e a abundância de eufausiáceos adultos nos períodos seco de 2013 e chuvoso de 2014, entre os pontos amostrais na Bacia do Espírito Santo e porção norte da Bacia de Campos e ainda entre as regiões de plataforma continental e talude oceânico.

A análise do perfil de similaridade (SIMPROF) foi utilizada para agrupar os pontos amostrais estatisticamente similares em relação à sua composição de táxons. Para essa análise foi utilizada uma matriz de similaridade de Bray-Curtis (Group Average). Com o propósito de verificar se houve diferença estatística entre os agrupamentos formados pelo SIMPROF, foi realizado o teste de permutação ANOSIM (*one way*). Por fim, para inferir a contribuição de

cada táxon dentro e entre os agrupamentos criados pelo SIMPROF foi realizado o procedimento de porcentagem de similaridade (SIMPER) (CLARKE; WARWICK, 2001).

A relação entre os dados ambientais de temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido e a comunidade de eufausiáceos adultos foi analisada através do teste RELATE, com o intuito de verificar se os dados ambientais estão relacionados com a distribuição da comunidade de eufausiáceos. Posteriormente, o teste BEST, através do método BIOENV, foi utilizado para avaliar qual a melhor combinação de variáveis ambientais que explica os padrões de distribuição da comunidade de eufausiáceos adultos na BES e PNBC (CLARKE; WARWICK, 2001). Além disso, foi aplicada a Análise de Correlação de Spearman, a fim de analisar as correlações entre os fatores abióticos (temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido) e os fatores bióticos (diversidade de espécies, abundância total de eufausiáceos adultos por ponto amostral e abundância das espécies com frequência de ocorrência maior que 15%) (HAMMER et al., 2001).

Foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) a partir das variáveis ambientais e outra dos dados de T, S e OD e das abundâncias das espécies de eufausiáceos com frequência de ocorrência maior que 15% (CLARKE; WARWICK, 2001).

Para avaliar se houve diferença estatística entre a abundância de eufausiáceos em fase larval nas diferentes massas d'água foi aplicada a análise de variância simples (*One way ANOVA*) e quando a hipótese H_0 não foi aceita, realizou-se o teste *a posteriori* de Fisher (LSD).

As análises foram realizadas através dos programas estatísticos: Past 2.17c, Primer 6.0 e Statistica 10.

IV. RESULTADOS

DADOS AMBIENTAIS

Nas estações amostrais analisadas na BES e PNBC, devido a presença de diferentes massas d'água, a temperatura variou de 2,6°C a 24,6°C no período seco e de 2,8°C a 28,2°C no período chuvoso (Tabela II). A salinidade oscilou entre 34,3 a 37,4 no período seco e 34,3 a 37,8 no período chuvoso (Tabela III).

Tabela II: Temperaturas máximas, mínimas e médias nas quatro massas d'água analisadas na BES (transecto C) e PNBC (transecto A).

Transecto	Massa d'água	Período Seco			Período Chuvoso		
		Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média
A	AT	24,1	22,4	23,9	28,2	23,3	27,7
	ACAS	16	12,8	15,4	15,8	14,6	15,6
	AIA	5	4,7	4,7	5,1	4,5	4,8
	APAN	3	3	3	3,1	3	3,1
C	AT	24,6	22,8	24,2	28,2	22,1	27,5
	ACAS	16,3	14,1	15,6	16,3	13,8	16
	AIA	6,2	4,9	4,9	4,8	4,7	4,7
	APAN	3	2,6	2,8	3,1	2,8	2,9

Tabela III: Salinidades máximas, mínimas e médias nas quatro massas d'água analisadas na BES (transecto C) e PNBC (transecto A).

Transecto	Massa d'água	Período Seco			Período Chuvoso		
		Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média
A	AT	37,3	36,1	36,7	37,4	36,6	37,0
	ACAS	35,7	35,2	35,4	35,6	35,4	35,5
	AIA	34,4	34,3	34,4	34,4	34,4	34,4
	APAN	34,9	34,9	34,9	34,9	34,9	34,9
C	AT	37,4	36,8	37,1	37,4	36,3	36,8
	ACAS	35,7	35,4	35,5	35,7	35,3	35,5
	AIA	34,4	34,4	34,4	34,4	34,4	34,4
	APAN	34,9	34,9	34,9	34,9	34,9	34,9

No período chuvoso foram registradas 15 espécies, enquanto no período seco foram 21 espécies e 2 gêneros (Apêndices 1 e 2).

Em relação à frequência de ocorrência (FO), a comunidade de eufausiáceos adultos da BES e PNBC foi composta predominantemente por táxons esporádicos (14 táxons). *Euphausia americana* e *Stylocheiron carinatum* foram as únicas espécies classificadas como frequente, com FO de 55% e 33,75%, respectivamente (Tabela IV).

Tabela IV: Abundância total (em ind.100 m⁻³) e frequência de ocorrência (FO) em porcentagem dos táxons encontrados na BES e PNBC, nos períodos seco de 2013 e chuvoso de 2014.

	Abundância	FO (%)
<i>Euphausia americana</i>	1480,48	55
<i>Euphausia brevis</i>	11,43	5
<i>Euphausia gibboides</i>	7,73	11,25
<i>Euphausia hemigibba</i>	13,87	15
<i>Euphausia tenera</i>	38,12	16,25
<i>Nematoscelis atlantica</i>	4,13	11,25
<i>Nematoscelis gracilis</i>	1,00	5
<i>Nematoscelis microps</i>	2,67	6,25
<i>Nematoscelis tenella</i>	20,25	28,75
<i>Nematoscelis</i> spp.	0,17	1,25
<i>Stylocheiron abbreviatum</i>	26,06	25
<i>Stylocheiron carinatum</i>	129,51	33,75
<i>Stylocheiron elongatum</i>	8,67	16,25
<i>Stylocheiron suhmii</i>	13,29	3,75
<i>Stylocheiron</i> spp.	4,54	5
<i>Nematobranchion boopis</i>	0,44	3,75
<i>Nematobranchion flexipes</i>	0,58	2,5
<i>Nematobranchion sexspinosus</i>	0,64	3,75
<i>Thysanopoda aequalis</i>	1,58	3,75
<i>Thysanopoda cristada</i>	0,19	1,25
<i>Thysanopoda obtusifrons</i>	1,34	5
<i>Thysanoessa gregaria</i>	0,10	1,25
<i>Thysanoessa parva</i>	2,96	1,25

Na ACAS foram encontrados os maiores índices de diversidade, sendo o ponto C5, no período chuvoso, o de maior valor com 2,8 bits.ind⁻¹. Outros 12 pontos amostrais apresentaram diversidade moderada, com H' variando entre 2,0 a 2,7 bits.ind⁻¹ (Tabela V). Em 15 pontos amostrais a diversidade foi baixa, com

valores entre 1,0 e 1,9 bits.ind⁻¹ (Tabela V). Os 52 pontos restantes apresentaram diversidade nula ou muito baixa, variando de 0 a 0,98 bits.ind⁻¹ (Tabela V). Os valores de equitabilidade (J') demonstraram que para a maioria dos pontos amostrais a distribuição dos táxons ocorreu de maneira uniforme, exceto para o ponto A7 na AT no período chuvoso, que apresentou um valor relativamente baixo (J' = 0,17), comparado aos demais pontos, isso devido à dominância de *Euphausia americana* (Tabela V). Os maiores índices de riqueza (S) foram encontrados também na ACAS, sendo o ponto C6, no período chuvoso, o de maior valor, com 10 táxons (Tabela V).

As maiores abundâncias de eufausiáceos foram encontradas na AT, sendo o ponto A6, no período chuvoso, o de maior abundância, com 672,15 ind.100 m⁻³. Com o aumento da profundidade, a abundância diminuiu, chegando a zero em pontos amostrais mais profundos. O ponto de menor abundância foi o A7 AIA, no período seco, com 0,09 ind.100 m⁻³ (Tabela V).

Tabela V: Índices ecológicos nos pontos amostrais da BES e PNBC: Riqueza de espécies (S), Equitabilidade de Pielou (J'), Diversidade Alfa de Shannon (H') e Abundância (ind.100 m⁻³).

Pontos amostrais	Riqueza	Equitabilidade	Diversidade	Abundância
A1 AT S	0	-	0	0
A2 AT S	0	-	0	0
A3 AT S	0	-	0	0
A4 AT S	3	0,91	1,45	3,33
A5 AT S	2	0,47	0,47	5,06
A6 AT S	4	0,39	0,79	40,11
A7 AT S	3	0,57	0,90	39,77
A8 AT S	1	-	0	0,26
A4 ACAS S	5	0,75	1,75	5,73
A5 ACAS S	8	0,87	2,60	3,14
A6 ACAS S	6	0,85	2,20	4,76
A7 ACAS S	6	0,93	2,41	2,38
A8 ACAS S	5	0,81	1,87	3,03
A4 AIA S	1	-	0	0,14
A5 AIA S	3	0,82	1,30	0,69
A6 AIA S	0	-	0	0
A7 AIA S	1	-	0	0,09
A8 AIA S	1	-	0	56,61
A7 APAN S	3	1	1,59	0,21
A8 APAN S	1	-	0	0,11
C1 AT S	0	-	0	0

Tabela V: Continuação

C2 AT S	1	-	0	0,31
C3 AT S	2	0,811	0,811	1,32
C4 AT S	1	-	0	18,23
C5 AT S	1	-	0	0,49
C6 AT S	4	0,40	0,79	116,94
C7 AT S	3	0,64	1,01	86,49
C8 AT S	4	0,68	1,36	51,90
C4 ACAS S	6	0,86	2,22	2,95
C5 ACAS S	8	0,90	2,70	3,92
C6 ACAS S	0	-	0	0
C7 ACAS S	3	0,85	1,34	5,87
C8 ACAS S	1	-	0	0,14
C4 AIA S	0	-	0	0
C5 AIA S	1	-	0	0,09
C6 AIA S	0	-	0	0
C7 AIA S	1	-	0	0,09
C8 AIA S	6	0,86	2,23	1,51
C7 APAN S	0	-	0	0
C8 APAN S	0	-	0	0
A1 AT C	1	-	0	0,67
A2 AT C	1	-	0	6,56
A3 AT C	0	-	0	0
A4 AT C	3	0,53	0,83	42,76
A5 AT C	4	0,69	1,38	19,69
A6 AT C	1	-	0	672,15
A7 AT C	2	0,17	0,17	13,04
A8 AT C	3	0,41	0,64	97,11
A4 ACAS C	8	0,84	2,53	10,83
A5 ACAS C	3	0,96	1,53	2,20
A6 ACAS C	4	0,95	1,90	4,30
A7 ACAS C	7	0,72	2,03	8,58
A8 ACAS C	6	0,71	1,84	3,51
A4 AIA C	1	-	0	0,19
A5 AIA C	0	-	0	0
A6 AIA C	5	0,88	2,04	0,92
A7 AIA C	1	-	0	0,10
A8 AIA C	0	-	0	0
A7 APAN C	2	0,92	0,92	0,31
A8 APAN C	1	-	0	0,11
C1 AT C	0	-	0	0
C2 AT C	0	-	0	0
C3 AT C	3	0,66	1,05	7,12
C4 AT C	1	-	0	2,13
C5 AT C	1	-	0	17,59
C6 AT C	2	0,81	0,81	21,40

Tabela V: Continuação

C7 AT C	2	0,41	0,41	226,82
C8 AT C	3	0,72	1,14	118,52
C4 ACAS C	7	0,63	1,78	7,08
C5 ACAS C	8	0,94	2,81	2,90
C6 ACAS C	10	0,79	2,64	11,19
C7 ACAS C	8	0,73	2,20	8,31
C8 ACAS C	6	0,91	2,36	4,62
C4 AIA C	2	0,54	0,54	2,03
C5 AIA C	2	0,99	0,99	0,68
C6 AIA C	0	-	0	0
C7 AIA C	2	0,92	0,92	0,30
C8 AIA C	1	-	0	0,11
C7 APAN C	1	-	0	0,19
C8 APAN C	0	-	0	0

DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES MAIS FREQUENTES - EUFAUSIÁCEOS ADULTOS

A espécie de eufausiáceo adulto mais abundante nas áreas analisadas foi *E. americana*. Esta espécie se concentrou principalmente na AT, sendo o ponto amostral A6, no período chuvoso, o de maior abundância, com 6,51 ind.100 m⁻³. O ponto amostral A7 AIA, no período seco, apresentou a menor abundância para essa espécie, com 0,09 ind.100 m⁻³ e em 36 dos 80 pontos amostrais não ocorreram *E. americana* (Fig. 4).

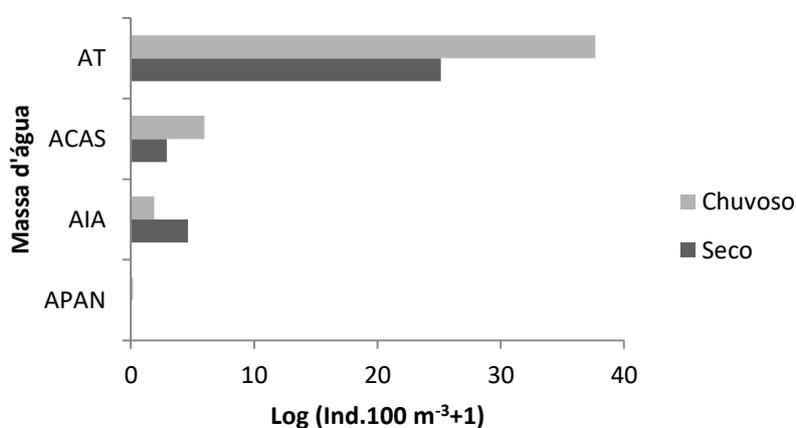


Figura 4: Abundância em log (ind.100 m⁻³+1) de *E. americana*, nos períodos chuvoso e seco, na BES e PNBC.

S. carinatum apresentou maior abundância na AT. O ponto de máxima abundância foi o C8, no período chuvoso, com 3,94 ind.100 m⁻³. Analisando as outras massas d'água para esta espécie, o ponto de menor abundância foi o A7 na APAN, no período seco, com 0,07 ind.100 m⁻³ (Fig. 5).

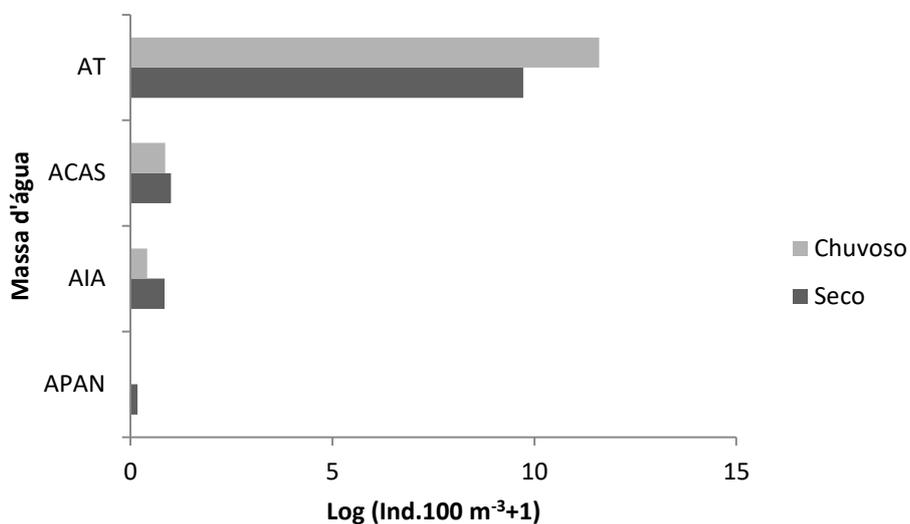


Figura 5: Abundância em log (ind.100 m⁻³+1) de *S. carinatum*, nas massas d'água analisadas na BES e PNBS, durante período seco de 2013 e chuvoso de 2014.

Nematoscelis tenella apresentou uma distribuição diferente das outras duas espécies citadas acima. Não houve registro na AT, sendo sua maior abundância na ACAS, no ponto C6, durante o período chuvoso, com 1,55 ind.100 m⁻³. O ponto amostral A5 AIA, no período chuvoso, foi o de menor abundância, com 0,07 ind.100 m⁻³ e em 57 pontos amostrais não foi registrada a ocorrência de *N. tenella* (Fig. 6).

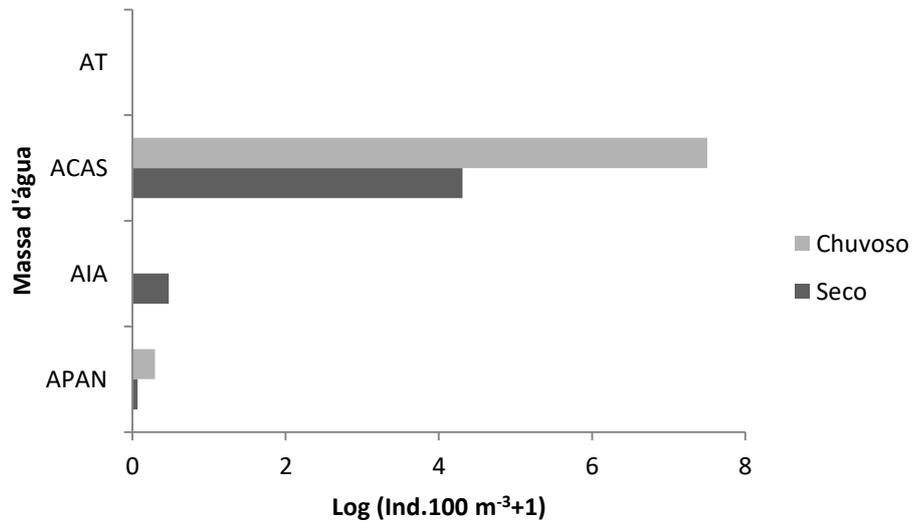


Figura 6: Abundância em log (ind.100 m⁻³+1) e distribuição por massa d'água de *N. tenella* em escala logarítmica durante o período seco de 2013 e chuvoso de 2014, na BES e PNBC.

S. abbreviatum apresentou maior concentração na ACAS, porém, o ponto amostral com maior abundância esteve localizado na AT (C6), no período seco, com 1,84 ind.100 m⁻³, sendo este o único ponto amostral da AT a registrar a presença de *S. abbreviatum* (Fig. 7).

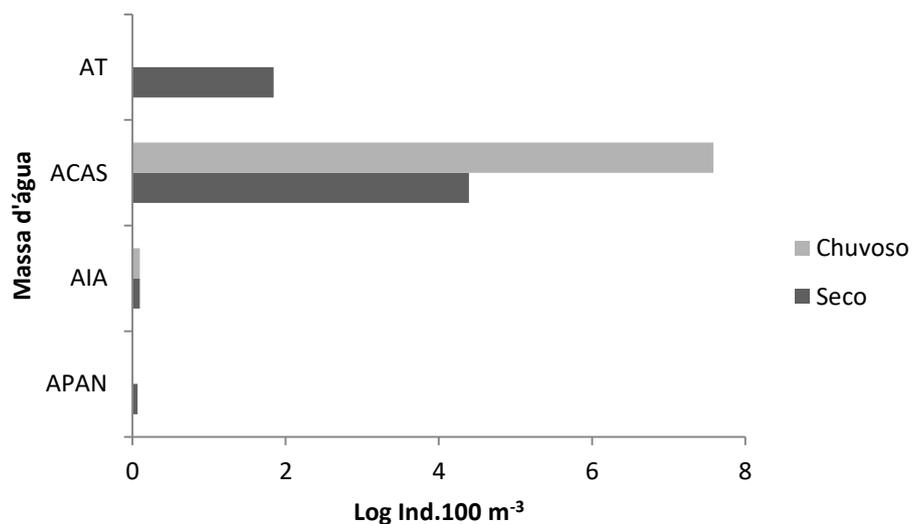


Figura 7: Abundância em log (ind.100 m⁻³+1) de *S. abbreviatum* por massa d'água na BES e PNBC (período seco de 2013 e chuvoso de 2014).

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE DE EUFAUSIÁCEOS ADULTOS

A análise de variância de Kuskal-Wallis não indicou diferenças significativas entre o transecto analisado na BES e o transecto presente na PNBC ($p < 0,05$) em relação a abundância e composição de espécies e aos índices ecológicos (S, J' e H'). Também não foram observadas diferenças entre os períodos seco e chuvoso (Kuskal-Wallis; $p < 0,05$).

Na AT, a abundância de *E. americana* apresentou diferença significativa entre plataforma continental e talude oceânico (Kuskal-Wallis; $p > 0,05$) (Fig. 8). O número de indivíduos também foi diferente (Kuskal-Wallis; $p > 0,05$) entre as regiões de plataforma continental e talude, tanto na BES quanto na PNBC, nos períodos seco e chuvoso (Fig. 9).

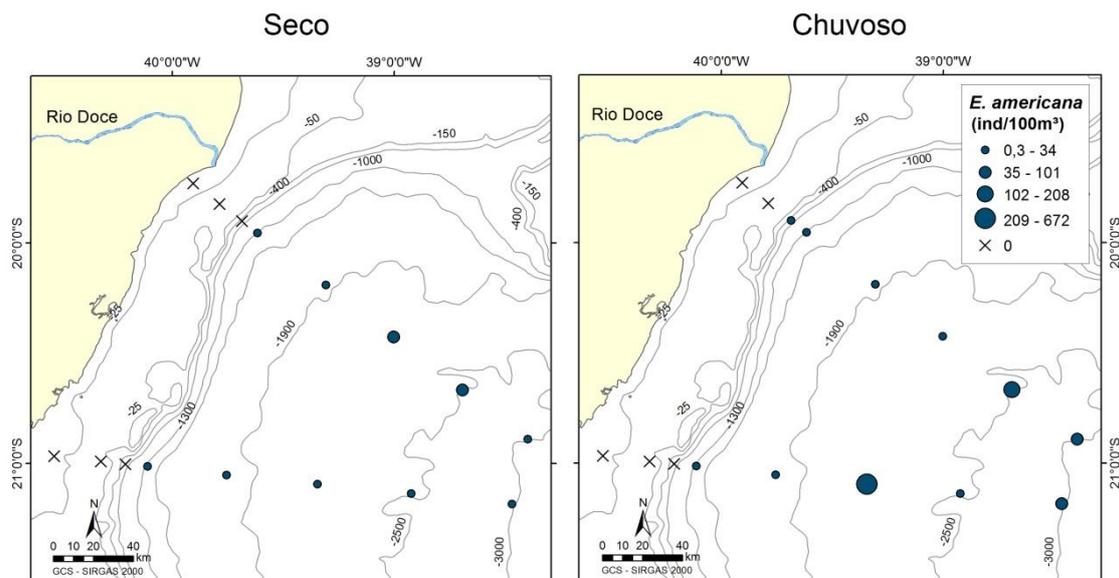


Figura 8: Abundância de *E. americana* (ind./100³) nos pontos amostrais da AT, na BES e PNBC, durante os períodos seco e chuvoso.

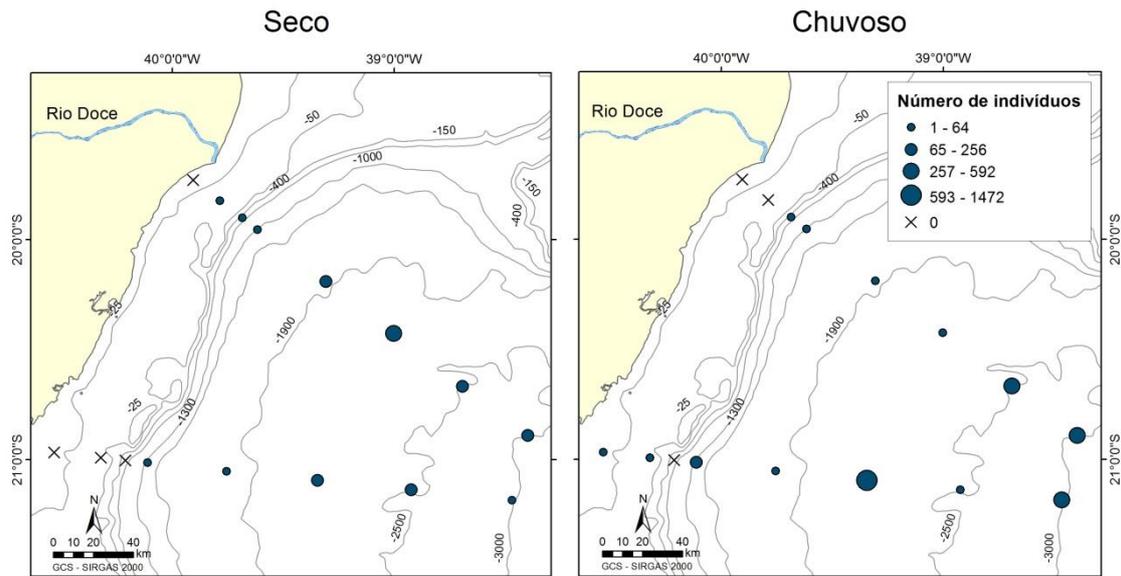


Figura 9: Número de indivíduos presentes nos pontos amostrais da AT, na BES e PNBC, durante os períodos seco de 2013 e chuvoso de 2014.

Na análise de agrupamento, o perfil de similaridade (SIMPROF), identificou seis grupos (A, B, C, D, E e F) significativamente diferentes ($p < 0,05$) entre os pontos amostrais (Fig. 10). A fim de verificar se houve diferenças estatísticas entre os agrupamentos formados pelo SIMPROF foi realizado o teste de permutação ANOSIM (*one way*), que identificou diferenças entre os seis grupos formados ($p = 0,001$).

A *posteriori*, os dados foram submetidos ao teste de similaridade (SIMPER), o qual definiu quais táxons mais contribuíram para a similaridade dentro e entre os grupos gerados pelo SIMPROF. Os grupos A, B, C e D apesar de serem constituídos por pontos de diferentes massas d'água, apresentaram agrupamentos com táxons em comum: no grupo (A) foram reunidos os pontos amostrais que não se assemelharam com nenhum outro, a grande maioria dos pontos não apresentou eufausiáceos; (B) foi composto por *Nematoscelis tenella*; (C) foi constituído por *Stylocheiron carinatum*; (D) foi formado por *Euphausia americana*. O grupo E foi formado quase que exclusivamente por pontos amostrais localizados na ACAS, sendo composto por um maior número de táxons e suas contribuições para formação desse grupo foram mais equilibradas, sendo eles: *N. tenella*, *S. abbreviatum*, *E. americana*, *S. elongatum*, *N. atlantica* e *S. carinatum* (Tabela VI). O grupo (F) foi caracterizado por pontos amostrais da AT e constituído por *E. americana* e *S. carinatum* (Tabela VI).

Tabela VI: Composição de táxons e suas contribuições (%) nos grupos formados pelo SIMPROF. Grupo E, formado predominantemente por pontos amostrais da ACAS; Grupo F, composto em sua grande maioria por pontos amostrais da AT.

Grupo B	%	Grupo C	%	Grupo D	%
<i>Nematoscelis tenella</i>	100	<i>Stylocheiron carinatum</i>	100	<i>Euphausia americana</i>	97,07
Grupo E	%	Grupo F	%		
<i>Euphausia americana</i>	11,62	<i>Euphausia americana</i>	88,72		
<i>Stylocheiron carinatum</i>	3,27	<i>Stylocheiron carinatum</i>	5,62		
<i>Nematoscelis tenella</i>	37,36				
<i>Stylocheiron abbreviatum</i>	27,22				
<i>Stylocheiron elongatum</i>	8,92				
<i>Nematoscelis atlantica</i>	4,23				

VARIAÇÃO DA COMUNIDADE DE EUFAUSIÁCEOS ADULTOS EM RELAÇÃO AOS FATORES AMBIENTAIS

O teste BEST, através do método BIOENV, apontou que T e S formaram a combinação de variáveis ambientais que melhor explicaram a distribuição dos eufausiáceos na BES e PNBC. Entretanto, os valores de correlação

encontrados para salinidade ($Rho = 0,287$) foi muito semelhante àqueles apresentados para a combinação de salinidade e temperatura ($Rho = 0,283$). Valores de Rho próximos a zero indicam ausência de correspondência entre os dados (CLARK; WARWICK, 2001). Os valores encontrados nesse estudo sugerem que a distribuição dos eufausiáceos e a T e S estiveram pouco relacionados.

Relacionando os fatores abióticos (temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido) com a abundância total de eufausiáceos por ponto amostral e a abundância das espécies com frequência de ocorrência maior que 15%, pode-se observar que a temperatura apresentou correlação positiva com a abundância total de eufausiáceos e com a abundância de *E. americana* e *E. tenera*. A salinidade também seguiu a mesma tendência da temperatura, adicionando a correlação positiva da abundância de *S. carinatum*. O oxigênio dissolvido apresentou correlação negativa com a abundância de *E. americana*. Além disso, algumas espécies apresentaram correlações positivas entre elas (Tabela VII).

Tabela VII: Coeficiente de correlação de postos de Spearman. Em vermelho, os valores de correlação com $p < 0,05$. (T) temperatura ($^{\circ}C$); (S) salinidade; (OD) oxigênio dissolvido; (H') diversidade de espécies; (Ab) abundância de eufausiáceos por ponto amostral ($ind.100\ m^{-3}$); (Ea) *Euphausia americana*; (Eh) *Euphausia hemigibba*; (Et) *Euphausia tenera*; (Nt) *Nematoscelis tenella*; (Sa) *Stylocheiron abbreviatum*; (Sc) *Stylocheiron carinatum*; (Se) *Stylocheiron elongatum*.

	T	S	OD	H'	Ab	Ea	Eh	Et	Nt	Sa	Sc
S	0,92										
OD	-0,15	0,11									
H'	0,08	0,09	-0,03								
Ab	0,56	0,56	-0,12	0,56							
Ea	0,51	0,48	-0,25	0,30	0,78						
Eh	0,17	0,16	-0,04	0,40	0,37	0,22					
Et	0,38	0,37	-0,07	0,29	0,42	0,44	0,08				
Nt	-0,18	-0,14	0,06	0,76	0,25	-0,09	0,19	-0,04			
Sa	-0,08	-0,06	0,09	0,72	0,31	0,01	0,35	0,00	0,78		
Sc	0,21	0,23	-0,01	0,39	0,38	0,21	0,17	0,19	0,12	0,07	
Se	-0,08	-0,09	-0,03	0,58	0,20	0,02	0,17	0,04	0,63	0,52	0,04

Na Análise de Componentes Principais (PCA), o componente principal 1 (PC1) explicou 26,2% da variação entre os dados, onde esta variabilidade ocorreu em

função das espécies *E. americana*, *E. tenera* e *S. carinatum*, controladas, principalmente, pela temperatura e salinidade. Enquanto que o componente principal 2 (PC2) explicou 18,2% da variação entre os dados, com maior variabilidade de *S. elongatum* e *N. tenella* devido aos pontos localizados na ACAS (Fig. 11).

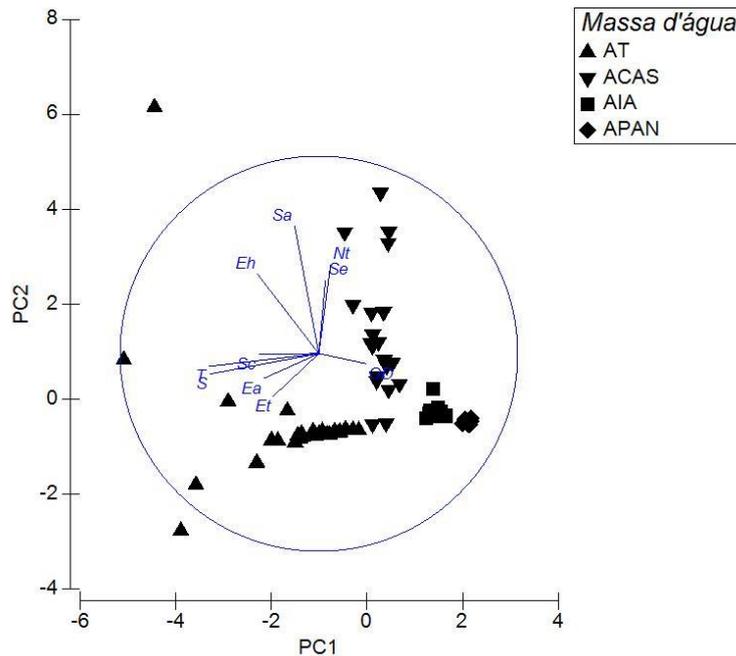


Figura 11: Análise de componentes principais dos fatores ambientais T, S e OD e da abundância das espécies de eufausiáceos com frequência de ocorrência maior que 15% na BES e PNBC, nos períodos seco e chuvoso. (Ea) *Euphausia americana*; (Eh) *Euphausia hemigibba*; (Et) *Euphausia tenera*; (Nt) *Nematoscelis tenella*; (Sa) *Stylocheiron abbreviatum*; (Sc) *Stylocheiron carinatum*; (Se) *Stylocheiron elongatum*.

COMPOSIÇÃO DE TÁXONS – LARVAS

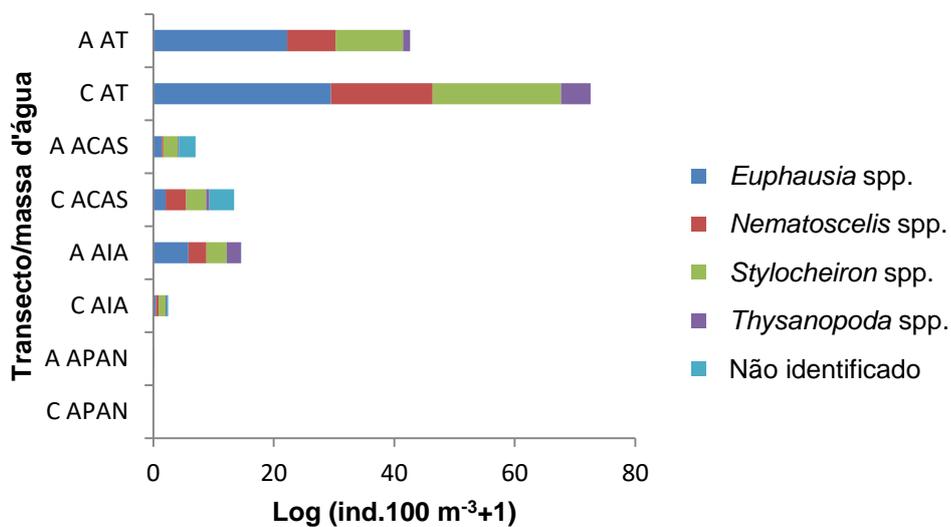
Nas duas áreas analisadas na BES e PNBC, nos períodos seco e chuvoso, foram encontradas 15.412 larvas de eufausiáceos, nos estágios larvais de náuplio, calyptopis e furcília, distribuídas em quatro gêneros (*Euphausia*, *Nematoscelis*, *Stylocheiron*, *Thysanopoda*) e um não identificado.

Assim como nos indivíduos adultos, a abundância das larvas de eufausiáceos se concentra nas massas d'água superiores (principalmente na AT), diminuindo com o aumento da profundidade (Fig. 12). O ponto de maior abundância foi o

A3 na AT, no período chuvoso, com 705,18 ind.100 m⁻³, sendo *Euphausia* o gênero mais abundante (Apêndice 3).

A densidade de eufausiáceos na AIA foi baixa, apresentando valores abaixo de 1,26 ind.100 m⁻³. Porém, um único ponto amostral, A8 AIA, no período seco, apresentou valores muito elevados de eufausiáceos em fase larval (247,3 ind.100 m⁻³).

A



B

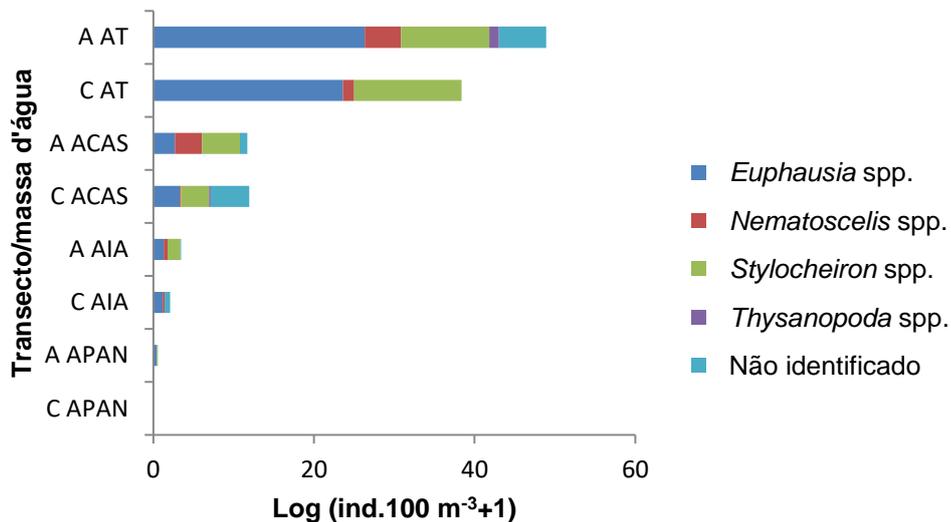


Figura 12: Composição de táxons e abundância em log (ind.100 m⁻³+1) por massa d'água nos dois transectos analisados na BES e PNBC, durante períodos seco (A) e chuvoso (B).

Foi observada diferença significativa de abundância entre as fases larvais de náuplio, calyptopis e furcília nas massas d'água (*One way ANOVA*; $p < 0,05$). *A posteriori*, o Teste T de Fisher (LSD) apontou ainda diferenças entre ACAS e as demais massas d'água, para as três fases larvais (exceto ACAS e AIA para a fase larval calyptopis).

A fase larval de náuplio encontra-se distribuída quase que exclusivamente na ACAS (Fig. 13). Em 70 pontos amostrais não foram registrados eufausiáceos na fase de náuplio (Apêndice 4).

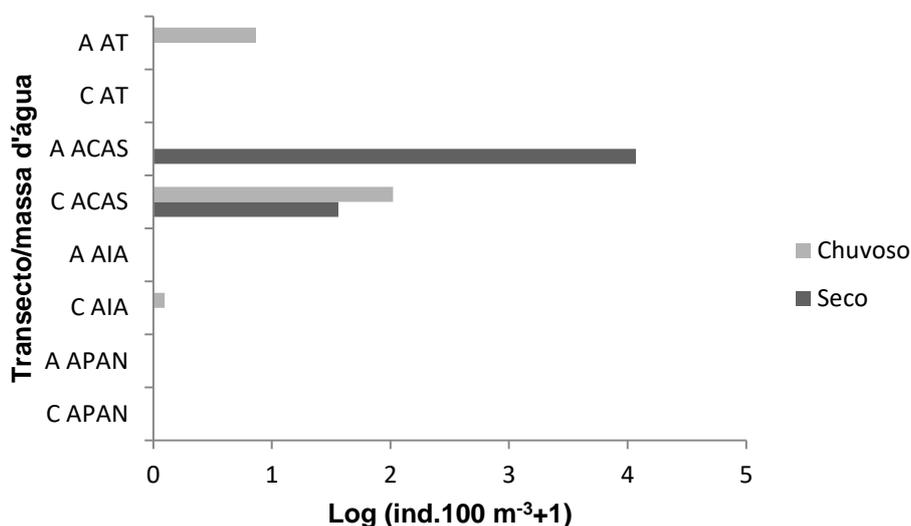


Figura 13: Distribuição e abundância em $\log (\text{ind.}100 \text{ m}^{-3}+1)$ dos eufausiáceos na fase larval náuplio por transecto e massa d'água na BES e PNBC, nos períodos seco de 2013 e chuvoso de 2014.

Calyptopis foi a segunda fase larval mais abundante nas áreas analisadas na BES e PNBC, durante o período seco e chuvoso. Esses organismos também se concentraram na AT, sendo o gênero *Euphausia* o táxon mais abundante (Fig. 14). O ponto amostral com maior abundância de calyptopis de eufausiáceos foi o A3 na AT, durante o período chuvoso, com 491,85 ind.100 m^{-3} (Apêndice 5).

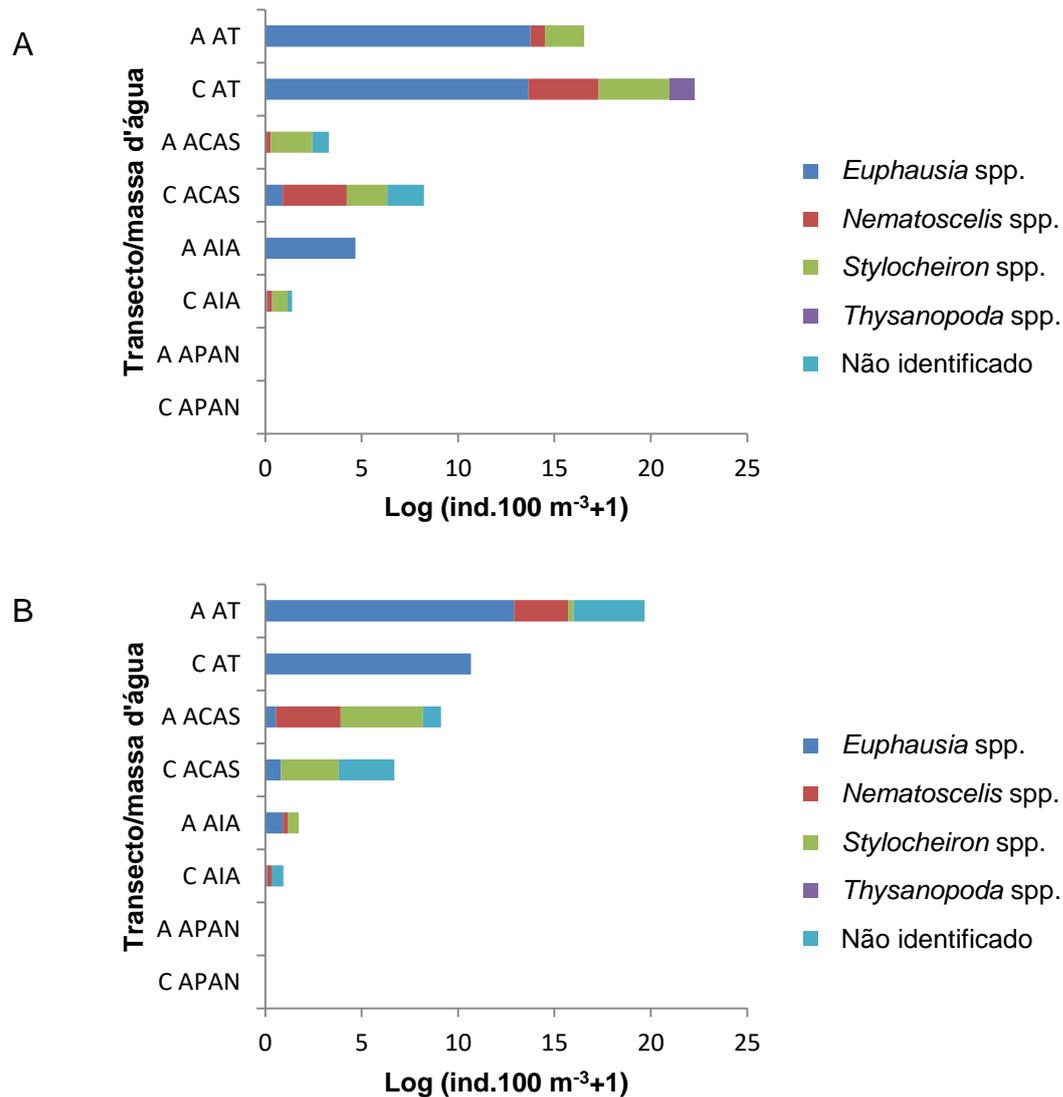


Figura 14: Distribuição e abundância em log ($\text{ind.}100 \text{ m}^{-3}+1$) de eufausiáceos na fase larval calyptopis por transecto e massa d'água, na BES e PNBC, durante o período seco de 2013 (A) e chuvoso de 2014 (B).

Furcília foi a fase larval mais abundante entre os eufausiáceos. As maiores concentrações foram encontradas na AT e o gênero mais abundante foi *Euphausia* (Fig. 15). O ponto amostral C6 na AT, no período chuvoso, foi o de maior abundância, com $471 \text{ ind.}100 \text{ m}^{-3}$ (Apêndice 6).

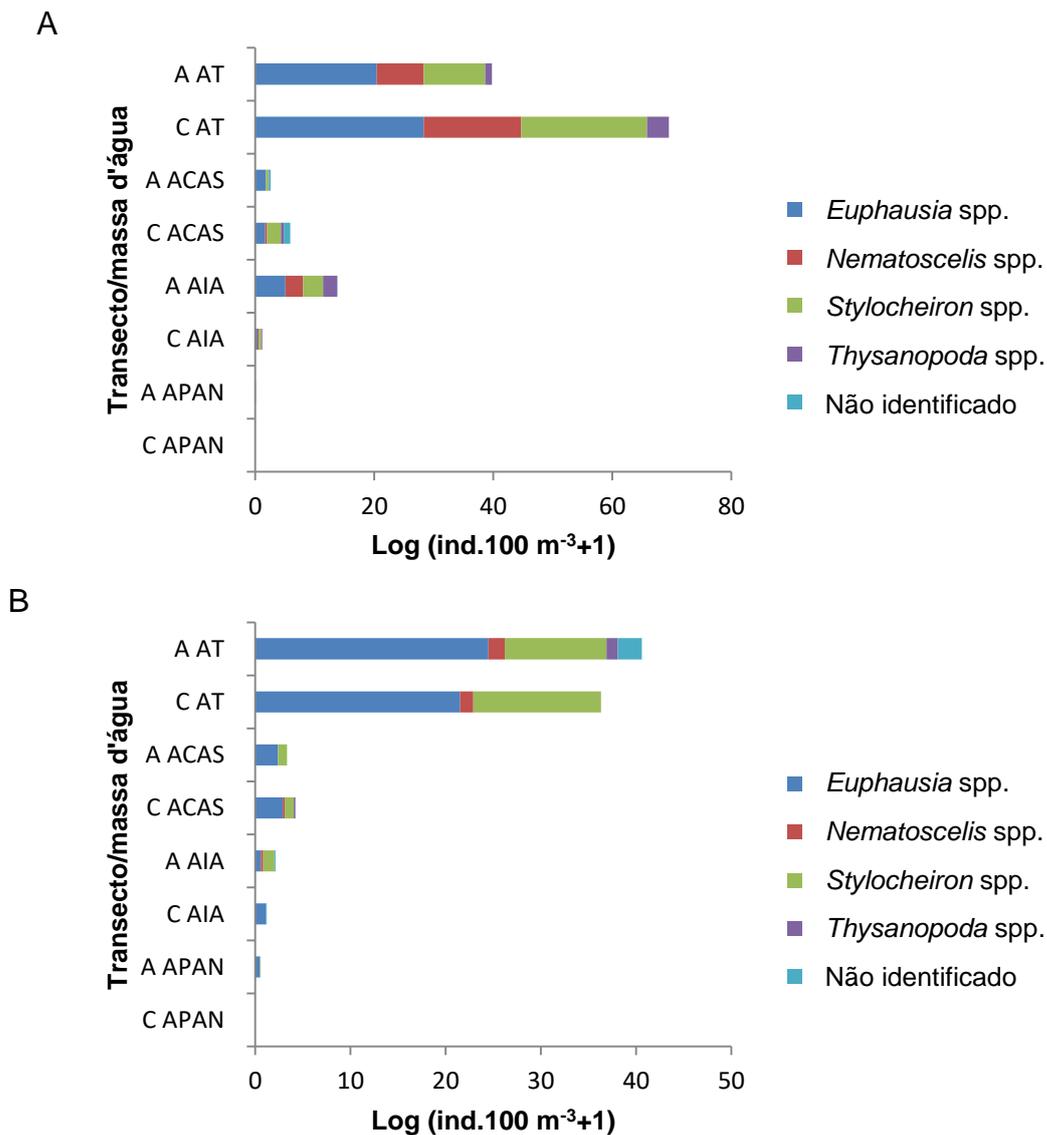


Figura 15: Distribuição e abundância em log (ind.100 m⁻³+1) de furcília de Euphausiacea por transecto e massa d'água na BES e PNBC, durante os períodos seco de 2013 (A) e chuvoso de 2014 (B).

V. DISCUSSÃO

Segundo Letessier et al. (2011b), as maiores abundâncias de eupausiáceos são encontradas em águas mais superficiais, até 300 metros de profundidade. Os resultados desse estudo comprovam esse padrão de distribuição vertical, onde, maiores densidades foram encontradas na AT, diminuindo com a profundidade. Esse fato está relacionado, principalmente, a distância entre os organismos e

sua fonte primária de alimento (ANGEL; BOXSHALL, 1990), como fitoplâncton e pequenos zooplâncton (KINSEY; HOPKINS, 1994; MAUCLINE, 1967).

As quatro espécies mais frequentes encontradas na BES e PNBC tiveram a sua distribuição descrita por Brinton et al. (2000). Segundo esses autores, *Euphausia americana* é uma espécie característica do Oceano Atlântico, encontrada principalmente próxima à superfície, mas também em maiores profundidades. *Stylocheiron carinatum* é uma espécie cosmopolita de águas quentes, ocorrendo nos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico de 40°N a 35°S, onde a maior parte da população se concentra em torno de 140 metros de profundidade durante o dia e a noite (BRINTON et al., 2000). *Nematoscelis tenella* tem distribuição tropical-subtropical, nos oceanos Pacífico, Índico e Atlântico, entre 100 e 450 metros de profundidade (BRINTON et al., 2000). *Stylocheiron abbreviatum* ocorre também nos oceanos Pacífico, Índico e Atlântico (entre 40°N e 40°S), em especial, nas profundidades de 50 a 300 m durante o dia e a noite (BRINTON et al., 2000). O padrão de distribuição dos táxons encontrados no presente estudo é consistente com a descrição de outros autores para essa área (BRINTON et al., 2000; BONECKER et al., 2014; FREIRE, 1991). Na BES e PNBC *E. americana* foi encontrada em todas as massas d'água analisadas, porém com maiores abundâncias na AT, assim como *S. carinatum*. *N. tenella* e *S. abbreviatum*, por sua vez, apresentaram maiores densidades na ACAS.

Freire (1991) e Menezes (2012) encontraram grandes abundâncias de *E. americana* na costa leste do Brasil, no Arquipélago de São Pedro São Paulo e Bonecker et al. (2014) na Bacia de Campos. Os mesmos autores, incluindo Gorri (1995) no sul do Brasil, também observaram altas densidades de *S. carinatum* nas suas áreas de estudo. Na BES e PNBC os resultados para essas duas espécies foi similar, *E. americana* foi a espécie mais frequente e abundante, seguido de *S. carinatum*.

De acordo com Tarling et al. (1995), existe uma forte correspondência entre a distribuição dos grupos zooplanctônicos e as massas d'água. As propriedades físicas e químicas características de cada massa d'água, como temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido, possibilitam diferentes habitats em potencial

para diversas espécies pelágicas (BONECKER et al., 2014). No presente estudo, AT e ACAS apresentaram, cada uma, uma comunidade de eufausiáceos distinta e característica, adaptada às condições próprias de cada massa d'água.

A AT foi a massa d'água com maior abundância de indivíduos, o que foi também observado por Dias et al. (2010), porém para a comunidade de copépodes da Bacia de Campos. Apesar da ACAS ter menores valores totais de abundância que a AT, essa apresentou maior riqueza e diversidade de espécies. Resultados similares foram encontrados por Bonecker et al. (2014) tanto para a comunidade de eufausiáceos da Bacia de Campos, quanto para outros grupos zooplanctônicos. O Teste de similaridade (SIMPROF) agrupou quase todas as estações de coleta presentes na ACAS em um só grupo. Esse agrupamento foi caracterizado pela contribuição significativa de seis espécies, sendo algumas destas características de águas de termoclina, como *N. tenella*; outras são de massas d'água centrais oligotróficas, como *N. atlantica*; outras ocorrem tipicamente entre as profundidades de 200 a 300 metros, como *S. abbreviatum* e *S. elongatum*; já outras são típicas de águas tropicais, como *E. americana* e *S. carinatum* (BRINTON et al., 2000).

Apesar de não terem sido avaliados os padrões alimentares dos eufausiáceos nesse estudo, pode-se inferir que o posicionamento destes na coluna d'água está ligado, entre outros fatores, à sua fonte de alimento (ANTEZANA, 2009). O estudo de Andersen e Nival (1991) sobre a migração vertical diária realizada pelos eufausiáceos mostrou que um dos principais fatores que influenciam a profundidade ocupada pelos organismos a noite é a concentração de alimento disponível. Gibbons (1993) também observou que o tempo de ocupação dos eufausiáceos nas camadas superiores da coluna d'água é influenciado pela quantidade de alimento disponível no ambiente. Cabe ressaltar que todas as coletas foram realizadas no período noturno para minimizar o impacto das migrações verticais diárias na coluna d'água.

A compartimentação vertical dos eufausiáceos, onde assembleias com diferentes espécies ocupam diferentes estratos da coluna d'água, possibilita a redução das interações interespecíficas (BARANGE, 1990). Porém, outros

estudos, como de Sogawa et al. (2016), comprovam que espécies de eufausiáceos podem compartilhar o recurso alimentar e, ainda assim, coocorrer na mesma área e profundidade.

A abundância e frequência de vários grupos planctônicos no Atlântico Sul são influenciadas pela distância em relação à costa (BOLTOVSKOY, 1981). Segundo Gibbons et al. (1999), os eufausiáceos tem sua distribuição preferencialmente oceânica, característica também observada nesse estudo. Os mesmos autores indicaram que poucas espécies tem a capacidade de tolerar a frequente variação do ambiente costeiro. Outros fatores que podem influenciar os eufausiáceos na escolha por locais com uma coluna d'água mais extensa seriam o comportamento de migração vertical diária (ROTTMAN, 1978) bem como a ocorrência de algumas espécies abaixo da termoclina.

A abundância de eufausiáceos não diferiu significativamente entre os transectos analisados. Essas duas áreas possuem características físico-químicas muito parecidas, estando sob influência das mesmas massas d'água. O mesmo resultado foi observado entre os períodos seco e chuvoso, onde a comunidade de eufausiáceos não apresentou diferenças significativas mesmo com os dados de temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido mostrando variação entre os períodos. Isso demonstra que a comunidade de eufausiáceos da BES e PNBC não responde a pequenas alterações dos fatores ambientais analisados.

Apenas uma pequena parte da variabilidade da comunidade de eufausiáceos na BES e PNBC é explicada pela variação da temperatura e salinidade. Segundo Letessier et al. (2011a), devido ao fato dos eufausiáceos serem organismos preferencialmente oceânicos, a salinidade pode não influenciar diretamente na sua distribuição. Em outros estudos, a temperatura superficial da água esteve relacionada à abundância de espécies de eufausiáceos nos oceanos Atlântico (LETESSIER et al., 2009) e Pacífico (LETESSIER et al., 2011a), porém, na área analisada, a temperatura e a comunidade de eufausiáceos não estiveram fortemente correlacionadas. Dessa forma, pode-se inferir que a distribuição dos eufausiáceos na BES e PNBC ocorre por influência de outros fatores ambientais. Um deles, possivelmente, é a

produtividade primária, que pode ser uma resposta à concentração de nutrientes presentes na coluna d'água, a qual já foi descrito por outros autores como uma variável influenciadora na abundância de espécies de eufausiáceos (TAKI, 2008; LETESSIER et al., 2009; BI et al., 2014; SOGAWA et al., 2016).

As larvas de eufausiáceos seguem o mesmo padrão de dispersão vertical dos adultos, as maiores densidades se concentram nas massas d'água superiores, principalmente na AT. Pillar et al. (1992), observaram que, na Corrente de Benguela, durante o dia, as fases iniciais, como ovos e calyptopis, tendem a ocupar as camadas superficiais da coluna d'água, enquanto as furcílias se alojam nas camadas um pouco mais profundas, devido a sua capacidade de migração vertical; e durante a noite, a maioria da população se concentra nas camadas superiores da coluna d'água (PILLAR et al., 1992).

A alta abundância de estágios larvais de eufausiáceos em diferentes períodos do ano também foi encontrada na costa brasileira por Menezes (2012), no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, por Freire (1991) na costa leste e por Gorri (1995) no sul, indicando que esses organismos possuem alta e contínua taxa de reprodução ao longo do ano (BARANGE; STUART, 1991). Além disso, era esperado que *Euphausia* fosse o táxon mais abundante entre os indivíduos em fase larval, já que este é também o mais abundante entre os adultos.

VI. CONCLUSÕES

A AT foi a massa d'água com maior abundância de eufausiáceos, seguindo o padrão de distribuição vertical do zooplâncton, onde as maiores densidades são encontradas próximas à superfície e conseqüentemente, próximas à sua fonte primária de alimento, o fitoplâncton.

As massas d'água presentes na BES e PNBC apresentaram composição de espécies distintas. AT foi composta por duas espécies típicas de águas tropicais, *E. americana* e *S. carinatum*, enquanto ACAS apresentou uma

comunidade característica de águas centrais e de termoclina, sendo a massa d'água com maior riqueza de espécies.

Não foram observadas alterações nas abundâncias de eufausiáceos entre os períodos seco e chuvoso, mostrando que esses organismos não respondem a pequenas variações de temperatura, salinidade e oxigênio dissolvido na BES e PNBC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSEN, V.; NIVAL, P., 1991. A model of the diel vertical migration of zooplankton based on euphausiids. *Journal of Marine Research* 49, p. 153-175.

ANDERSEN, V.; SARDOU, J., 1992. The diel migrations and vertical distributions of zooplankton and micronekton in the Northwestern Mediterranean Sea. 1. Euphausiids, mysids, decapods and fishes. *Journal of Plankton Research* 14 (8), p. 1129–1154.

ANGEL, M. V.; BOXSHALL, G., 1990. Life in the benthic boundary layer-connections to the midwater and seafloor. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A* 331, p. 15-28.

ANTEZANA T.; BRINTON E., 1981. Euphausiacea. In: Boltovskoy D (ed). Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con zooplancton marino. Publicación INIDEP, Ministerio de Comercio e Intereses Marítimos. Argentina, p. 681-698.

ANTEZANA, T., 2009. Species-specific patterns of diel migration into the Oxygen Minimum Zone by euphausiids in the Humboldt Current Ecosystem. *Progress in Oceanography* 83, p. 228-236.

ANTEZANA, T.; BRINTON, E., 1981. Euphausiacea. In: Boltovskoy D (ed). Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con zooplancton marino. Publicación INIDEP, Mar del Plata, p. 681-698.

BARANGE, M., 1990. Vertical migration and habitat partitioning of six euphausiid species in the northern Benguela upwelling system. *Journal of Plankton Research* 12 (6), p. 1223-1237.

BARANGE, M.; STUART, V., 1991. Distribution patterns, abundance and population dynamics of the euphausiids *Nyctiphanes capensis* and *Euphausia hanseni* in the northern Benguela upwelling system. *Marine Biology* 109, p. 93-101.

BI, H.; YU, H.; PINCHUK, A.I.; HARVEY, H.R., 2014. Interannual summer variability in euphausiid populations on the eastern Bering Sea shelf during the recent cooling event (2008-2010). *Deep Sea Research I* 195, p. 12-19.

BOLTOVSKOY, D., 1981. Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP, Mar del Plata, p. 933.

BONECKER, S.L.C.; ARAUJO, A.V.; CARVALHO, P.F.; DIAS, C.O.; FERNANDES, L.F.L.; MIGOTTO, A.E.; OLIVEIRA, O.M.P., 2014. Horizontal and vertical distribution of mesozooplankton species richness and composition down to 2,300 m in the southwest Atlantic Ocean. *Zoologia* 31 (5), p. 445-462.

BONECKER, S.L.C.; DIAS, C.O.; FERNANDES, L.D.A.; ÁVILA, L.R.M., 2006. Zooplâncton. In: VALENTIN, J.L. (Ed.) Características hidrobiológicas da região central da Zona Exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ). Brasília: Ideal Gráfica e Editora. p. 125-140. (Série Documentos REVIZEE/SCORE Central).

BRINTON, E., 1975. Euphausiids of Southeast Asian Waters. *Naga Report* 4 (5), p. 12-87

BRINTON, E., OHMAN, M.D.; TOWNSEND, A.W.; KNIGHT, M.D.; BRIDGEMAN, A.L., 2000. Euphausiids of the world ocean world biodiversity. Database CD-ROM Series

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J., 2003. Invertebrates. SINAUER. EUA, p. 16.

CASANOVA SOULIER, B., 1968. Clé de détermination des larves Furcilia des Euphausiacés de la Méditerranée. Rapp. Comm. int. Mer Médit. 19 (3), p. 527-529.

CASANOVA, B., 1972. Clé de détermination des larves calyptopis des Euphausiacés de Méditerranée. Crustaceana 22 (2), p. 178-180.

CASTRO, B.M.; DE MIRANDA, L.B., 1998. Physical oceanography of the Western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S. In: ROBINSON, R.; BRINK, K.H. (Ed.). The Sea. John Wiley & Sons, v. 11, p. 209-251.

CAVALCANTI, E.A.H. e LARRAZÁBAL, M.E.L., 2004. Macrozooplâncton da Zona Economica Exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica – REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). Revista Brasileira de Zoologia 21 (3), p. 467-475.

CLARKE, K.R.; WARWICK, R.M., 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E, Plymouth, p. 172.

DIAS, C.O.; ARAUJO, A.V.; PARANHOS, R.; BONECKER, S.L.C., 2010. Vertical copepod assemblages (0-2300 m) off Southern Brazil. Zoological Studies 49 (2), p. 230-242.

FRAGOSO, M.R., 2004. Um Modelo Numérico da Circulação Oceânica para as Bacias Leste e Sudeste do Brasil. Tese. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

FREIRE, A.S., 1991. Variação espaço-temporal do zooplâncton e das espécies de Euphausiacea (Crustacea) ao largo da costa Leste do Brasil (18°-23°S, 38°-41°W). Dissertação. Universidade de São Paulo, São Paulo.

GAETA, S.A.; LORENZZETTI, J.A.; MIRANDA, L.B.; SUSINI-RIBEIRO, S.M.M.; POMPEU, M.; ARAUJO, C.E.S., 1999. The Vitória Eddy and its relation to the phytoplankton biomass and primary productivity during the austral fall of 1995. Archives of Fishery and Marine Research 47(2/3), p. 253-270.

GIBBONS, M.J., 1993. Vertical migration and feeding of *Euphausia lucens* at two 72 h stations in the southern Benguela upwelling region. *Marine Biology* 116, p. 257-268.

GIBBONS, M.J.; SPIRIDONOV, V.A.; TARLING, G.A., 1999. Euphausiacea. In: Boltovskoy D (ed). *South Atlantic Zooplankton*. Backhyus Publishers. Leiden, The Netherlands, p. 1241-1279.

GOPALAKRISHNAN, K., 1975. Biology and taxonomy of the genus *Nematoscelis* (Crustacea, Euphausiacea). *US Fish Bull* 73 (4), p. 797-814.

GORRI, C., 1995. Distribuição espaço-temporal e estrutura populacional de Euphausiacea (Crustacea) na região do extremo Sul do Brasil (31°40'S-3°45'S). Dissertação. Universidade do Rio Grande, Rio Grande do Sul.

HAMMER, Ø.; HAPER, D.A.T.; RYAN, P.D., 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1), p. 9.

KINSEY, S.T.; HOPKINS, T.L., 1994. Trophic strategies of euphausiids in a low-latitude ecosystem. *Marine Biology* 118, p. 651-661.

LEBOUR, M.V., 1926. On some Larval Euphausiids from the Mediterranean in the Neighbourhood of Alexandria, Egypt, collected by Mr. FS Russell. In *Proceedings of the Zoological Society of London* 96 (3), p. 765-776. Blackwell Publishing Ltd.

LETESSIER, T.B.; COX, M.J.; BRIERLEY, A.S., 2009. Drivers of euphausiid species abundance and numerical abundance in the Atlantic Ocean. *Mar Biol* 156, p. 2539-2553.

LETESSIER, T.B.; COX, M.J.; BRIERLEY, A.S., 2011a. Drivers of variability in Euphausiid species abundance throughout the Pacific Ocean. *Journal of Plakton Research* 33 (9), p. 1342-1357.

LETESSIER, T.B.; FALKENHAUG, T.; DEBES, H.; BERGSTAD, O.A.; BRIERLEY, A.S., 2011b. Abundance patterns and species assemblages of

euphausiids associated with the MidAtlantic Ridge, North Atlantic. *Journal of Plankton Research* 33 (10), p. 1510-1525.

LOPES, R., 2007. Marine zooplankton studies in Brazil – A brief evaluation and perspectives. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 79 (3), p. 369-379.

MAUCLINE, J., 1967. Feeding appendage of the Euphausiacea (Crustacea). *Journal of Zoology* 153, p. 1-43.

MENEZES, B.S., 2012. Distribuição de Euphausiacea (Crustacea) (Krill) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

MILANI, E.S.; BRANDÃO, J.A.S.L.; ZALÁN, P.V., GAMBOA, L.A.P., 2000. Petróleo na margem continental brasileira: geologia, exploração, resultados e perspectivas. *Brazilian Journal of Geophysics* 18 (3), p. 351-396.

PILLAR S.C.; STUART, V.; BARANGE, M.; GIBBONS, M.J., 1992. Community structure and trophic ecology of euphausiids in the Benguela ecosystem. *South African Journal of Marine Science* 12(1), p. 393-409.

ROS PEREZ, M.M.; LOZANO SOLDEVILLA, F., 1986. Contribución al conocimiento de los euphausiáceos (Euphausiacea: Euphausiidae) de la Isla de Tenerife. Estudio de las fases larvarias calyptopis y furcilia. *Vieraea* 16, p. 27-34.

ROTTMAN, M.L., 1978. Ecology of recurrent groups of Pteropods, Euphausiids, and Chaetognaths in the Gulf of Thailand and the South China Sea. *Marine Biology* 48, p. 63-78.

SILVEIRA, I.C.A., 2007. O sistema corrente do Brasil na Bacia de Campos, RJ. Tese, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, pp. 181.

SOGAWA, S.; SUGISAKI, H.; SAITO, H.; OKAZAKI, Y.; ONO, T.; SHIMODE, S.; KIKUCHI, T., 2016. Seasonal and regional change in vertical distribution and diel vertical migration of four euphausiid species (*Euphausia pacifica*, *Thysanoessa inspinata*, *T. longipes* and *Tessarabrachion oculatum*) in the northwestern Pacific. *Deep-Sea Research I* 109, p. 1-9.

SOUTELINO, R.G., 2008. A origem da Corrente do Brasil. Dissertação. Universidade de São Paulo, São Paulo.

TAKI, K., 2008. Vertical distribution and diel migration of euphausiids from Oyashio Current to Kuroshio area off northeastern Japan. *Plankton & Benthos Research* 3 (1), p. 27-35.

TARLING, G.A.; WARD, P.; SHEADER, M.; WILLIAMS, J.A.; SYMON, C., 1995. Distribution patterns of macrozooplankton assemblages in the southwest Atlantic. *Marine Ecology Progress Series* 120, p. 29-40.

VALENTIN, J.L.; PARANHOS, R.; FARO, B.C.M.T.; GONZALES, A.S.M., 2006. Massas d'Água. In: VALENTIN, J.L. (Ed.) *Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ)*. Brasília: Ideal Gráfica e Editora. p. 21-29. (Série Documentos REVIZEE/SCORE Central).

VERITY P.G., SMETACEK V., SMAYDA T.J., 2002. Status, trends and the future of the marine pelagic ecosystem. *Environmental Conservation* 29 (2), P.207–237.

WERNER, T.; BUCHHOLZ, F., 2013. Diel vertical migration behavior in Euphausiids of the northern Benguela current: seasonal adaptations to food availability and strong gradients of temperature and oxygen. *Journal of Plankton Research* 35 (4), p. 792-812.

APÊNDICE

Apêndice 1: Ocorrência dos táxons de eufausiáceos no período seco na BES e PNBC.

	Período seco			
	AT	ACAS	AIA	APAN
<i>Euphausia americana</i>	x	x	x	
<i>Euphausia brevis</i>	x			
<i>Euphausia gibboides</i>		x		
<i>Euphausia hemigibba</i>	x	x		
<i>Euphausia tenera</i>	x	x		
<i>Nematoscelis atlantica</i>		x	x	
<i>Nematoscelis gracilis</i>		x		
<i>Nematoscelis microps</i>		x		
<i>Nematoscelis tenella</i>		x	x	x
<i>Nematoscelis</i> spp.				
<i>Stylocheiron abbreviatum</i>	x	x	x	x
<i>Stylocheiron carinatum</i>	x	x	x	x
<i>Stylocheiron elongatum</i>		x	x	
<i>Stylocheiron suhmii</i>	x			
<i>Stylocheiron</i> spp.				
<i>Nematobranchion boopis</i>				
<i>Nematobranchion flexipes</i>				
<i>Nematobranchion sexspinosus</i>				
<i>Thysanopoda aequalis</i>		x		
<i>Thysanopoda cristada</i>				
<i>Thysanopoda obtusifrons</i>		x		
<i>Thysanoessa gregaria</i>				
<i>Thysanoessa parva</i>				

Apêndice 2: Ocorrência dos táxons de eufausiáceos no período chuvoso na BES e PNBC.

	Período Chuvoso			
	AT	ACAS	AIA	APAN
<i>Euphausia americana</i>	x	x	x	x
<i>Euphausia brevis</i>	x			
<i>Euphausia gibboides</i>		x	x	x
<i>Euphausia hemigibba</i>	x	x	x	
<i>Euphausia tenera</i>	x	x		
<i>Nematoscelis atlantica</i>		x		
<i>Nematoscelis gracilis</i>		x		
<i>Nematoscelis microps</i>		x		
<i>Nematoscelis tenella</i>		x		x
<i>Nematoscelis</i> spp.		x		
<i>Stylocheiron abbreviatum</i>		x	x	
<i>Stylocheiron carinatum</i>	x	x	x	
<i>Stylocheiron elongatum</i>		x	x	
<i>Stylocheiron suhmii</i>	x			
<i>Stylocheiron</i> spp.		x		
<i>Nematobranchion boopis</i>			x	
<i>Nematobranchion flexipes</i>		x		
<i>Nematobranchion sexspinosus</i>		x	x	
<i>Thysanopoda aequalis</i>		x		
<i>Thysanopoda cristada</i>		x		
<i>Thysanopoda obtusifrons</i>		x		
<i>Thysanoessa gregaria</i>			x	
<i>Thysanoessa parva</i>	x			

Apêndice 3: Abundância (ind.100 m⁻³) de eufausiáceos em fase larval encontrados na BES e PNBC, nos períodos seco e chuvoso.

Pontos amostrais	<i>Euphausia</i> spp.	<i>Nematoscelis</i> spp.	<i>Stylocheiron</i> spp.	<i>Thysanopoda</i> spp.	Não identificado
A1 AT S	0	0	0	0	0
A2 AT S	209,77	0	0	0	0
A3 AT S	229,59	0	0	0	0
A4 AT S	40	0	1,43	0	0
A5 AT S	14,18	11,65	17,72	0,51	0
A6 AT S	2,29	16,05	20,63	0	0
A7 AT S	45,45	12,50	31,82	1,14	0
A8 AT S	0	0	1,31	0	0
A4 ACAS S	3,02	0	0,15	0	0
A5 ACAS S	0	0	1,88	0	1,26
A6 ACAS S	0	0	0,26	0,13	0,13
A7 ACAS S	0	0,17	1,36	0	0,34
A8 ACAS S	0	0,14	0,14	0	3,86
A4 AIA S	0,07	0	0	0	0,00
A5 AIA S	0,48	0,07	0,14	0,07	0,07
A6 AIA S	0	0	0	0	0
A7 AIA S	0,09	0	0	0	0
A8 AIA S	196,65	17,88	23,84	8,94	0
A7 APAN S	0	0	0	0	0
A8 APAN S	0,11	0	0	0	0
C1 AT S	0,37	0	0	0	0
C2 AT S	26,33	0,94	0,94	0	0
C3 AT S	10,89	2,31	0,66	0,66	0
C4 AT S	168,66	4,56	22,79	0	0
C5 AT S	41,34	21,88	92,40	21,88	0
C6 AT S	191,36	47,84	47,84	0	0
C7 AT S	329,73	32,43	108,11	0	0
C8 AT S	30,38	15,19	46,84	2,53	0
C4 ACAS S	0,49	0,49	1,47	0	1,97
C5 ACAS S	4,25	2,78	7,19	0,49	1,96
C6 ACAS S	0	0	0	0	0,35
C7 ACAS S	0	4,36	0,34	0	4,36
C8 ACAS S	0	0	0	0,14	0
C4 AIA S	0	0	0,32	0	0
C5 AIA S	0,09	0,28	0,37	0	0
C6 AIA S	0	0	0	0	0
C7 AIA S	0,09	0	0,18	0	0,28
C8 AIA S	0,30	0,20	0,50	0,20	0
C7 APAN S	0	0	0	0	0
C8 APAN S	0	0	0	0	0

Apêndice 3: Continuação

A1 AT C	0	0	0,33	0	0
A2 AT C	14,69	0	1,88	0	0
A3 AT C	705,19	5,93	59,26	0	11,85
A4 AT C	23,45	1,38	42,76	0	5,52
A5 AT C	3,13	0	4,69	0	0,31
A6 AT C	131,51	0	0	0	0
A7 AT C	19,73	0	0	0	2,34
A8 AT C	87,86	4,62	0	2,31	0
A4 ACAS C	2,08	2,92	0,83	0	0
A5 ACAS C	0	0,34	4,24	0	1,19
A6 ACAS C	1,65	0,33	2,48	0	0
A7 ACAS C	0	0,17	0,17	0	0
A8 ACAS C	0,80	2,56	1,92	0	0,16
A4 AIA C	0,10	0,10	0	0	0
A5 AIA C	0	0	0,10	0	0
A6 AIA C	1,75	0,33	1,33	0	0,08
A7 AIA C	0,10	0,10	0,10	0	0
A8 AIA C	0,11	0	0,74	0	0
A7 APAN C	0,21	0	0,10	0	0
A8 APAN C	0,34	0	0	0	0
C1 AT C	0	0	0	0	0
C2 AT C	1,33	0	4	0	0
C3 AT C	0,34	0	0,34	0	0
C4 AT C	12,79	0	0,16	0	0
C5 AT C	35,19	0	12,96	0	0
C6 AT C	412,04	0	58,86	0	0
C7 AT C	245,21	0	0	0	0
C8 AT C	112,59	2,96	100,74	0	0
C4 ACAS C	0,63	0	1,25	0	1,04
C5 ACAS C	1,66	0,21	2,70	0,21	2,90
C6 ACAS C	1,68	0	0,19	0	1,87
C7 ACAS C	1,30	0	1,30	0	4,34
C8 ACAS C	0,00	0	0,42	0	0
C4 AIA C	1,27	0	0	0	0
C5 AIA C	0,20	0	0	0	0,10
C6 AIA C	0,00	0,26	0	0	0,17
C7 AIA C	0,20	0	0	0	0,10
C8 AIA C	0	0	0	0	0,43
C7 APAN C	0	0	0	0	0
C8 APAN C	0	0	0	0	0

Apêndice 4: Abundância (ind.100 m⁻³) de náuplio de eufausiáceos encontrados na BES e PNBC, nos períodos seco e chuvoso.

Ponto amostral	Náuplio
A1 AT S	0
A2 AT S	0
A3 AT S	0
A4 AT S	0
A5 AT S	0
A6 AT S	0
A7 AT S	0
A8 AT S	0
A4 ACAS S	0
A5 ACAS S	0,94
A6 ACAS S	0
A7 ACAS S	6
A8 ACAS S	3,31
A4 AIA S	0
A5 AIA S	0
A6 AIA S	0
A7 AIA S	0
A8 AIA S	0
A7 APAN S	0
A8 APAN S	0
C1 AT S	0
C2 AT S	0
C3 AT S	0
C4 AT S	0
C5 AT S	0
C6 AT S	0
C7 AT S	0
C8 AT S	0
C4 ACAS S	1,72
C5 ACAS S	0,49
C6 ACAS S	0,18
C7 ACAS S	0
C8 ACAS S	0
C4 AIA S	0
C5 AIA S	0
C6 AIA S	0
C7 AIA S	0
C8 AIA S	0
C7 APAN S	0
C8 APAN S	0
A1 AT C	0

Apêndice 4: Continuação

A2 AT C	0
A3 AT C	0
A4 AT C	1,38
A5 AT C	0
A6 AT C	0
A7 AT C	0
A8 AT C	0
A4 ACAS C	0
A5 ACAS C	0
A6 ACAS C	0
A7 ACAS C	0
A8 ACAS C	0
A4 AIA C	0
A5 AIA C	0
A6 AIA C	0
A7 AIA C	0
A8 AIA C	0
A7 APAN C	0
A8 APAN C	0
C1 AT C	0
C2 AT C	0
C3 AT C	0
C4 AT C	0
C5 AT C	0
C6 AT C	0
C7 AT C	0
C8 AT C	0
C4 ACAS C	1,04
C5 ACAS C	2,70
C6 ACAS C	0
C7 ACAS C	0
C8 ACAS C	0
C4 AIA C	0
C5 AIA C	0
C6 AIA C	0
C7 AIA C	0,10
C8 AIA C	0
C7 APAN C	0
C8 APAN C	0

Apêndice 5: Abundância (ind.100 m⁻³) de calyptopis de eufausiáceos encontrados na BES e PNBC, nos períodos seco e chuvoso.

Ponto amostral	Calyptopis				Não identificado
	<i>Euphausia</i> spp.	<i>Nematoscelis</i> spp.	<i>Stylocheiron</i> spp.	<i>Thysanopoda</i> spp.	
A1 AT S	0	0	0	0	0
A2 AT S	131,60	0	0	0	0
A3 AT S	49,70	0	0	0	0
A4 AT S	2,86	0	0	0	0
A5 AT S	1,01	0	0	0	0
A6 AT S	0	0	0	0	0
A7 AT S	17,05	1,14	2,27	0	0
A8 AT S	0	0	1,31	0	0
A4 ACAS S	0	0	0	0	0
A5 ACAS S	0	0	1,73	0	0
A6 ACAS S	0	0	0,26	0	0,13
A7 ACAS S	0	0,17	1,19	0	0,34
A8 ACAS S	0	0,14	0,14	0	0,55
A4 AIA S	0	0	0	0	0
A5 AIA S	0	0	0	0	0
A6 AIA S	0	0	0	0	0
A7 AIA S	0	0	0	0	0
A8 AIA S	107,26	0	0	0	0
A7 APAN S	0	0	0	0	0
A8 APAN S	0	0	0	0	0
C1 AT S	0	0	0	0	0
C2 AT S	0	0	0	0	0
C3 AT S	0,66	0	0	0	0
C4 AT S	41,03	0	0	0	0
C5 AT S	0	0	0	0	0
C6 AT S	10,63	5,32	5,32	0	0
C7 AT S	140,54	0	5,41	0	0
C8 AT S	6,33	5,06	0	2,53	0
C4 ACAS S	0,25	0,49	0,74	0	0,25
C5 ACAS S	0,98	2,45	3,76	0	0
C6 ACAS S	0	0	0	0	0
C7 ACAS S	0	4,36	0	0	4,36
C8 ACAS S	0	0	0	0	0
C4 AIA S	0	0	0,32	0	0
C5 AIA S	0	0,19	0,28	0	0
C6 AIA S	0	0	0	0	0
C7 AIA S	0	0	0	0	0,28
C8 AIA S	0,10	0,10	0,30	0	0
C7 APAN S	0	0	0	0	0
C8 APAN S	0	0	0	0	0
A1 AT C	0	0	0,33	0	0

Apêndice 5: Continuação

A2 AT C	4,06	0	0	0	0
A3 AT C	474,07	5,93	0	0	11,85
A4 AT C	0	1,38	0	0	1,38
A5 AT C	0,94	0	0	0	0,31
A6 AT C	14,61	0	0	0	0
A7 AT C	0,67	0	0	0	0
A8 AT C	2,31	0	0	0	0
A4 ACAS C	0	2,92	0,42	0	0
A5 ACAS C	0	0,34	4,07	0	1,19
A6 ACAS C	0,50	0,33	2,31	0	0
A7 ACAS C	0	0,17	0,17	0	0
A8 ACAS C	0,16	2,56	1,60	0	0,16
A4 AIA C	0	0,10	0	0	0
A5 AIA C	0	0	0,10	0	0
A6 AIA C	1,25	0,17	0,33	0	0
A7 AIA C	0	0	0,10	0	0
A8 AIA C	0,11	0	0,11	0	0
A7 APAN C	0	0	0	0	0
A8 APAN C	0	0	0	0	0
C1 AT C	0	0	0	0	0
C2 AT C	0,67	0	0	0	0
C3 AT C	0	0	0	0	0
C4 AT C	0,33	0	0	0	0
C5 AT C	2,78	0	0	0	0
C6 AT C	0	0	0	0	0
C7 AT C	183,91	0	0	0	0
C8 AT C	26,67	0	0	0	0
C4 ACAS C	0	0	1,25	0	0
C5 ACAS C	0,41	0	1,45	0	0,21
C6 ACAS C	0,37	0	0,19	0	1,87
C7 ACAS C	0,16	0	1,14	0	4,23
C8 ACAS C	0	0	0,42	0	0
C4 AIA C	0	0	0	0	0
C5 AIA C	0,10	0	0	0	0
C6 AIA C	0	0,26	0	0	0,17
C7 AIA C	0	0	0	0	0,10
C8 AIA C	0	0	0	0	0,43
C7 APAN C	0	0	0	0	0
C8 APAN C	0	0	0	0	0

Apêndice 6: Abundância (ind.100 m⁻³) de furcilia de eufausiáceos encontrados na BES e PNBC, nos períodos seco e chuvoso.

Ponto amostral	Furcilia				Não identificado
	<i>Euphausia</i> spp.	<i>Nematoscelis</i> spp.	<i>Stylocheiron</i> spp.	<i>Thysanopoda</i> spp.	
A1 AT S	0	0	0	0	0
A2 AT S	78,18	0	0	0	0
A3 AT S	179,88	0	0	0	0
A4 AT S	37,14	0	1,43	0	0
A5 AT S	13,16	11,65	17,72	0,51	0
A6 AT S	2,29	16,05	20,63	0	0
A7 AT S	28,41	11,36	29,55	1,14	0
A8 AT S	0	0	0	0	0
A4 ACAS S	3,02	0	0,15	0	0
A5 ACAS S	0	0	0,16	0	0,31
A6 ACAS S	0	0	0	0,13	0
A7 ACAS S	0	0	0,17	0	0
A8 ACAS S	0,41	0	0	0	0
A4 AIA S	0,07	0	0	0	0
A5 AIA S	0,48	0,07	0,14	0,07	0,07
A6 AIA S	0	0	0	0	0
A7 AIA S	0,09	0	0	0	0
A8 AIA S	89,39	17,88	23,84	8,94	0
A7 APAN S	0	0	0	0	0
A8 APAN S	0,11	0	0	0	0
C1 AT S	0,37	0	0	0	0
C2 AT S	26,33	0,94	0,94	0	0
C3 AT S	10,23	2,31	0,66	0,66	0
C4 AT S	127,64	4,56	22,79	0	0
C5 AT S	41,34	21,88	92,40	21,88	0
C6 AT S	180,73	42,52	42,52	0	0
C7 AT S	189,19	32,43	102,70	0	0
C8 AT S	24,05	10,13	46,84	0	0
C4 ACAS S	0,25	0	0,74	0	0
C5 ACAS S	3,27	0,33	3,43	0,49	1,47
C6 ACAS S	0	0	0	0	0,18
C7 ACAS S	0	0	0,34	0	0
C8 ACAS S	0	0	0	0,14	0
C4 AIA S	0	0	0	0	0
C5 AIA S	0,09	0,09	0,09	0	0
C6 AIA S	0	0	0	0	0
C7 AIA S	0,09	0	0,18	0	0
C8 AIA S	0,20	0,10	0,20	0,20	0
C7 APAN S	0	0	0	0	0

Apêndice 6: Continuação

C8 APAN S	0	0	0	0	0
A1 AT C	0	0	0	0	0
A2 AT C	10,63	0	1,88	0	0
A3 AT C	231,11	0	59,26	0	0
A4 AT C	23,45	0	42,76	0	2,76
A5 AT C	2,19	0	4,69	0	0
A6 AT C	116,89	0	0	0	0
A7 AT C	19,06	0	0	0	2,34
A8 AT C	85,55	4,62	0	2,31	0
A4 ACAS C	2,08	0	0,42	0	0
A5 ACAS C	0	0	0,17	0	0
A6 ACAS C	1,16	0	0,17	0	0
A7 ACAS C	0	0	0	0	0
A8 ACAS C	0,64	0	0,32	0	0
A4 AIA C	0,10	0	0	0	0
A5 AIA C	0	0	0	0	0
A6 AIA C	0,50	0,17	1	0	0,08
A7 AIA C	0,10	0,10	0	0	0
A8 AIA C	0	0	0,63	0	0
A7 APAN C	0,21	0	0,10	0	0
A8 APAN C	0,34	0	0	0	0
C1 AT C	0	0	0	0	0
C2 AT C	0,67	0	4	0	0
C3 AT C	0,34	0	0,34	0	0
C4 AT C	12,46	0	0,16	0	0
C5 AT C	32,41	0	12,96	0	0
C6 AT C	412,04	0	58,86	0	0
C7 AT C	61,30	0	0	0	0
C8 AT C	85,93	2,96	100,74	0	0
C4 ACAS C	0,625	0	0	0	0
C5 ACAS C	1,24	0,21	1,24	0,21	0
C6 ACAS C	1,31	0	0	0	0
C7 ACAS C	1,14	0	0,16	0	0
C8 ACAS C	0	0	0	0	0
C4 AIA C	1,27	0	0	0	0
C5 AIA C	0,10	0	0	0	0,10
C6 AIA C	0	0	0	0	0
C7 AIA C	0,20	0	0	0	0
C8 AIA C	0	0	0	0	0
C7 APAN C	0	0	0	0	0
C8 APAN C	0	0	0	0	0