

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

PEDRO DE SOUZA LAINO

DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE DOS DECÁPODES HOLO E
MEROPLANCTÔNICOS NA PORÇÃO NORTE DA BACIA DE CAMPOS E NA
BACIA DO ESPÍRITO SANTO, SUDESTE DO BRASIL

ARACRUZ

2017

PEDRO DE SOUZA LAINO

**DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE DOS DECÁPODES HOLO
E MEROPLANCTÔNICOS RELACIONADAS AOS PARÂMETROS
AMBIENTAIS NA PORÇÃO NORTE DA BACIA DE CAMPOS E NA BACIA
DO ESPÍRITO SANTO, SUDESTE DO 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

PEDRO DE SOUZA LAINO

**DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE DOS DECÁPODES HOLO
E MEROPLANCTÔNICOS RELACIONADAS AOS PARÂMETROS
AMBIENTAIS NA PORÇÃO NORTE DA BACIA DE CAMPOS E NA BACIA
DO ESPÍRITO SANTO, SUDESTE DO 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. Adriane Cristina A. Braga – Examinadora Interna
Universidade Federal do Espírito Santo/UFES

Prof. Dr. Andréa Green Koettker – Examinador Externo
Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida durante o período do curso, dando o apoio financeiro para que ele fosse concretizado.

Ao Prof. Dr. Luiz Fernando Loureiro Fernandes, que me acolheu e apresentou o “mundo dos organismos zooplânctônicos” dando-me a oportunidade de trabalho e aprendizado. Agradeço pela orientação, atenção e pela oportunidade de realizar esta pesquisa.

Ao PCR-ES/AMBES da Petrobras pelo apoio financeiro para a realização das coletas e disponibilização dos dados.

À equipe do Laboratório de Zooplâncton da Universidade Federal do Espírito Santo pelo companheirismo, aprendizado e apoio durante a realização do trabalho.

Ao Laboratório de Crustáceos e Plâncton da Universidade de Santa Catarina (UFSC) – na pessoa da Prof^a. Dr^a. Andrea Santarosa Freire, pela disponibilização do laboratório para a análise do material biológico.

A Andréia Green e Manoela Brandão pela ajuda nas identificações dos táxons de Decapoda.

Ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos e propiciar um ambiente de incentivo a pesquisa.

Ao Luciano Elia Jr. por toda ajuda e serviços prestados durante o processo de Mestrado.

Ao Dr. André Marafon de Almeida pelas orientações, correção e trocas de informações no laboratório.

Ao primo e amigo Caio Ribeiro Pimentel pelas dicas, ajuda e apoio durante a realização do trabalho.

Aos amigos da Base Oceanográfica da Universidade Federal do Espírito Santo pelo apoio e pelas horas de descontração.

A companheira de laboratório e amiga Lilian Demuner por todo apoio durante a elaboração do trabalho e pelos bons momentos de “coffe breaks”.

A Elisa Millán pela ajuda na confecção dos mapas e pela amizade durante todo o processo.

A Nairana Fraga e Flavia Zibral pelos anos de amizade e horas de descontração que amenizaram e facilitaram todo este processo.

Ao amigo Dr. Leandro Demuner (Baiano), por todos estes anos de amizade, e paciência em elucidar algumas dúvidas, além de algumas tentativas de entender a tão famosa bioestatística.

A todos os amigos que direta ou indiretamente fizeram parte desse processo.

Agradeço a toda minha família que sempre esteve presente, dando suporte emocional em todos os momentos, em especial a minha mãe Tônia Maria de Souza pela paciência, dedicação e amor conferidos nos momentos mais difíceis ao longo desse processo.

LISTA DE TABELAS

Capítulo I:

Tabela I. Resultado do teste SIMPER two way. Contribuição dos fatores abióticos para similaridade e dissimilaridade entre os grupos resultantes da análise de variância..... 23

Tabela II. Máximo, mínimo e média dos valores de temperatura (°C) distribuídos em cada massa d'água dos transectos amostrados no período seco e chuvoso. 23

Tabela III. Correlações de Spearman entre as variáveis de (T) temperatura (°C), (S) salinidade, (DT L.f) densidade total de *L. faxoni*, (DT L.t) densidade total de *L. typus*, (DT L. spp.) densidade total de *L. spp.* e (DT) densidade total de Luciferidae. As correlações foram significativas a nível de $p < 0,05$ 26

Capítulo II:

Tabela II I. Contribuição dos fatores abióticos para similaridade e dissimilaridade entre os grupos resultantes da análise de variância (teste SIMPER two way). 41

Tabela II II. Máximo, mínimo e média dos valores de temperatura (°C) distribuídos em cada massa d'água dos transectos amostrados no período seco e chuvoso..... 42

Tabela II III. Riqueza e diversidade de táxons de decápodes encontrados nas amostras distribuídas sobre a plataforma (PLAT) e talude (TAL), nas diferentes massas d'água, nos períodos seco (S) e chuvoso (C)..... 43

Tabela II IV. Abundância Relativa (AR) e Frequência de Ocorrência (FO) dos decápodes (90% dos táxons mais abundantes)..... 44

Tabela II V. Análise de variância com permutação (PERMANOVA) usada para comparar a distribuição das densidades dos decápodes entre os fatores Período, transecto e massa d'água. $P(\text{perm}) = p$ da PERMANOVA (Variâncias foram consideradas significantes quanto $p < 0,05$). 46

Tabela II VI. Teste post-hoc (PERMANOVA, pairwise test) realizado para comparação das tendências de variação das massas d'água. $t =$ Teste t; $P(\text{perm})$

= p da PERMANOVA (Variâncias foram consideradas significantes quanto $p < 0,05$). 46

Tabela II VII. Contribuição percentual (%) dos principais táxons para a similaridade (análise de SIMPER) dentro de cada grupo formado pelas massas d'aguas (AT – Água Tropical, ACAS – Água Central do Atlântico Sul, AIA – Água Intermediária Antártica, ACS – Água Circumpolar Sul e APAN – Água Profunda do Atlântico Norte). 47

Tabela II VIII. Contribuição percentual (%) dos principais táxons para a similaridade (análise de SIMPER) dentro de cada grupo (grupo A – Plataforma; grupo B – Talude) formado pelas amostras distribuídas na massa d'agua AT. 49

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I:

Figura 1. Mapa da Bacia sedimentar marinha do norte de Campos - RJ e do Espírito Santo, destacando dois transectos (A e B) com oito pontos de estudo cada 20

Figura 2. Dispersão dos valores de temperatura e salinidade distribuídos em cada massa d'água nos períodos seco e chuvoso. 24

Figura 3. Distribuição de Luciferidae. Proporção da densidade de indivíduos jovens, machos e fêmeas de Luciferidae distribuídos em cada transecto nos períodos secos e chuvosos. 25

Figura 4. Razão sexual para ambas as espécies de Luciferidae, os estágios iniciais de desenvolvimento (Lucifer spp.) apresentaram sexo indeterminado. 26

Figura 5. Análise de escalonamento multidimensional (MDS) das amostras de Luciferidae sobre a Plataforma e Talude. (a) Distribuição geral de Luciferidae; (b) Distribuição de *L. faxoni*; (c) Distribuição de *L. typus* e (d) Distribuição de Lucifer spp. 27

Figura 6. Disdistribuição de *L. faxoni* e *L. typus* nos transectos localizados sobre a plataforma e talude do norte de Campos – RJ (transecto A) e Espírito Santo (transecto B) nos períodos seco/2013 e chuvoso/2014. 28

Capítulo II:

Figura II 1. Mapa da Bacia sedimentar marinha do norte de Campos-RJ e do Espírito Santo, destacando dois transectos (A e B) com oito pontos de estudo cada.	39
Figura II 2. Dispersão dos valores de temperatura e salinidade distribuídos em cada massa d'água nos períodos seco e chuvoso.	41
Figura II 3. Distribuição da abundância (ind.100m-3) total de todos os táxons dos principais grupos de decápodes nos transectos localizados sobre a plataforma e talude do norte de Campos - RJ (transecto A) e Espírito Santo (transecto B) nos períodos seco/2013 e chuvoso/2014.	45
Figura II 4. Análise de ordenação das amostras por escalonamento multidimensional (MDS). Agrupamentos entre as densidades totais dos decápodes por massa d'água.	47
Figura II 5. Análise de agrupamento para a abundância dos táxons de decápodes distribuídos entre as regiões de plataforma (grupo A) e talude (grupo B).	48

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
OBJETIVOS	12
REFERÊNCIAS	14
CAPÍTULO I: DISTRIBUIÇÃO DO GÊNERO <i>Lucifer</i> (DECAPODA, LUCIFERIDAE) NO SUDOESTE DO ATLÂNTICO SUL	17
RESUMO	18
ABSTRACT	18
INTRODUÇÃO	19
METODOLOGIA	20
RESULTADOS	22
DISCUSSÃO	28
REFERÊNCIAS	31
CAPÍTULO II: DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE DOS DECAPODA HOLO E MEROPLANCTÔNICOS NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL	35
RESUMO	36
ABSTRACT	36
INTRODUÇÃO	37
METODOLOGIA	38
RESULTADOS	41
DISCUSSÃO	49
REFERÊNCIAS	51
APÊNDICE	54

INTRODUÇÃO

O conhecimento disponível sobre a comunidade zooplanctônica em oceanos, indica que esta é composta por organismos que se caracterizam por apresentar baixa densidade e alta diversidade específica (BOLTOVSKOY, 1981). As larvas de crustáceos decápodes são importantes componentes do zooplâncton, podendo representar mais de 50% da biomassa planctônica total (McCONAUGHA, 1992).

A Ordem Decapoda constitui cerca de um quarto de todas as espécies do Subfilo Crustacea (RUPERT; BARNES, 1996). Os decápodes são divididos nas Subordens Dendrobranchiata e Pleocyemata. A primeira possui a Infraordem Penaeidea, que são os decápodes que liberam diretamente os ovos na água, ao contrário da Subordem Pleocyemata, que libera os indivíduos na fase larval. A Subordem Pleocyemata é formada pelas Infraordens Stenopodidea, Caridea, Astacidea, Thalassinidea, Palinura, Anomura e Brachyura.

Os decápodes formam um grupo heterogêneo com hábitos de vida distintos, podendo ser pelágicos ou bentônicos quando adultos (BOLTOVSKOY, 1981; FRANZOZO; NEGREIROS-FRANZOZO, 1999). No ambiente planctônico estão divididos em holoplanctônicos, constituído por organismos que passam todo o seu ciclo de vida como membros do plâncton, e os meroplanctônicos, que passam parte do seu ciclo de vida no plâncton (BOLTOVSKOY, 1981; GORE, 1985; ANGER, 2001). Esses crustáceos ocupam o posto de segundo grupo mais abundante no zooplâncton das regiões costeiras do Brasil, superados apenas pela subclasse Copepoda (BRANDINI *et al.*, 1997).

Os estudos sobre a composição, abundância e distribuição das larvas planctônicas podem informar sobre a distribuição dos adultos, e os padrões sazonais de dispersão e retenção larval (BRANDÃO, 2010). É fundamental compreender como os fatores bióticos e abióticos afetam o ciclo de vida dos decápodes (LOPES *et al.*, 2006; SILVA-FALCÃO *et al.*, 2007). A composição e densidade das fases larvais dos crustáceos podem ser afetadas pelas características oceanográficas como massas d'água e circulação. Isso acontece porque a comunidade planctônica responde às alterações físicas e químicas do

ambiente aquático (BRANDINI *et al.*, 1997; LOPES *et al.*, 2006). Além do papel na dispersão e manutenção das populações adultas, muitos decápodes holo e meroplanctônicos constituem um elo entre os produtores primários e os níveis tróficos mais elevados, servindo de alimento para vários vertebrados e invertebrados marinhos (PARANAGUÁ *et al.*, 2000; SCHWAMBORN *et al.*, 2001).

Os decápodes holo e meroplanctônicos são dispersos segundo os padrões de circulação de cada região, uma vez que não possuem capacidade de vencer as correntes marinhas (WOLANSKI; SARSENSKI, 1997). Roughgarden *et al.* (1988) sugerem que as condições oceanográficas determinam a escala de dispersão larval zooplanctônica. Esse transporte pode ser para regiões afastadas da costa ou direcionadas para regiões costeiras no processo inverso (PINEDA, 2000).

A plataforma continental do sudeste brasileiro é marcada por importantes feições geológicas, a qual apresenta uma largura bastante variada, como por exemplo, extensão de 35 km em frente ao Rio Doce no estado do Espírito Santo e 110 km a partir do Cabo de São Tomé no Rio de Janeiro (RODRIGUES; LORENZZETTI, 2000). Silveira (2006) conclui que as estruturas geomorfológicas presentes no Atlântico Sul interagem e condicionam a circulação oceânica, com maior influência no seu contorno oeste. Estas regiões sofrem ação da Corrente do Brasil (CB), uma corrente de contorno com fluxo orientado de NE para SW, que flui em direção às altas latitudes ao longo da linha de quebra de Plataforma Continental Brasileira durante a maior parte do ano (SILVEIRA *et al.*, 2000). A CB é formada pelo empilhamento de águas características do Atlântico Sul, sendo encontradas nos primeiros três quilômetros de coluna d'água a Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Água Intermediária Antártica (AIA), Água Circumpolar Superior (ACS) e Água Profunda do Atlântico Norte (APAN) (SILVEIRA *et al.*, 2000).

A análise da ecologia larval dos invertebrados marinhos é necessária para a compreensão dos processos que afetam a ecologia dos indivíduos adultos (OLSON; OLSON, 1989). Para isso é importante avaliar os padrões de dispersão dos organismos marinhos, incluindo crustáceos decápodes, através da dispersão planctônica. Sale e Kritzer (2003) concluem que são necessárias

abordagens em grande escala dos padrões de dispersão planctônica, os quais favorecerão uma gestão apropriada desses recursos naturais. Existem poucos trabalhos de distribuição espacial em larga escala de decápodes holo e meroplanctônicos, devido a sua complexidade. Conhecer os locais de retenção larval e o potencial de distância de dispersão implicam diretamente na gestão dos recursos marinhos naturais (JONES et al., 2007).

A compreensão da distribuição espacial a partir das fases larvais dos invertebrados marinhos em larga escala é um processo relativamente novo do ponto de vista científico (HILÁRIO et al., 2015). A distribuição espacial desses organismos zooplanctônicos, a interação dos processos biológicos, químicos e físicos em diferentes escalas precisam ser avaliados (COWEN et al., 2007). Segundo Hilário et al. (2015) dada a expansão eminente da exploração dos recursos marinhos, informações relevantes sobre a distribuição espacial das fases planctônicas desses organismos são necessárias com urgência.

Esta dissertação segue a formatação de artigo científico, na qual estão incluídos dois capítulos. O primeiro capítulo descreve a distribuição espacial e temporal, bem como a proporção sexual das espécies do gênero *Lucifer* no sudoeste do Atlântico Sul. Por fim, o segundo capítulo trata da biodiversidade larval dos decápodes holo e meroplanctônicos na região do sudoeste do Atlântico Sul em transectos localizados na porção norte da Bacia de Campos e na porção mediana da Bacia do Espírito Santo nos períodos seco de 2013 e chuvoso de 2014.

OBJETIVOS

Capítulo I: DISTRIBUIÇÃO DO GÊNERO *Lucifer* (DECAPODA, LUCIFERIDAE) NO SUDOESTE DO ATLÂNTICO SUL.

Objetivo Geral: Avaliar a distribuição espacial e temporal da abundância do gênero *Lucifer* entre as massas d'água do sudoeste do Atlântico Sul em transectos localizados na porção norte da Bacia de Campos e na porção mediana da Bacia do Espírito Santo, e a relação da distribuição com as variáveis abióticas, assim como a proporção sexual de *Lucifer faxoni* e *Lucifer typus*.

Objetivos Específicos:

- Identificar e quantificar as espécies da família Luciferidae;
- Detectar padrões de distribuição espacial entre as massas d'águas nas estações seca e chuvosa;
- Verificar as possíveis relações da distribuição dos Luciferidae com as variáveis abióticas (temperatura e salinidade);
- Verificar a distribuição da comunidade de Luciferidae sobre a plataforma continental e talude;
- Avaliar a proporção sexual das espécies de *L. faxoni* e *L. typus*.

Hipóteses:

A região de plataforma continental apresenta maiores abundâncias dos camarões holoplanctônicos em relação as regiões sobre o talude em meio a águas oligotróficas do sudeste do Atlântico Sul.

Capítulo II: DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE DOS DECAPODA HOLO E MEROPLANCTÔNICOS NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL.

Objetivo Geral: Identificar, analisar e comparar a distribuição dos decápodes holo e meroplanctônicos, distribuídos entre as massas d'água de transectos localizados na porção norte da Bacia de Campos e na porção mediana da Bacia do Espírito Santo.

Objetivos específicos:

- Identificar e quantificar os decápodes holo e meroplanctônicos presentes na área de estudo;
- Verificar a ocorrência de variação vertical e horizontal na abundância, riqueza e diversidade de decápodes holo e meroplanctônicos;
- Analisar e discutir a influências das variáveis ambientais nos dados de distribuição obtidos, com base na abundância e frequência de ocorrência dos táxons de Decapoda.

Hipótese:

A região do talude é um ambiente favorável à alta diversidade e riqueza de crustáceos decápodes holo e meroplanctônicos na porção norte da Bacia de Campos e na porção mediana da Bacia do Espírito Santo, em meio as diferentes massas d'água presentes na região.

REFERÊNCIAS

- ANGER, K. 2001. The biology of decapod crustacean larvae: Crustacean (14). Balkema Publishers. Rotterdam, Netherlands, 419p.
- BOLTOVSKOY, D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP, Mar del Plata, 933p.
- BRANDÃO, M.C. 2010. Variação espaço-temporal das larvas de Decapoda do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Dissertação. Florianópolis, SC. 121 p.
- BRANDINI, F. P.; LOPES, R. M.; GUSTSEIT, K. S.; SPACH, H. L. e SASSI, R. 1997. Planctonologia na Plataforma Continental do Brasil - Diagnose e revisão bibliográfica. FEMAR, Rio de Janeiro, 196p.
- COWEN, R., GAWARKIEWICZ, G., PINEDA, J., THORROLD, S., e WERNER, F. 2007. População conectividade em sistemas marinhos: An overview. *Oceanography*. 20(3):14–21.
- FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Decapoda. *In* MIGOTO, A. E. e THIAGO, C. G. 1999. Invertebrados Marinhos – Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. FAPESP, São Paulo, 310p.
- GORE, R.H. Molting and growth in decapod larvae. *In*: WENNER, A.M. Larval growth. *Crustacean*. 9(2): 1-65. 1985.

HILÁRIO, A.; METAXAS, A.; GAUDRON, S.; HOWELL, K.; MERCIER, A.; MESTRE, N.; ROSS, R. E.; THURNHERR, A. e YOUNG, C. 2015. Estimating dispersal distance in the deep sea: challenges and applications to marine reserves. *Frontiers in Marine Science*. (2) 2296-7745.

JONES, P. G; SRINIVASAN, M. e. ALMANY G. R. 2007. Population connectivity and conservation of marine biodiversity. *Oceanography*. 3:(20) 100-111.

LOPES R.M.; KATSURAGAWA, M.; MONTÚ, M.A.; MUELBERT, J.H ; DIAS, J. F.; GORRI, C. ; BRANDINI, F.P. 2006. Zooplankton and ichthyoplankton distribution on the southern Brazilian shelf: an overview. *Scientia Marina*, v. 70. 2: 189-202.

McCONAUGHA J.R. 1992. Decapod larvae: dispersal mortality, and ecology. A working hypothesis. *American Zoologist*. 32: 512-523

OLSON R.R; OLSON M.H. Food limitation of planktotrophic marine invertebrate larvae: does it control recruitment success *Annual Review of Ecology and Systematics*. 20:225-47. 1989.

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

PINEDA, J. 2000. Linking larval sttlement to larval transport: assumptions, potentials and pitfalls. *Oceanography of the Eastern Pacific*. 1: 84-105.

RODRIGUES, R.R.; LORENZZETTI, J.A. 2000. A numerical study of the effects of bottom topography and coastline geometry on the Southeast Brazilian coastal upwelling, *Cont. Shelf Res.*, 21, 371 – 394.

ROUGHGARDEN, J.; GAINES, S. e POSSINGHAM, H. 1988. Recruitment dynamics in complex life cycles. *Science*. 241: 1460-L466.

RUPPERT, E.E. & BARNES, R.D. 1996. *Zoologia dos Invertebrados*. 6º edição. São Paulo, Roca. 1029 p.

SALE, P. F.; KRITZER, J. P. 2003. Determining the extent and spatial scale of population connectivity: decapods and coral reef fishes compared. *Fisheries Research*. (65): 153–172.

SCHWAMBORN, R.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SILVA, T. A.; SILVA, A. P.; EKAU, W. e SAINT-PAUL, U. 2001. Distribution and dispersal of decapod crustacean larvae and other zooplankton in the Itamaracá estuarine system, Brazil. *Tropical Oceanography*. 29(1): 1-17.

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

SILVEIRA, I.C.A. DA; SCHMIDT, A. K.; CAMPOS, E.J.D.; DE GODOI, S.S.; IKEDA, Y. 2000. “A Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira.” *Rev. Bras. Oceanogr.*, 48(2), pp. 171-183.

SILVEIRA, I. C. A. O. 2006. Sistema Corrente do Brasil na Bacia de Campos, RJ. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, USP, Brasil. 160p.

WOLANSKI, E.; SARSENSKI, J. 1997. Larvae dispersion in coral reefs and mangroves. *American Scientist*. 85: 236-243.

CAPÍTULO I:**DISTRIBUIÇÃO DO GÊNERO *Lucifer* (DECAPODA, LUCIFERIDAE) NO
SUDOESTE DO ATLÂNTICO SUL.**

Artigo formatado segundo as regras da Brazilian Journal of Oceanography (Braz. j. oceanogr.) ISSN (1679-8759), Impact Factor (2015/2016) = 0.621, Qualis CAPES = Estrato B1

DISTRIBUIÇÃO DO GÊNERO *Lucifer* (DECAPODA, LUCIFERIDAE) NO SUDOESTE DO ATLÂNTICO SUL.

Laino, P.S.²; Almeida, A.M.²; Loureiro Fernandes, L.F.^{1,2}

¹Departamento de Oceanografia e Ecologia, Universidade Federal do Espírito Santo

²Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental

RESUMO

A distribuição espacial e temporal, bem como a proporção sexual das espécies de *Lucifer* no sudoeste do Atlântico Sul foram avaliadas por meio de coletas na porção norte da Baía de Campos e na porção mediana da Baía do Espírito Santo, no período seco/2013 e chuvoso/2014. Foram obtidas 96 amostras distribuídas em cinco massas d'água através de arrastos horizontais em dois transectos. Um total de 1.210 indivíduos da família Luciferidae foram encontrados, não havendo diferença entre as densidades nos períodos seco e chuvoso ($t = 1,664$; $p = 0,068$), apenas entre as massas d'água ($p=0,001$). O teste *post hoc* mostrou que a Água Tropical diferiu das demais massas ($p<0,05$). A proporção sexual diferiu estatisticamente (X^2 , $p<0,05$), mostrando que as fêmeas de *L. faxoni* (1.34♀:1♂) e *L. typus* (1.66♀:1♂) foram mais abundantes do que os machos. A análise de MDS apontou diferença na distribuição entre a plataforma continental e talude ($t = 6,150$; $p = 0,001$) representados preferencialmente por *L. faxoni* distribuídos sobre a plataforma, *L. typus* distribuído exclusivamente sobre o talude e *Lucifer* spp. com ampla distribuição. De forma geral, os camarões luciferídeos foram mais frequentes e abundantes em águas oligotróficas superficiais sobre a plataforma continental.

Palavras-Chave: ZOOPLÂNCTON; HOLOPLÂNCTON; MASSAS D'ÁGUA; DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

ABSTRACT

The spatial and temporal distribution, as well as the sex ration of the *Lucifer* species in the southwestern South Atlantic were evaluated by sampling the northern portion of the Campos Basin and the median portion of the Espírito Santo Basin in the dry (2013) and rainy (2014) seasons. Ninety-six samples were obtained in five water masses through horizontal tows at two transects. A total of 1,210 individuals of the Luciferidae family were found, with no differences in densities between the dry and rainy seasons ($p = 0.600$; $p = 0.068$), only between the water masses ($p = 0.001$). The *post-hoc test* showed that the Tropical Water differed from the other water masses ($p < 0.05$). The sex ratio differed statistically (X^2 , $p < 0.05$), showing that females of *L. faxoni* (1.34♀: 1♂) and *L. typus* (1.66♀: 1♂) were more abundant than males. The MDS analysis pointed to differences between distributions in the continental shelf and slope ($t = 6.150$; $p = 0.001$), represented preferably by *L. faxoni* over the continental shelf, *L. typus* distributed exclusively over the slope and *Lucifer* spp. with a wide distribution. In general, luciferiid shrimps were more frequent and abundant in the surface oligotrophic waters of the continental shelf.

Keywords: ZOOPLANKTON; HOLOPLANKTON; WATER MASSES; SPATIAL DISTRIBUTION

INTRODUÇÃO

A família Luciferidae De Haan, 1849 é composta por sete espécies de pequenos camarões holoplanctônicos pertencentes ao gênero *Lucifer* Thompson, 1829. Estes ocorrem desde a costa até ambientes oceânicos (HASHIZUME; OMORI, 1995), exercendo um grande papel na reciclagem de nutrientes e na distribuição da matéria orgânica (VEGA-PÉREZ, 1993; FUGIMURA *et al.*, 2005), fazendo parte da dieta de inúmeros peixes costeiros (PASCUAL *et al.*, 2002). De acordo com Costa *et al.* (2000) ocorrem apenas duas espécies do gênero *Lucifer* na costa brasileira, sendo elas *L. faxoni* Borradaile (1915) e *L. typus* H. Milne-Edwards (1837). As outras espécies deste gênero são descritas ocorrendo nos oceanos Índico e Pacífico (ANTONY, 2005; FUGIMURA *et al.*, 2005).

Os camarões deste gênero ocorrem geralmente em camadas superficiais de águas tropicais e subtropicais e às vezes podem se tornar o maior componente da superfície entre as comunidades zooplancônicas (OMORI, 1992), podendo ter sua composição, distribuição e densidade afetados pelas características oceanográficas das massas d'água e circulação. Isso acontece porque a comunidade planctônica responde às diversas alterações físicas e químicas existentes no ambiente aquático em que vive (BRANDINI *et al.*, 1997; LOPES *et al.*, 2006). Sem mencionarmos os fatores biológicos referentes a disponibilidade de alimento e predação (ANGER, 2001).

A região de plataforma continental ao longo da costa sudeste brasileira apresenta dimensões variadas, cuja extensão é de 35 km em frente ao Rio Doce no estado do Espírito Santo e 110 km a partir do Cabo de São Tomé mais ao sul, no estado do Rio de Janeiro (RODRIGUES; LORENZZETTI, 2000). Esta região sofre ação da Corrente do Brasil (CB), uma corrente de contorno com fluxo orientado de NE para SW, que flui em direção às altas latitudes ao longo da linha de quebra da Plataforma Continental Brasileira, durante a maior parte do ano (SILVEIRA *et al.*, 2000). Esta corrente é formada pelo empilhamento de águas características do Atlântico Sul, onde são encontradas nos primeiros três quilômetros de coluna d'água a Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Água Intermediária Antártica (AIA), Água Circumpolar Superior (ACS) e Água Profunda do Atlântico Norte (APAN) (SILVEIRA *et al.*, 2000).

Estas características geomorfológicas e hidrográficas da plataforma brasileira têm implicações diretas sobre a composição, biomassa, distribuição espacial e dinâmica temporal da comunidade planctônica, assim como nos camarões Luciferídeos, interferindo nos estoques biológicos de topo da teia alimentar onde estão incluídos quase todos os organismos de interesse comercial (BRANDINI *et al.*, 1997).

No Brasil, estudos sobre o gênero *Lucifer* focaram na sua biologia, ocorrência, distribuição geográfica e/ou ecológica (LÓPEZ, 1966; ALVAREZ, 1988; D'INCAO, 1997; FUGIMURA *et al.*, 2005; CUNHA *et al.*, 2012; TEODORO *et al.*, 2012; MELO *et al.*, 2014; TEODORO *et al.*, 2014; MARAFON-ALMEIDA *et al.*, 2016). Uma avaliação da estrutura deste gênero sob o cenário oceanográfico da plataforma brasileira é importante para compreender a capacidade de produção do sistema planctônico e suas implicações nos estoques pesqueiros da Zona Econômica Exclusiva (ZEE). Neste contexto, as informações obtidas no presente trabalho complementam os estudos prévios realizados sobre a abundância, distribuição espacial e temporal, bem como a proporção sexual de *L. faxoni* e *L. typus*, e a relação da distribuição destas espécies com as variáveis abióticas em águas sobre a plataforma continental e regiões oceânicas no sudeste do Brasil.

METODOLOGIA

As amostras foram coletadas em dois transectos contendo oito estações amostrais cada, um na porção norte da Bacia de Campos (transecto **A**) e outro na porção mediana da Bacia do Espírito Santo, próximo à desembocadura do Rio Doce (transecto **B**) (Fig. 1), no período seco de 2013 e chuvoso de 2014.

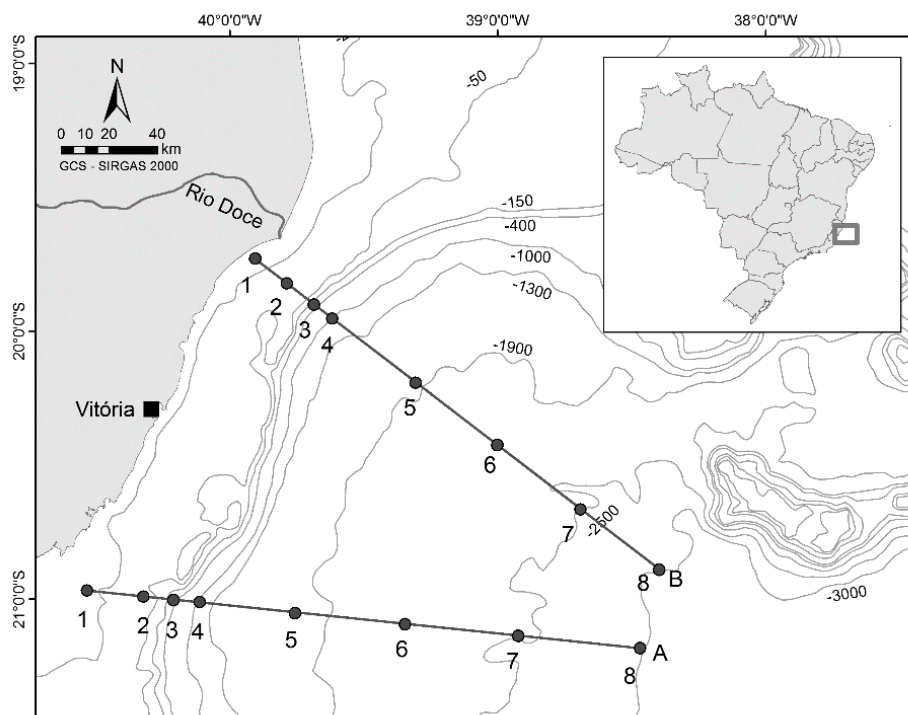


Figura 1. Mapa da Bacia sedimentar marinha do norte de Campos - RJ e do Espírito Santo, destacando dois transectos (A e B) com oito pontos de estudo cada

Arrastos horizontais foram feitos em cinco diferentes massas d'água (AT-5m, ACAS-250m, AIA-800m, ACS-1.200m e APAN-2.300m) através de um sistema de redes com abertura e fechamento múltiplo (MOCNESS), dotado de um fluxômetro, obtendo-se um total de 96 amostras. Para coleta do zooplâncton foi adotada uma malha de 200 μm , sendo utilizada uma rede exclusiva para cada massa d'água amostrada. Os arrastos foram realizados entre 18h e 06h para minimizar o impacto da migração vertical diária dos organismos, com duração de 5 minutos na AT, 10 minutos na ACAS e 20 minutos na AIA, ACS e APAN.

As amostras foram fixadas em formaldeído tamponado com tetraborato de sódio a uma concentração final de 4%. Perfis de CTD/Rosette equipado com garrafas de Niskin coletaram, em cada estação, características físico-químicas da coluna d'água como temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e salinidade.

No Laboratório de Zooplâncton da Base Oceanográfica da UFES, subamostras foram obtidas através do fracionador Folsom Plankton Sample Splitter (HydroBios[®]), sendo o número de divisões ($1/2$, $1/4$, $1/8$...) feito de modo a garantir uma ocorrência média de 150 larvas de Decapoda nas primeiras massas d'água (AT), e nas demais massas, triado seu volume total.

As amostras obtidas foram analisadas em câmaras de Bogorov sob microscópio estereoscópico (Nikon SMZ800) para a separação e contagem dos organismos alvo (Luciferidae), sendo os mesmos identificados em nível específico de acordo com a literatura especializada (BOWMAN e MCCAIN, 1967; D'INCAO, 1997 e NAOMI *et al.*, 2006), através de estruturas morfológicas de importância taxonômica, e observação dos caracteres sexuais secundários. As larvas de Luciferidae (mysis I e II) e pós larva foram classificadas como *Lucifer* spp.

Os valores de densidade larval foram expressos em indivíduos 100m^{-3} , calculados levando em consideração o tamanho da alíquota e o volume de cada amostra estimado a partir da leitura do fluxômetro.

A análise de variância multivariada com permutações (PERMANOVA) foi usada para avaliar o efeito da interação entre a abundância total da família Luciferidae e sua distribuição ao longo das massas d'água nos dois transectos e entre os períodos seco e chuvoso. A similaridade entre as amostras foi calculada pelo índice de Bray-Curtis (LEGENDRE; LÉGENRE, 2006). O teste *post-hoc* (PERMANOVA, *pairwise test*) foi realizado para verificar quais massas d'água variaram através das médias significativamente diferentes (ZAR, 1996; UNDERWOOD, 2006). O teste SIMPER foi

usado para determinar quais fatores ambientais mais contribuíram para a similaridade, assim como a dissimilaridade, entre os períodos e massas d'água.

Foi realizada uma análise de ordenação das amostras por escalonamento multidimensional (MDS) para verificar possíveis agrupamentos entre as densidades totais de *Luciferidae* nas amostras coletadas na plataforma e talude, baseado em índices de similaridade (Bray-Curtis). A análise de porcentagem de similaridade (SIMPER) foi aplicada a fim de verificar quais táxons mais contribuíram em porcentagem de similaridade para os grupos formados na análise de agrupamento.

As relações entre a distância dos parâmetros ambientais abióticos (temperatura e salinidade) com a densidade total de *L. faxoni* e *L. typus*, foram analisadas estatisticamente, utilizando o coeficiente de correlação de Spearman. Para este teste, os dados foram transformados através da função $\text{Log}(x+1)$.

Todos os testes foram realizados com o auxílio dos programas PRIMER[®] 6.0 (CLARKE; GORLEY, 2006) e STATISTICA[®] 7.0 (Statsoft, 2004). A proporção sexual foi definida através da utilização do teste Qui-quadrado (χ^2). Para todas as análises foram consideradas as diferenças significativas quando $p < 0,05$.

RESULTADOS

A temperatura e salinidade variaram de acordo com cada massa d'água presente na região, onde os maiores valores foram observados nas águas mais superficiais (Fig. 2). O teste estatístico PERMANOVA, comparando a distribuição dos dois fatores abióticos, apontou variações entre os períodos ($p < 0,05$) e entre as massas d'água ($p = 0,001$), assim como suas interações ($p = 0,001$). O teste SIMPER, usado para determinar quais fatores ambientais mais contribuíram para a similaridade assim como a dissimilaridade entre o período e massas d'água, mostrou que a temperatura foi a principal causa destas variações (Tabela I). A diferença entre o período seco e chuvoso (*pairwise test*: $t = 1,9618$; $p = 0,052$), teve contribuição da massa d'água AT (*pairwise test*: $t = 4,8148$; $p = 0,001$), o qual apresentou maiores médias de temperatura para o período chuvoso, diferindo-se do período seco (ANOVA; $F = 9,990918$; $p = 0,000121$) (Tabela II). De modo geral, os gradientes de salinidade apresentaram uma média de 37 na AT, 35,3 na ACAS, 34,3 na AIA, 34,5 na ACS e média de 34,9 na APAN, para ambos os períodos (ANOVA; $F = 0,05337$; $p = 0,983649$).

Tabela I. Resultado do teste SIMPER *two way*. Contribuição dos fatores abióticos para similaridade e dissimilaridade entre os grupos resultantes da análise de variância.

Grupo	Salinidade		Temperatura	
	Av.Sim	Contrib%	Av.Sim	Contrib%
AT	54,7	55,1	44,5	44,9
ACAS	60,3	60,7	39,0	39,3
AIA	72,6	72,9	27,0	27,1
ACS	75,8	75,8	24,2	24,2
APAN	77,4	77,7	22,2	22,3
Seco	62,3	62,7	37,1	37,3
Chuvoso	61,7	62,1	37,6	37,9

Tabela II. Máximo, mínimo e média dos valores de temperatura (°C) distribuídos em cada massa d'água dos transectos amostrados no período seco e chuvoso.

	Grupo	Estação Seca			Estação Chuvosa		
		Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média
A	AT	24,1	22,4	23,9	28,2	23,3	27,7
	ACAS	16,0	12,8	15,4	15,8	14,6	15,6
	AIA	5,0	4,7	4,7	5,1	4,5	4,8
	ACS	3,7	3,5	3,5	3,6	3,5	3,5
	APAN	3,0	3,0	3,0	3,1	3,0	3,1
B	AT	24,6	22,8	24,2	28,2	22,1	27,5
	ACAS	16,3	14,1	15,6	16,3	13,8	16,0
	AIA	6,2	4,9	4,9	4,8	4,7	4,7
	ACS	3,5	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6
	APAN	3,0	2,6	2,8	3,1	2,8	2,9

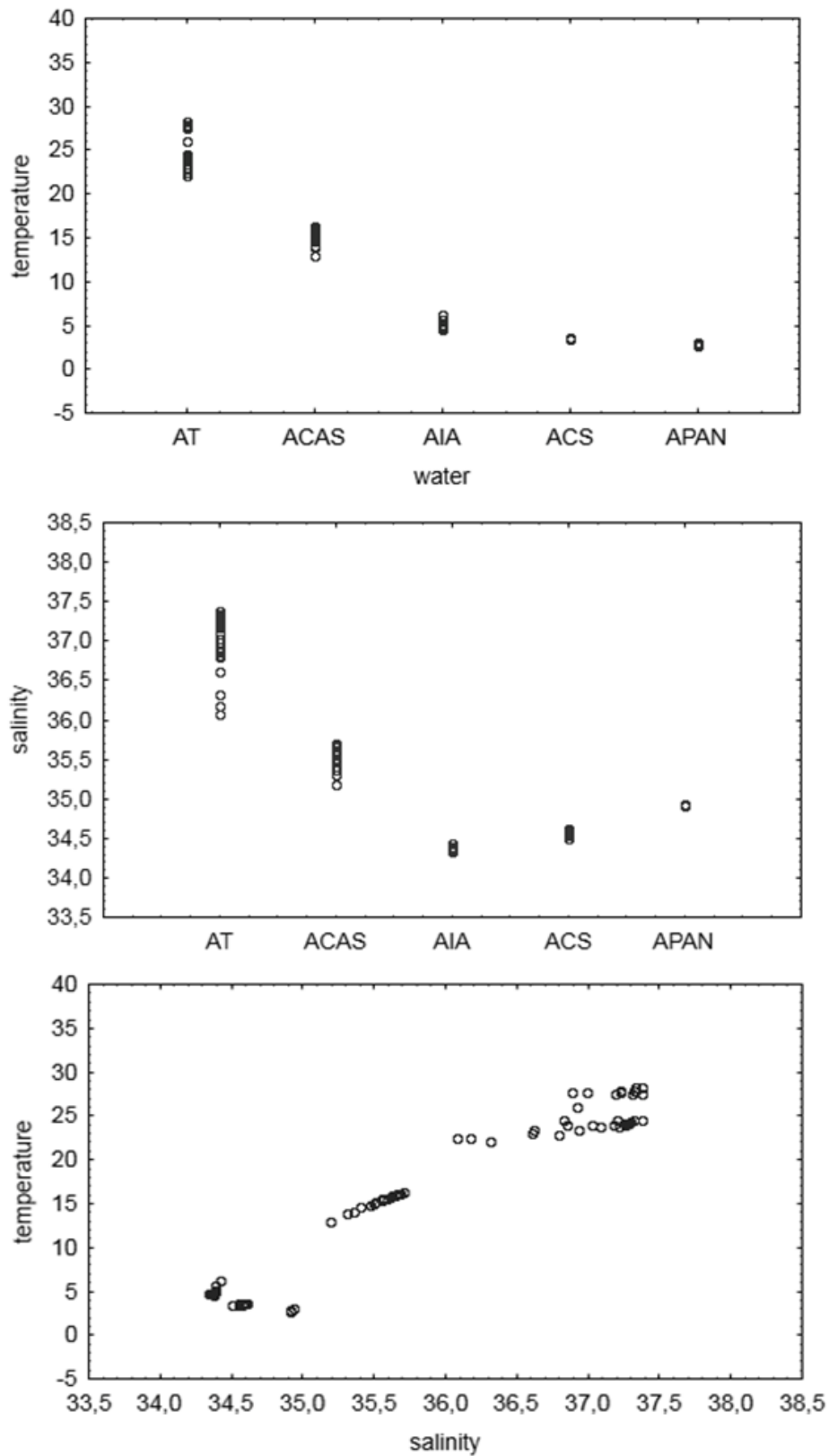


Figura 2. Dispersão dos valores de temperatura e salinidade distribuídos em cada massa d'água nos períodos seco e chuvoso.

Um total de 1.210 indivíduos da família Luciferidae foram encontrados nas amostras coletadas distribuídas nos dois transectos estudados, entre os períodos seco e chuvoso. Deste total 1.025 ocorreram no período seco e 185 no período de maior pluviosidade, indicando diferença significativa entre as quantidades (Test $t = 2,7311$; $p = 0,0069$). A comparação da densidade revelou uma diferença significativa apenas entre as massas d'água (PERMANOVA, $p = 0,001$). O teste post-hoc (PERMANOVA *pairwise test*) mostrou que somente a massa d'água mais superficial (AT) diferiu significativamente das demais (ACAS: $t = 5,235$; $p = 0,001$) (AIA: $t = 4,507$; $p = 0,001$) (ACS: $t = 4,853$; $p = 0,001$) (APAN: $t = 3,352$; $p = 0,001$).

Foram encontradas duas espécies do gênero *Lucifer* compondo o total dos Luciferidae nas amostras analisadas, 765 foram de *Lucifer faxoni* e 206 de *Lucifer typus*, sendo identificado entre estes, indivíduos machos e fêmeas, além dos estágios larvais (mysis e pós larva) denominados de *Lucifer spp.* (239). As espécies jovens do gênero *Lucifer* apresentaram densidades maiores no período seco, enquanto as fêmeas apresentaram maior densidade no período chuvoso (Fig. 3).

A razão sexual diferiu para ambas as espécies de Luciferidae (χ^2 , $p < 0.05$), onde a proporção entre os sexos de *L. faxoni* (1,34♀:1♂) ($\chi^2 = 16,10$; $p = 0.0001$) assim como para *L. typus* (1,66♀:1♂) ($\chi^2 = 13,22$; $p = 0.0004$), mostrou que as fêmeas apresentaram um número significativamente maior em relação aos indivíduos machos (Fig. 4). E entre as espécies, *L. faxoni* foi mais abundante do que *L. typus*.

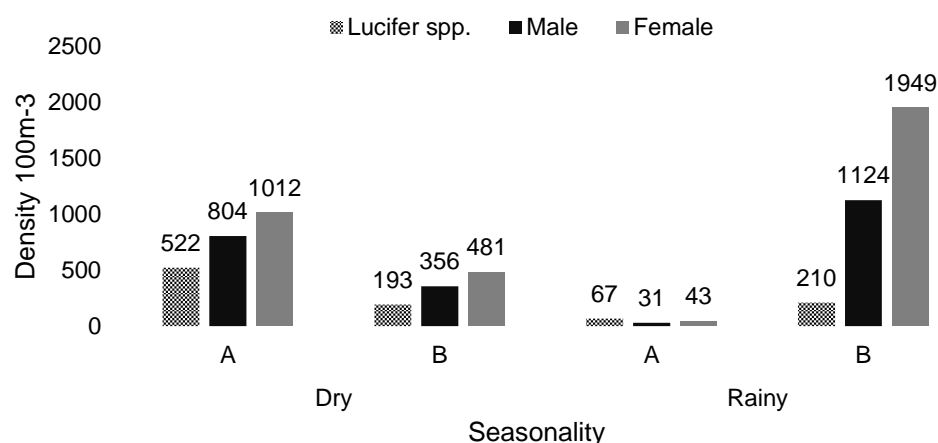


Figura 3. Distribuição de Luciferidae. Proporção da densidade de indivíduos jovens, machos e fêmeas de Luciferidae distribuídos em cada transecto nos períodos secos e chuvosos.

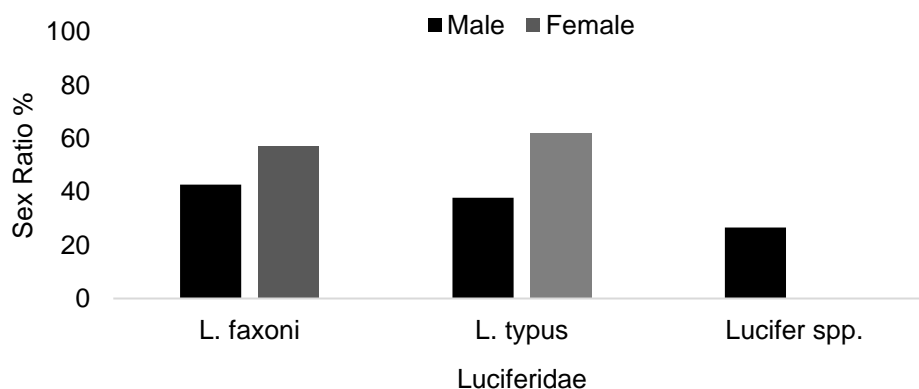


Figura 4. Razão sexual para ambas as espécies de Luciferidae, os estágios iniciais de desenvolvimento (*Lucifer spp.*) apresentaram sexo indeterminado.

Na análise de correlação entre os parâmetros bióticos e abióticos distribuídos nos dois transectos e nas estações seca e chuvosa, foram assinaladas correlações negativas entre a temperatura e salinidade ($p > 0,05$). Esta correlação ocorre em decorrência dos maiores valores de temperatura associados as massas d'água mais superficiais. A densidade total de Luciferidae também apresentou correlação negativa com a densidade de *Lucifer spp.* e as densidades de *L. faxoni* (Tabela III).

A análise de escalonamento multidimensional (MDS) foi elaborado para a visualização da distância entre a densidade total das espécies de Luciferidae nos agrupamentos distribuídos na plataforma e no talude (Fig. 5.a), revelando duas regiões distintas (PERMANOVA *pairwise test*, $t = 6,1503$; $p = 0,001$). A distribuição dos Luciferídeos apresentaram três grupos, um representado pela espécie *L. faxoni* encontrada preferencialmente nas águas sob a plataforma continental (SIMPER, 69%) e no talude (SIMPER, 27%) (Fig. 5.b), outro grupo de *L. typus* exclusivamente distribuído nas águas oceânicas do talude (SIMPER, 41%) (Fig. 5.c) e um último agrupamento de *Lucifer spp.* apresentando uma ampla distribuição, tanto em águas da plataforma (SIMPER, 31%) quanto do talude (SIMPER, 32%) (Fig. 5.d).

Tabela III. Correlações de Spearman entre as variáveis de (T) temperatura (°C), (S) salinidade, (DT L.f) densidade total de *L. faxoni*, (DT L.t) densidade total de *L. typus*, (DT L. spp.) densidade total de *L. spp.* e (DT) densidade total de Luciferidae. As correlações foram significativas a nível de $p < 0,05$.

	DT	DT L. spp.	DT L. f	DT L. t	T (°C)
DT L. spp.	0,85957				
DT L. f	0,79392	0,62309			
DT L. t	0,56336	0,44474	0,21942		
T (°C)	0,56121	0,49803	0,39042	0,41746	
S	0,54105	0,47553	0,37284	0,42462	0,82017

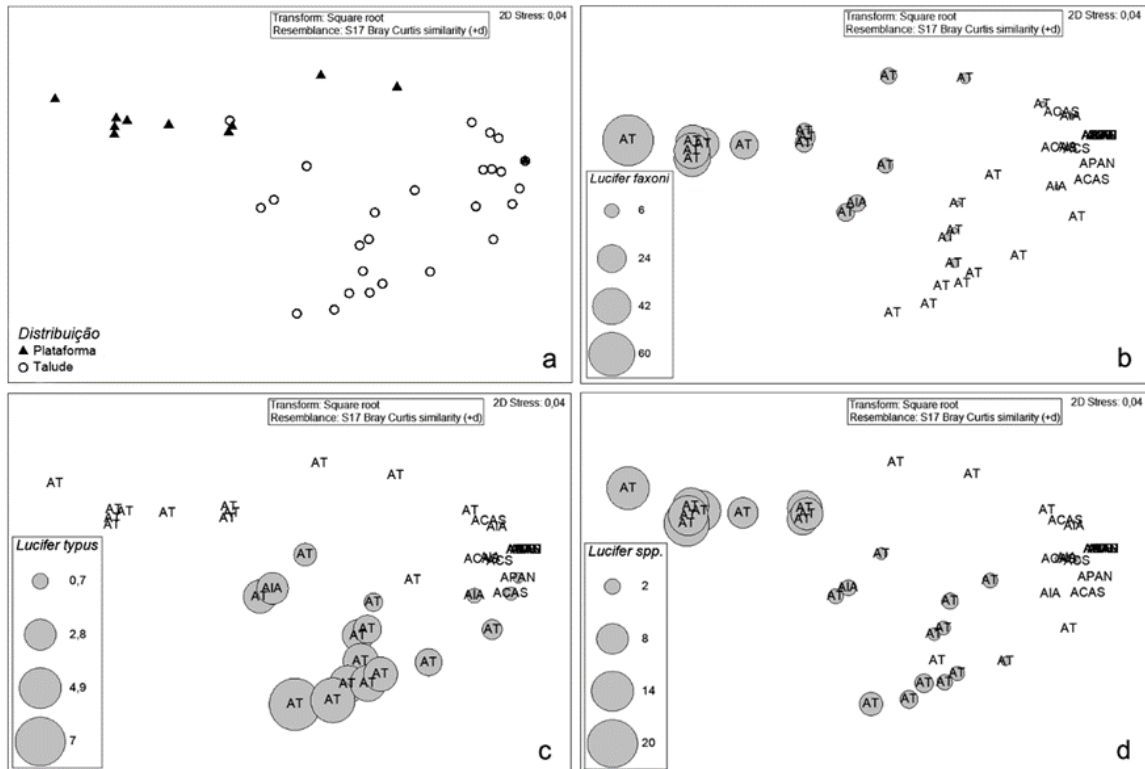


Figura 5. Análise de escalonamento multidimensional (MDS) das amostras de Luciferidae sobre a Plataforma e Talude. (a) Distribuição geral de Luciferidae; (b) Distribuição de *L. faxoni*; (c) Distribuição de *L. typus* e (d) Distribuição de *Lucifer spp.*

Analisando a região de plataforma e talude com relação aos períodos, foi possível observar que a região de plataforma não apresentou variação na densidade de Luciferidae distribuídos entre os períodos seco e chuvoso (PERMANOVA *pairwise test*, $t = 1,4802$; $p = 0,115$), apenas a região de talude apresentou variações em relação aos períodos (PERMANOVA *pairwise test*, $t = 1,6893$; $p = 0,042$). O teste de porcentagem de similaridade (SIMPER) mostrou que a espécie *L. faxoni* foi a que mais contribuiu para similaridade no período seco (SIMPER, 42%). Já *L. typus* apresentou maior similaridade entre as amostras distribuídas no período chuvoso (SIMPER, 46%) (Fig. 6).

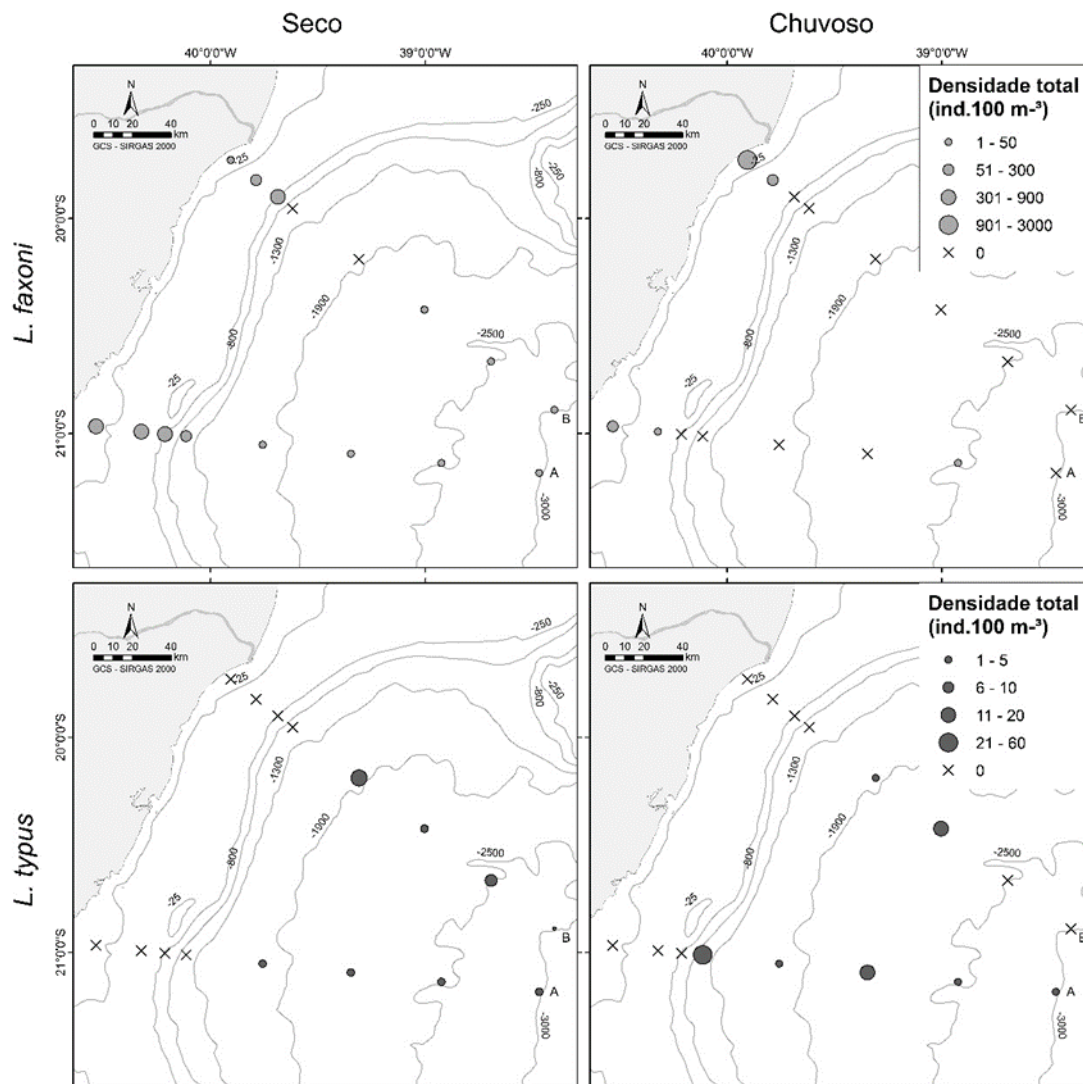


Figura 6. Distribuição de *L. faxoni* e *L. typus* nos transectos localizados sobre a plataforma e talude do norte de Campos – RJ (transecto A) e Espírito Santo (transecto B) nos períodos seco/2013 e chuvoso/2014.

DISCUSSÃO

Os parâmetros abióticos como temperatura e salinidade, são limitantes na distribuição de alguns táxons de decápodes holo e meroplancônicos de regiões oceânicas (KOETTKER *et al.*, 2010). Muitos autores descrevem que o desenvolvimento e a distribuição espacial de larvas de crustáceos decápodes estão associados tanto a salinidade quanto a temperatura, principalmente em ambientes oceânicos, onde as variações da salinidade ocorrem por estratos e a temperatura é considerada o principal fator regulador da distribuição temporal desses organismos, sobretudo na camada epipelágica (GORE, 1970; DÍAZ-FERGUNSON *et al.*, 2008).

Os fatores abióticos variaram de acordo com a profundidade, onde os maiores valores foram observados na camada epipelágica. A temperatura foi o principal fator para a dissimilaridade entre os períodos e entre as massas d'águas, onde a Água Tropical (AT) apresentou maiores médias de temperatura no período chuvoso. Marafon-Almeida *et al.* (2016) também encontraram temperaturas superficiais mais elevadas em estações iniciais ao período chuvoso, ocorrendo em direção à plataforma brasileira no paralelo 20° S. Segundo Razouls e Thiriot (1968), no ecossistema marinho os processos físicos, como a temperatura, podem afetar a composição, abundância e distribuição do plâncton, considerando que este fator regula o ciclo de vida desses organismos.

Foram encontradas diferenças entre as densidades nas diferentes massas d'água, onde a AT apresentou maiores densidades de Luciferidae do que as demais. Marafon-Almeida *et al.* (2016) sugerem que o gênero *Lucifer* no Atlântico Sul ocorre preferencialmente em áreas oligotróficas onde a região epipelágica é dominada pela AT. Silveira *et al.* (2000) caracterizam a AT contendo temperaturas superiores a 20 °C e salinidade maior que 36. De acordo com Castro-Filho *et al.*, (1987) a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), caracterizada por temperaturas menores que 20°C e salinidade inferior a 36, penetra intensamente a partir de camadas mais profundas até áreas próximas a costa, criando uma termoclina forte. Características semelhantes de salinidade e temperatura foram registradas na AT e ACAS no presente estudo, sugerindo que a maior densidade de Luciferidae encontrada nas águas superficiais, pode estar relacionado a este fator limitante, a termoclina.

A espécie *L. faxoni* apresentou uma distribuição ampla, preferencialmente nas massas d'água superficiais (AT) sobre a plataforma, corroborando com Fugimura *et al.* (2005) o qual indica uma preferência desta espécie por condições costeiras, embora também tenham sido registradas neste estudo em águas oceânicas. Marafon-Almeida *et al.* (2016) também encontraram uma ampla abrangência de *L. faxoni*, tanto em águas oceânicas frente a CB, como na Corrente do Atlântico Sul (SAC), além de registros na literatura também indicarem a ocorrência desta espécie em regiões de maiores profundidades (BOWMAN e McCAIN, 1967).

Já *L. typus* apresentou uma distribuição restrita às águas oceânicas mais distantes da costa. Zhao (2010) relata que *L. typus* é uma espécie euritérmica e estenohalina que ocorre em oceanos tropicais. Esta espécie é uma das poucas do gênero *Lucifer* com distribuição circunmglobal em águas quentes, sendo de fácil identificação, possuindo uma abundância limitada a águas oceânicas. Devido a esses fatores, esta espécie é potencialmente considerada como espécie indicadora, ocorrendo em profundidades superiores a 200m (BOWMAN; McCAIN, 1967). No presente estudo, as maiores

densidades dessa espécie foram registradas em regiões distantes da costa, o que confirma a preferência por áreas oceânicas descritas na literatura. Porém, as maiores densidades foram encontradas em profundidades inferiores a 200 m, que segundo Marafon-Almeida *et al.* (2016), para o Atlântico Sul, este gênero ocorre preferencialmente em áreas oligotróficas onde a região epipelágica é dominada pela AT. Nos meses que antecederam as coletas do período chuvoso, em dezembro de 2013, foi registrado um elevado volume de precipitação para o Espírito Santo, devido a formação e permanência prolongada de uma intensa Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (INMET, 2013). Esta interferência pluviométrica pode ter interferido nas condições de distribuição desses crustáceos. Teodoro *et al.* (2012) indicam que a pluviosidade possa influenciar os valores normais de salinidade de uma região.

López (1966) relatou que a espécie *L. faxoni* não ocorreu em regiões sob influência de águas com níveis de salinidade inferior a 36, corroborando com os níveis encontrados neste estudo para áreas de maior distribuição desses organismos, a AT, apresentando salinidade superior a 36. Estudos anteriores confirmam que estes camarões apresentam preferências por regiões com maior salinidade, o qual atua como uma barreira para sua distribuição (TEODORO *et al.*, 2012; ALVAREZ, 1988). Já Webber *et al.* (1996) descreveram *L. faxoni* como indicadores de águas eutrofizadas, o que pode sugerir alguma abundância de nutrientes na região, principalmente nas áreas da plataforma continental. Em contrapartida, a baixa densidade de *L. faxoni* em outras áreas pode estar relacionado às condições biológicas de distribuição e migração vertical (LEE *et al.*, 1992), influenciadas ou não pelas correntes marinhas presentes na região (MARAFON-ALMEIDA *et al.*, 2016). O mesmo pode ser observado para a espécie *L. typus* e sua distribuição preferencialmente no período chuvoso. De acordo com Teodoro *et al.* (2014), não podemos atribuir os limites de distribuição dos Luciferidae apenas a um parâmetro, considerando que a distribuição do zooplâncton, em geral, raramente pode ser explicada em termos de uma única condição externa.

As proporções sexuais verificadas para ambas as espécies do gênero *Lucifer* foram distintas em todos os transectos, onde as fêmeas foram mais abundantes do que os machos. Alguns autores como López (1966), Fugimura *et al.* (2005), Melo *et al.* (2014), Teodoro *et al.* (2014) e Marafon-Almeida *et al.* (2016) também registraram proporções distintas entre os sexos para o gênero *Lucifer*, onde as fêmeas foram mais abundantes. De acordo com Lee *et al.* (1992), as fêmeas deste gênero migram verticalmente durante a noite, procurando por condições adequadas de alimentação, proteção de seus ovos, e conseqüentemente contra predação. Assim como no trabalho de Teodoro *et al.*,

(2014), as amostragens neste estudo foram realizadas à noite, o que poderia ter influenciado o resultado da razão sexual favorecendo as fêmeas.

Proporções diferentes também ocorreram entre fêmeas e indivíduos jovens, onde as fêmeas tiveram uma densidade maior no período chuvoso e os indivíduos jovens no período seco, que para esta região, é representado pelos meses de verão/outono e inverno/primavera respectivamente. De acordo com Fugimura *et al.* (2005), o inverno seria o período em que os indivíduos desta espécie, recém eclodidos, estão passando pelo processo de desenvolvimento e amadurecimento, como indicado pela presença de indivíduos jovens nesse período.

Tendo em vista os aspectos observados, os camarões da família Luciferidae foram mais frequentes e abundantes nas amostras coletadas em águas superficiais. No Atlântico Sul, este gênero ocorre preferencialmente em áreas oligotróficas onde a região epipelágica é dominada pela AT. Além disso, esta limitação à AT pode ter sido influenciada pela ação de uma termoclina forte presente na região de estudo, impedindo a migração destes camarões a regiões mais profundas. A espécie *L. typus*, sendo considerado um bom indicador de massa d'água, descrita em profundidades superiores a 200 m, apresentou neste estudo baixa abundância e distribuição preferencialmente em águas com profundidades menores que 200 m. Entre estes crustáceos, foram observadas maiores densidades de indivíduos jovens e de fêmeas ocorrendo no inverno, indicando um possível padrão reprodutivo para a região sudoeste do Atlântico Sul.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à equipe do Laboratório de Zooplâncton da Universidade Federal do Espírito Santo, ao PCR-ES/AMBES da Petrobras pelo apoio financeiro para realização das coletas e disponibilização dos dados e à CAPES pela Bolsa de Pós-Graduação.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, M. P. J. 1988. Estudo do desenvolvimento de *Lucifer faxoni* Borradaile, 1915 (Crustacea, Decapoda, Sergestidae) através das medidas do somito pré-bucal. Rev. Bras. Zool., v. 5, 3: 371-379.
- ANGER, K. 2001. The biology of decapod crustacean larvae. Crustacean Issues 14. A.A. Balkema, Lisse, The Netherlands. 419p.

- ANTONY, G. 2005. Occurrence and distribution of the planktonic shrimps of the genus *Lucifer* in the EEZ of India. *J Mar Biol Assoc. India*. 47: 20–35.
- BOWMAN, T.E.; McCAIN, J.C. 1967. Distribution of planktonic shrimp, *Lucifer* in the western North Atlantic. *B Mar Sci*. 17 (3): 660-671.
- BRANDINI, F.P.; LOPE, R.M.; GUTSEIT, K.S.; SPACH, H.L. 1997. Planctonologia na Plataforma Continental do Brasil – Diagnose e Revisão Bibliográfica, REVIZEE. MMA, CIRM, FEMAR, Rio de Janeiro. 193 p.
- CASTRO-FILHO, B.M.; MIRANDA, L.B.; MYAO, S.Y. 1987. Condições hidrográficas na plataforma continental ao largo de Ubatuba: variações sazonais e em média escala. *Bol Inst Oceanogr*. 35: 135-151.
- CLARKE, K.R.; GORLEY, R.N. 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E: Plymouth, 192 p.
- COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; MANTELATTO, F. L. M.; CASTRO, R. H. 2000. Occurrence of shrimp species (Crustacea: Decapoda: Natantia: Penaeidea and Caridea), in Ubatuba Bay, Ubatuba, SP, Brazil. *Proc. Biol. Soc. Wash*, v. 113. 3: 776-781.
- CUNHA, A. G.; SCHWAMBORN, R.; SANTOS, T. G. 2012. Influência espacial, luminosa e lunar sobre a população de *Lucifer faxoni* (Borradaile 1915) no sistema estuarino do Canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. *Trop Oceanogr, Recife*, v. 40. 2: 285-295.
- D'INCAO, F. 1997. Espécies do gênero *Lucifer* Thompson, 1829 no litoral brasileiro (Decapoda: Luciferidae). *Nauplius*. 5: 139-145.
- DÍAZ-FERGUSON, E.; ARROYO, D.; MORALES, A. e VARGAS, J.A. 2008. Observaciones sobre la larva del cangrejo marino tropical (Decapoda: Porcellanidae) *Petrolisthes armatus* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev Biol Trop*. 56 (3): 1209-1223.
- FUGIMURA, M.M.S.; OSHIRO, L.M.Y.; SILVA, R. 2005. Distribution and abundance of Luciferidae and Sergestidae shrimps in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, Seropédica, RJ: EDUR. v. 25. 2: 52-59.
- GORE, R. H. 1970. *Petrolisthes armatus*: a redescription of larval development under laboratory conditions (Decapoda, Porcellanidae). *Crustaceana*. 18: 75-89.
- HASHIZUME, K. AND OMORI, M. A 1995. new species of sergestid shrimp, *Sergia umitakae* (Decapoda, Sergestidae) from the Indian Ocean off Sri Lanka. *Bull. Natu. Sci. Mus., Tokyo, Ser. A*, 21 (2): 71-77.
- KOETTKER A.G., FREIRE A.S., SUMIDA P.Y.G. 2010. Temporal, diel and spatial variability of decapod larvae from St Paul's Rocks, an equatorial oceanic island of Brazil. *J Mar Biol Assoc Uk*, 90: 1227–1239.
- LEE, W. Y.; OMORI, M.; PECK, R. W. 1992. Growth, reproduction and feeding behavior of the planktonic shrimp, *Lucifer faxoni* Borradaile, off the Texas Coast. *J. Plankton Res.*, v. 14. 1: 61-69.
- LEGENDRE P., LEGENDRE L. 2006. Numerical Ecology. Elsevier, Amsterdam: 853 p.

- LÓPEZ, M.T. 1966. Biología de *Lucifer faxoni*, Borradaile 1915, em Cananéia, Brasil (crustácea, decapoda, luciferidae). Bol. Inst. Oceanogr., v. 15. 1: 47-54.
- LOPES R.M.; KATSURAGAWA, M.; MONTÚ, M.A.; MUELBERT, J.H ; DIAS, J. F.; GORRI, C. ; BRANDINI, F.P. 2006. Zooplankton and ichthyoplankton distribution on the southern Brazilian shelf: an overview. Sci Mar, v. 70. 2: 189-202.
- MARAFON-ALMEIDA, A.; PEREIRA, J. B.; FERNANDES, L. F. L. 2016. Distribution of genus *Lucifer* Thompson, 1829 in the subtropical South Atlantic between parallels 20° and 30°s. Braz. J. Oceanogr., 64 (3): 83-91.
- MELO, N.F.A.C.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L.M.O.; MARTINS NETO, F.E.; PALHETA, G.D.A. 2014. Distribution of the Planktonic Shrimp *Lucifer* (Thompson, 1829) (Decapoda, Sergestoidea) off the Amazon. Braz. J. Biol., São Carlos, v. 74, n. 3, supl. 1: 45-51.
- MOORE, H. B., and J. C. BAUER. 1960. An analysis of the relation of the vertical distribution of three copepods to environmental conditions. Bulletin of Marine Science of Gulf and Caribbean 10: 430-443.
- NAOMI, T.S.; GEETHA, A.; GEORGE, R.M.; JASMINE, S. 2006. Monograph on the planktonic shrimps of the genus *Lucifer* (Family Luciferidae) from the Indian EEZ. **Central Marine Fisheries Research Institute Bulletin**. 49: 1-54.
- OMORI, M. 1992. Occurrence of two species of *Lucifer* (Dendrobranchiata: Sergestoidea: Luciferidae) off the Pacific coast of America. J Crustacean Biol. vol. 12. 1: 104-110.
- PASCUAL, C. R.; WAKABAR, Y.; FLYNN, M. N. 2002. Composition, distribution and temporal variation of a suprabenthic community of Ribeira Bay, Angra dos Reis, Sotheastern Brazil. *Oceánides*,v. 17. 1: 41-56.
- RODRIGUES, R.R.; LORENZZETTI, J.A. 2000. A numerical study of the effects of bottom topography and coastline geometry on the Southeast Brazilian coastal upwelling, Cont. Shelf Res.21: 371-394.
- SILVEIRA, I.C.A. DA; SCHMIDT, A. K.; CAMPOS, E.J.D.; DE GODOI, S.S.; IKEDA, Y. 2000. "A Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira." Rev. Bras. Oceanogr., 48(2): 171-183.
- TEODORO, S. S. A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; SIMÕES, S. M.; LOPES, M.; COSTA, R. C. 2012. Population ecology of the planktonic shrimp *Lucifer faxoni* Borradaile, 1915 (Crustacea, Sergestoidea, Luciferidae) of the southeastern coast of Brazil. Braz. J. Oceanogr., v. 60. 2: 245-253.
- TEODORO, S.S.A.; PANTALEÃO, J.A.F.; NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; DA COSTA R.C. 2014. Ecological aspects and sexual maturity of a southwestern Atlantic population of the planktonic shrimp *Lucifer faxoni* (Decapoda: Sergestoidea). J Crustacean Biol 34(4): 422-430.
- UNDERWOOD A.J. 2006. Experiments in Ecology: Their Logical Design and Interpretation Using Analysis of Variance. Cambridge University Press, Cambridge: 504 p.

VEGA-PÉREZ, L. A.; ARA, K.; LIANG, T. H.; PEDREIRA, M. M. 1993. Feeding of the planktonic shrimp *Lucifer faxoni* Borradaile, 1915 (Crustacea: Decapoda) in the laboratory. *Rev. Bras. Oceanogr.*, v. 44. 1: 1-8,

WEBBER ARA, K.; LIANG, T.H.; PEDREIRA, M.M. 1996. Feeding of the planktonic shrimp *Lucifer faxoni* Borradaile, 1915 (Crustacea: Decapoda) in the laboratory. **Braz. J. Oceanogr** 44: 1-8.

ZHAO, L. XU. 2010. Determining optimal temperature and salinity of *Lucifer* (Dendrobranchiata: Sergestoidea: Luciferidae) based on field data from the East China Sea. *Plankton Benthos Res.* 5(4): 136-143.

ZAR, J. H. 1996. *Biostatistical Analysis*. Upper Saddle River, NJ Prentice-Hall. 662 p.

CAPÍTULO II

DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE DOS DECAPODA HOLO E MEROPLANCTÔNICOS NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

Artigo formatado segundo as regras da Brazilian Journal of Oceanography (Braz. j. oceanogr.) ISSN (1679-8759), Impact Factor (2015/2016) = 0.621, Qualis CAPES = Estrato B1

DISTRIBUIÇÃO E DIVERSIDADE DOS DECAPODA HOLO E MEROPLANCTÔNICOS NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

Laino, P.S.²; Loureiro Fernandes, L.F.^{1,2}

¹Departamento de Oceanografia e Ecologia, Universidade Federal do Espírito Santo

²Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental

RESUMO

A biodiversidade larval dos decápodos holo e meroplanctônicos na região sudeste do Brasil, bem como a sua distribuição espacial e temporal, foram avaliadas por meio de coletas na porção norte da Bacia de Campos e na porção mediana da Bacia do Espírito Santo, no período seco/2013 e chuvoso/2014. Foram obtidas 96 amostras distribuídas em cinco massas d'água através de arrastos horizontais em dois transectos. Foram identificados 145 táxons da Ordem Decapoda, pertencentes a 56 famílias. As massas d'água AT e ACAS apresentaram as maiores riquezas e diversidades de táxons. Na AT foi encontrado um maior número de táxons sobre o talude comparado com a plataforma, onde apenas a região do talude apresentou variação de riqueza de táxons comparando os períodos. Nas águas de maior profundidade apenas a ACAS apresentou valores altos de riqueza de táxons, e nas águas com profundidade maior do que 250 m não foram observadas variações na riqueza de táxons comparando os períodos ($p > 0,05$). De modo geral, os decápodos holo e meroplanctônicos apresentaram uma melhor distribuição em águas superficiais oceânicas localizadas sobre o talude.

Palavras-Chave: ZOOPLÂNCTON, DECAPODA, DISTRIBUIÇÃO LARVAL, MASSA D'ÁGUA, ATLÂNTICO SUL

ABSTRACT

The larval biodiversity of the holo and meroplanktonic decapods in the southeast region of Brazil, as well as their spatial and temporal distribution, were evaluated by sampling the northern portion of the Campos Basin and the median portion of the Espírito Santo Basin in the dry (2013) and rainy (2014) periods. Ninety-six samples were collected, distributed in five water masses, through horizontal tows in two transects. One hundred and forty-five taxa of the Decapoda Order were identified, belonging to 56 families. The water masses TW and SACW presented the greatest richness and diversity of taxa. In the TW, a greater number of taxa were found on the slope compared to the continental shelf, where only the slope region showed a variation of taxa richness comparing the periods. In the waters of greater depth, only the SACW presented high values of taxa richness, and in the waters with depth greater than 250 m no variations in taxa richness were observed comparing the periods ($p > 0.05$). In general, the holo and meroplanktonic decapods showed a better distribution in the surface oceanic waters located on the slope.

Key words: ZOOPLANKTON, DECAPODA, LARVAL DISTRIBUTION, WATER MASS, SOUTH ATLANTIC

INTRODUÇÃO

As larvas de Decapoda estão entre os principais componentes do zooplâncton marinho, podendo representar até mais de 50% da biomassa planctônica total (McCONAUGHA, 1992). Estes podem ser pelágicos, vivendo durante todo o seu ciclo de vida no plâncton, conhecidos como holoplanctônicos, ou serem bentônicos, apresentando apenas fases larvais planctônicas, considerados assim como meroplanctônicos (BOLTOVSKOY, 1981; ANGER, 2001).

Durante o período planctônico, estas larvas estão expostas às variações ambientais e ecológicas que influenciam suas chances de sobrevivência, desenvolvimento e dispersão no plâncton. Dentre estas variações estão os fatores físicos e químicos, como a temperatura, salinidade, intensidade luminosa e presença de poluentes, assim como alguns fatores biológicos referentes à disponibilidade de alimento e predação (ANGER, 2001). As características oceanográficas das massas d'água e circulação também podem afetar a composição e densidade das larvas, porque a comunidade planctônica responde às diversas alterações físicas e químicas existentes no ambiente aquático em que vive (BRANDINI *et al.*, 1997; LOPES *et al.*, 2006).

A biodiversidade em ambientes marinhos pelágicos é relativamente baixa na plataforma continental, aumentando com o distanciamento da costa em direção às águas oceânicas, e diminuindo em direção às maiores profundidades (ANGEL, 1997; LOPES *et al.*, 2006). Este padrão da diversidade de águas costeiras para oceânicas é influenciado pelo continente, proporcionando grandes flutuações nos gradientes de temperatura e salinidade assim como a produtividade, favorecendo a dominância de algumas espécies. Já o padrão vertical está associado à diminuição da disponibilidade de alimentos devido à baixa produção primária em águas mais profundas assim como a diminuição da temperatura de camadas mais superficiais para as regiões meso e batipelágicas (RUTHERFORD *et al.*, 1999).

A região de plataforma continental ao longo da costa sudeste brasileira apresenta dimensões variadas, cuja extensão é de 35 km em frente ao Rio Doce no Estado do Espírito Santo e 110 km a partir do Cabo de São Tomé mais ao sul, no estado do Rio de Janeiro (RODRIGUES; LORENZZETTI, 2000). Esta região sofre ação da Corrente do Brasil (CB), uma corrente de contorno com fluxo orientado de NE para SW, que flui em direção às altas latitudes ao longo da linha de quebra da Plataforma Continental Brasileira, durante a maior parte do ano (SILVEIRA *et al.*, 2000). Esta corrente é formada pelo empilhamento de águas características do Atlântico Sul, onde são encontradas nos primeiros três quilômetros da coluna d'água a Água Tropical (AT), Água Central do

Atlântico Sul (ACAS), Água Intermediária Antártica (AIA), Água Circumpolar Superior (ACS) e Água Profunda do Atlântico Norte (APAN) (SILVEIRA *et al.*, 2000).

Os decápodes têm sido objeto de um grande número de estudos pois apresentam várias espécies com importância econômica, e por estarem ligados a cadeia alimentar de inúmeros recursos pesqueiros (MARTIN; DAVIS, 2001). Para as larvas de espécies economicamente importantes, sua biologia traz informações cruciais para o manejo da pesca sustentável como, por exemplo, a presença do primeiro estágio larval indicando que a reprodução da espécie ocorre no local (ANGER, 2001; 2006). Por estes motivos, a avaliação da dispersão larval de espécies marinhas e como estas larvas conseguem recrutar com sucesso em populações, não é apenas base para a compreensão do desenvolvimento dos estágios iniciais do ciclo de vida e da dinâmica de populações marinhas, mas também para o desenvolvimento e implementação de esforços de gestão e conservação (PATTERSON; SWEARER, 2007).

No Brasil, alguns estudos mais recentes sobre a distribuição das larvas de decápodes, assim como o registro destas em comunidades zooplancônicas, focaram na composição e abundância, variação espacial (horizontal/vertical), variação temporal (época do ano) (BONECKER, 2006; KOETTKER *et al.*, 2006; BRANDÃO *et al.*, 2012; KOETTKER; LOPES, 2013; BONECKER *et al.*, 2014; BRANDÃO *et al.*, 2015). Uma avaliação da estrutura dos decápodes sob o cenário oceanográfico da plataforma brasileira é importante para compreender a capacidade de produção do sistema planctônico e suas implicações nos estoques pesqueiros da ZEE dessas regiões. Assim, o principal objetivo deste trabalho foi avaliar a biodiversidade dos decápodes holo e meroplancônicos em trechos das duas Bacias Sedimentares do sudeste brasileiro (Campos e Espírito Santo) quanto a sua distribuição espacial e temporal, através da identificação dos organismos presentes nas regiões de plataforma e talude, nos períodos seco e chuvoso. Além disso, objetiva-se também discutir a influência das variáveis ambientais abióticas nos dados de distribuição obtidos, com base na abundância e variabilidade espacial das larvas planctônicas.

METODOLOGIA

As amostras foram coletadas em dois transectos contendo oito estações amostrais cada, na porção norte da Bacia de Campos (transecto **A**) e outro na porção mediana da Bacia do Espírito Santo, próximo à desembocadura do Rio Doce (transecto **B**) (Fig. 1), no período seco de 2013 e chuvoso de 2014.

Arrastos horizontais foram feitos em cinco diferentes massas d'água (AT-5m, ACAS-250m, AIA-800m, ACS-1.200m e APAN-2.300m) através de um sistema de redes com abertura e fechamento múltiplo (MOCNESS), dotada de um fluxômetro, obtendo-se um total de 96 amostras. Para a coleta dos decápodes planctônicos foi considerada uma malha de 200 μm , sendo utilizada uma rede exclusiva para cada massa d'água amostrada. Os arrastos foram realizados entre 18h e 06h, com duração de 5 minutos na AT, 10 minutos na ACAS e 20 minutos na AIA, ACS e APAN.

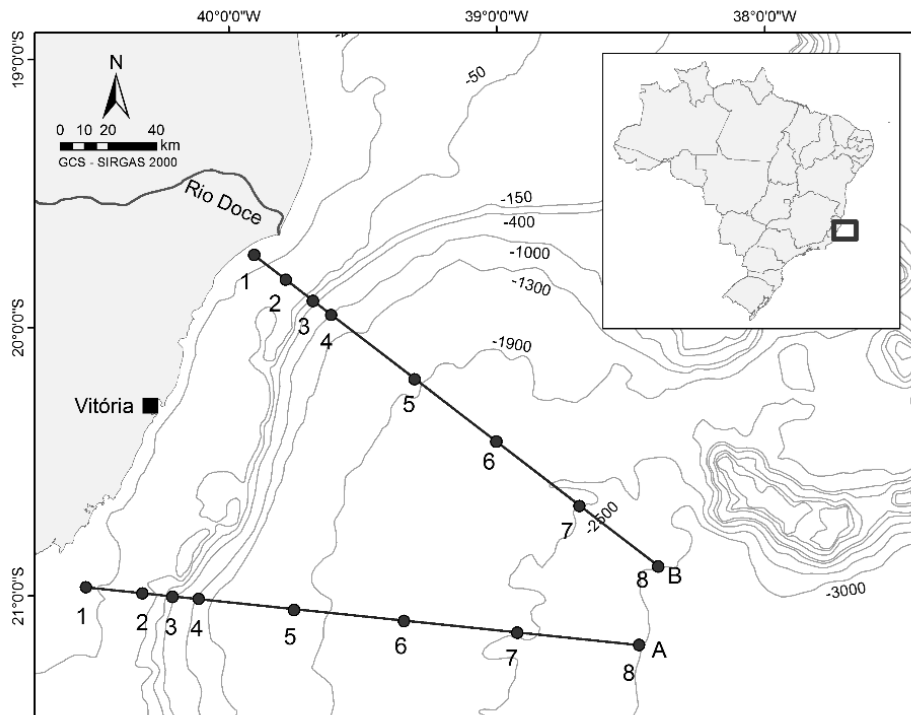


Figura II 1. Mapa da Bacia sedimentar marinha do norte de Campos-RJ e do Espírito Santo, destacando dois transectos (A e B) com oito pontos de estudo cada.

As amostras foram fixadas em formaldeído tamponado com tetraborato de sódio a uma concentração final de 4%. Perfis de CTD/Rosette equipado com garrafas de Niskin coletaram, em cada estação, características físico-químicas da coluna d'água como temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e salinidade.

No Laboratório de Zooplâncton da Base Oceanográfica da UFES, subamostras foram obtidas através do fracionador Folsom Plankton Sample Splitter (HydroBios[®]), sendo o número de divisões ($1/2$, $1/4$, $1/8$...) feito de modo a garantir uma ocorrência média de 150 larvas de Decapoda nas primeiras massas d'água (AT), e nas demais massas, triado seu volume total.

As amostras obtidas foram analisadas em câmaras de Bogorov sob microscópio estereoscópico (Nikon SMZ800) para a separação e contagem de todos os decápodes

planctônicos. Após a triagem, os táxons dos decápodes foram identificados no menor nível taxonômico possível, de acordo com as literaturas especializadas (GURNEY; LEBOUR, 1940; CALAZANS, 1993; D'INCAO, 1997; SANTOS; GONZÁLEZ-GORDILLO, 2004; BONECKER, 2006; NAOMI *et al.*, 2006; KOETTKER *et al.*, 2012), através de estruturas morfológicas de importância taxonômica.

Os valores de densidade foram padronizados levando em consideração o tamanho da alíquota e o volume de cada amostra estimado a partir da leitura do fluxômetro. Os dados de densidade foram expressos em indivíduos por 100m^{-3} (ind. 100m^{-3}) o qual serviu para calcular a abundância relativa (RA) e frequência de ocorrência (FO) de cada Táxon. Os índices de diversidade de Shannon (H'), equitabilidade de Pielou (J') e riqueza (S) de espécies foram calculados para as massas d'água presentes na região de plataforma e talude, assim como para os períodos seco e chuvoso. Os índices foram calculados através do software PRIMER v6.0 (CLARKE; GORLEY, 2006).

Para as análises estatísticas, foi usado um subconjunto dos organismos mais abundantes, totalizando 31 táxons (90% mais abundantes). Foi realizada uma análise de ordenação das amostras por escalonamento multidimensional (MDS) para verificar possíveis agrupamentos entre a densidade total dos decápodes e os fatores como período, massa d'água e transectos, baseando-se em uma matriz de similaridade de Bray-Curtis, utilizando o método da distância média entre os grupos (*Group Average*). A análise de variância multivariada com permutações (PERMANOVA) foi conduzida para testar as interações entre a abundância dos decápodes e sua distribuição ao longo das massas d'água nos dois transectos e entre os períodos seco e chuvoso. A similaridade entre as amostras foi calculada pelo índice de Bray-Curtis (LEGENDRE; LEGENDRE, 2006) e as densidades dos Táxons foram transformadas à raiz quarta para reduzir o peso das espécies muito abundantes. O teste *post-hoc* (PERMANOVA, *pair wise test*) foi realizado para comparação das tendências de variação das massas d'água. As variâncias foram consideradas significantes quanto $p < 0,05$.

A análise de porcentagem de similaridade (SIMPER) foi aplicada a fim de verificar quais táxons mais contribuíram para os grupos formados na análise de agrupamento. As análises estatísticas foram realizadas através dos programas estatísticos PRIMER 6.0 + PERMANOVA (CLARK; GORLEY, 2006) e PAST v. 3.14. Os layouts dos mapas foram gerados utilizando o programa ArcGIS 10.1, no formato TIF.

RESULTADOS

A temperatura e salinidade variaram de acordo com cada massa d'água, onde os maiores valores foram observados nas águas mais superficiais, reduzindo a medida que estas foram ganhando profundidade (Fig. 2). O teste estatístico PERMANOVA, comparando a distribuição dos dois fatores abióticos, apontou variações entre os períodos ($p = 0,05$) e entre as massas d'água ($p = 0,001$), assim como suas interações ($p = 0,001$). O teste SIMPER, usado para determinar quais fatores ambientais mais contribuíram para a similaridade entre o período e massas d'água, mostrou que a temperatura foi a principal causa destas variações (Tabela I). A diferença entre o período seco e chuvoso (*pairwise test*: $t = 1,9618$; $p = 0,052$), teve contribuição da massa d'água AT (*pairwise test*: $t = 4,8148$; $p = 0,001$), a qual apresentou maiores médias de temperatura para o período chuvoso, diferindo-se do período seco (ANOVA; $F = 9,990918$; $p = 0,000121$) (Tabela II). De modo geral, os gradientes de salinidade entre os pontos amostrais não foram acentuados, não evidenciando variações significativas entre os períodos e entre as massas d'água (ANOVA; $F = 0,05337$; $p = 0,983649$), apresentando uma média de 37 na AT, 35,3 na ACAS, 34,3 na AIA, 34,5 na ACS e média de 34,9 na APAN.

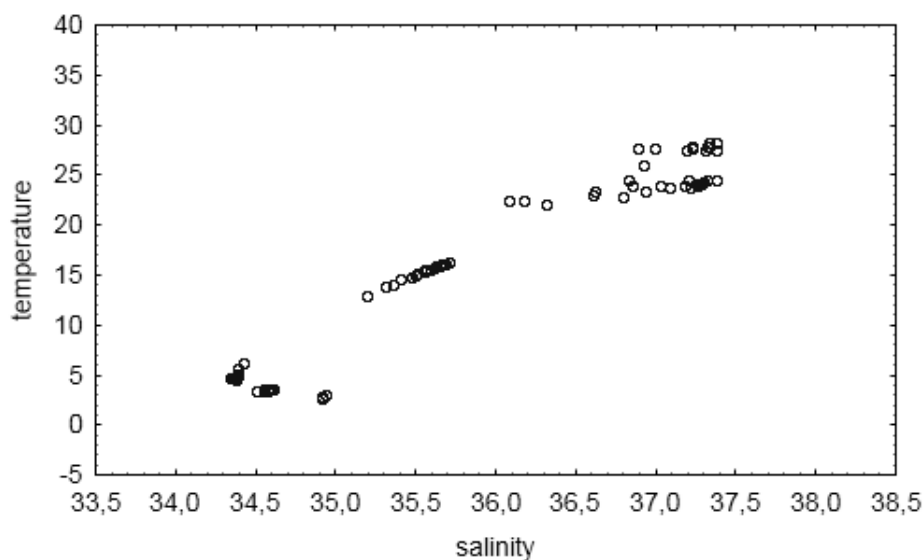


Figura II 2. Dispersão dos valores de temperatura e salinidade distribuídos em cada massa d'água nos períodos seco e chuvoso.

Tabela II I. Contribuição dos fatores abióticos para similaridade e dissimilaridade entre os grupos resultantes da análise de variância (teste SIMPER *two way*).

Grupo	Salinidade		Temperatura	
	Av.Sim	Contrib%	Av.Sim	Contrib%
AT	54,7	55,1	44,5	44,9
ACAS	60,3	60,7	39,0	39,3
AIA	72,6	72,9	27,0	27,1
ACS	75,8	75,8	24,2	24,2
APAN	77,4	77,7	22,2	22,3
Seco	62,3	62,7	37,1	37,3
Chuvoso	61,7	62,1	37,6	37,9

Tabela II II. Máximo, mínimo e média dos valores de temperatura (°C) distribuídos em cada massa d'água dos transectos amostrados no período seco e chuvoso.

	Estação Seca			Estação Chuvosa		
	Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média
AT	24,1	22,4	23,9	28,2	23,3	27,7
ACAS	16,0	12,8	15,4	15,8	14,6	15,6
A AIA	5,0	4,7	4,7	5,1	4,5	4,8
ACS	3,7	3,5	3,5	3,6	3,5	3,5
APAN	3,0	3,0	3,0	3,1	3,0	3,1
AT	24,6	22,8	24,2	28,2	22,1	27,5
ACAS	16,3	14,1	15,6	16,3	13,8	16,0
B AIA	6,2	4,9	4,9	4,8	4,7	4,7
ACS	3,5	3,5	3,5	3,6	3,6	3,6
APAN	3,0	2,6	2,8	3,1	2,8	2,9

Foram identificados um total de 3.997 organismos da Ordem Decapoda, pertencentes a 56 famílias: Penaeidae, Sicyoniidae, Solenoceridae, Benthescyomidae, Luciferidae, Sergestidae, Palinuridae, Galatheididae, Porcellanidae, Munididae, Albuneidae, Hippidae, Paguridae, Diogenidae, Parapaguridae, Axiidae, Callianassidae, Portunidae, Pinnotheridae, Leucosiidae, Epiplatidae, Majidae, Mithracidae, Inachidae, Inachoididae, Calappidae, Ethusidae, Hymenosomatidae, Xanthidae, Pseudorhombilidae, Panopeidae, Ovalipidae, Pilumnidae, Parthenopidae, Ocypodidae, Cryptochiridae, Ethusidae, Sesarmidae, Grapsidae, Dromiidae, Alpheidae, Hippolytidae, Lysmatidae, Atyidae, Disciadidae, Crangonidae, Rhynchocinetidae, Acanthephyridae, Oplophoridae, Palaemonidae, Pandalidae, Processidae, Pasiphaeidae, Upogebiidae, Spongicolidae, Stenopodidae, compreendendo 145 táxons (Apêndice 1).

A região da camada epipelágica da área de estudo foi marcada por uma alta riqueza e diversidade de espécies. Os principais grupos de decápodes foram observados preferencialmente em estações de 5 e 250 m de profundidade, representados pelas massas d'água AT e ACAS, respectivamente. Na AT foi encontrado um maior número de táxons sobre o talude (período seco: 97, período chuvoso: 64) ($t = -1,9768$; $p =$

0,0492) comparando com a plataforma (período seco: 50, período chuvoso 45) ($t = 0,7968$; $p = 0,4261$), onde apenas a região do talude apresentou variação de riqueza de táxons comparando os períodos. Durante os dois períodos de amostragem, foram observados maiores valores de riqueza na ACAS (período seco: 35, período chuvoso: 20) ($t = 1,104$; $p = 0,27051$) (Tabela III). Para as massas d'água com profundidade maior do que 250 m, não foram observadas variações na riqueza de táxons comparando os períodos ($p > 0,05$).

Tabela II III. Riqueza e diversidade de táxons de decápodes encontrados nas amostras distribuídas sobre a plataforma (PLAT) e talude (TAL), nas diferentes massas d'água, nos períodos seco (S) e chuvoso (C).

Amostra	S	J'	H'(log2)
AT - PLAT S	50	0,4934	2,785
AT - PLAT C	45	0,7968	4,376
AT - TAL S	97	0,7127	4,704
AT - TAL C	64	0,683	4,098
ACAS - TAL S	35	0,5808	2,979
ACAS - TAL C	20	0,8062	3,484
AIA - TAL S	28	0,444	2,134
AIA - TAL C	14	0,9024	3,436
ACS - TAL S	2	0,9816	0,9816
ACS - TAL C	5	0,994	2,308
APAN - TAL S	2	1	1
APAN - TAL C	0	0	0

Analisando o subconjunto dos organismos mais abundantes (31 táxons – 90% de ocorrência), os camarões holopelágicos, pertencentes ao grupo dos Dendrobranchiata, apresentaram uma abundância relativa de 40% do total dos Decapoda encontrados. Os táxons mais representativos foram: as fases tardias de *Lucifer faxoni* (AR = 32,54%) e fases larvais iniciais de *Lucifer* spp. (AR = 5,70%) (Tabela IV). Os camarões carídeos (28%) foram o segundo grupo mais abundante, composto principalmente pelos Alpheidae (AR = 7,17%), Processidae (AR = 4,60%), *Processa* spp. (AR = 2,68%) e Hippolytidae (AR = 2,18%). Entre os organismos bentônicos, os caranguejos braquiúros (17%) foram os mais abundantes, sendo os táxons, *Persephona mediterranea* (AR = 3,36%), a fase de megalopa desses caranguejos (AR = 2,63%) e os Portunidae (AR = 2,60%), os mais representativos. Em sequência, os caranguejos anomuras (9%) representados pelos Paguridae (AR = 9,15%) e os Axiidea (7%) composto em sua maioria por Callianassidae (AR = 5,10%) (Tabela IV). A distribuição dos grupos mais abundantes de decápodes foram representados de acordo com sua densidade (ind.100m⁻³) para o período seco e chuvoso (Fig. 3).

Tabela II IV. Abundância Relativa (AR) e Frequência de Ocorrência (FO) dos decápodes (90% dos táxons mais abundantes).

Táxon	Amostra total	Amostra total		Período Seco		Período Chuvoso	
	ind.100m ⁻³	AR %	FO %	AR %	FO %	AR %	FO %
Dendrobranchiata							
<i>Sergestes</i> spp.	224	1,29	32	2,81	29	0,57	35
<i>Lucifer faxoni</i>	5666	32,54	23	45,96	21	26,21	25
<i>Lucifer typus</i>	133	0,76	18	1,55	15	0,39	21
<i>Lucifer</i> spp.	992	5,70	26	12,82	19	2,34	33
Anomura							
Paguridae	1593	9,15	29	7,58	29	9,89	29
Axiidea							
Axiidae	126	0,73	14	1,11	10	0,54	17
Callianassidae	888	5,10	22	0,81	17	7,12	27
Brachyura							
Brachyura	322	1,85	18	3,83	17	0,91	19
Portunidae	452	2,60	26	1,22	23	3,25	29
<i>Portunus (Portunus) gibbesii</i>	127	0,73	6	0,14	2	1,01	10
<i>Pinnixa</i> spp.	177	1,01	7	0,93	8	1,05	6
<i>Persephona</i> spp.	218	1,25	5	0,07	4	1,81	6
<i>Persephona mediterranea</i>	586	3,36	13	0,41	10	4,75	15
Xanthoidea	100	0,58	8	1,12	6	0,32	10
<i>Micropanope sculptipes</i>	126	0,72	2	0,00	2	1,06	2
Parthenopidae sp.1	91	0,52	2	0,09	0	0,72	4
Ocypodidae	107	0,61	3	0,05	6	0,88	0
<i>Ethusa mascarone</i>	171	0,98	1	0,00	0	1,44	2
Megalopa Brachyura	457	2,63	40	2,94	35	2,48	44
Caridea							
Alpheidae	1248	7,17	22	4,04	19	8,65	25
Hippolytidae	379	2,18	7	0,02	8	3,19	6
<i>Lysmata</i> spp.	157	0,90	13	0,36	6	1,16	19
<i>Discias</i> spp.	78	0,45	11	0,90	6	0,23	17
<i>Crongon</i> sp.	366	2,10	11	0,01	10	3,09	13
Palaemonidae	200	1,15	10	0,90	4	1,27	17
<i>Palaemon</i> spp.	354	2,03	22	1,45	19	2,31	25
<i>Cuapetes</i> spp.	348	2,00	24	2,24	17	1,89	31
<i>Typton</i> spp.	255	1,47	11	0,11	4	2,11	19
Pandalidae	202	1,16	8	0,18	8	1,63	8
Processidae	801	4,60	11	2,33	10	5,67	13
<i>Processa</i> spp.	466	2,68	19	4,00	15	2,05	23

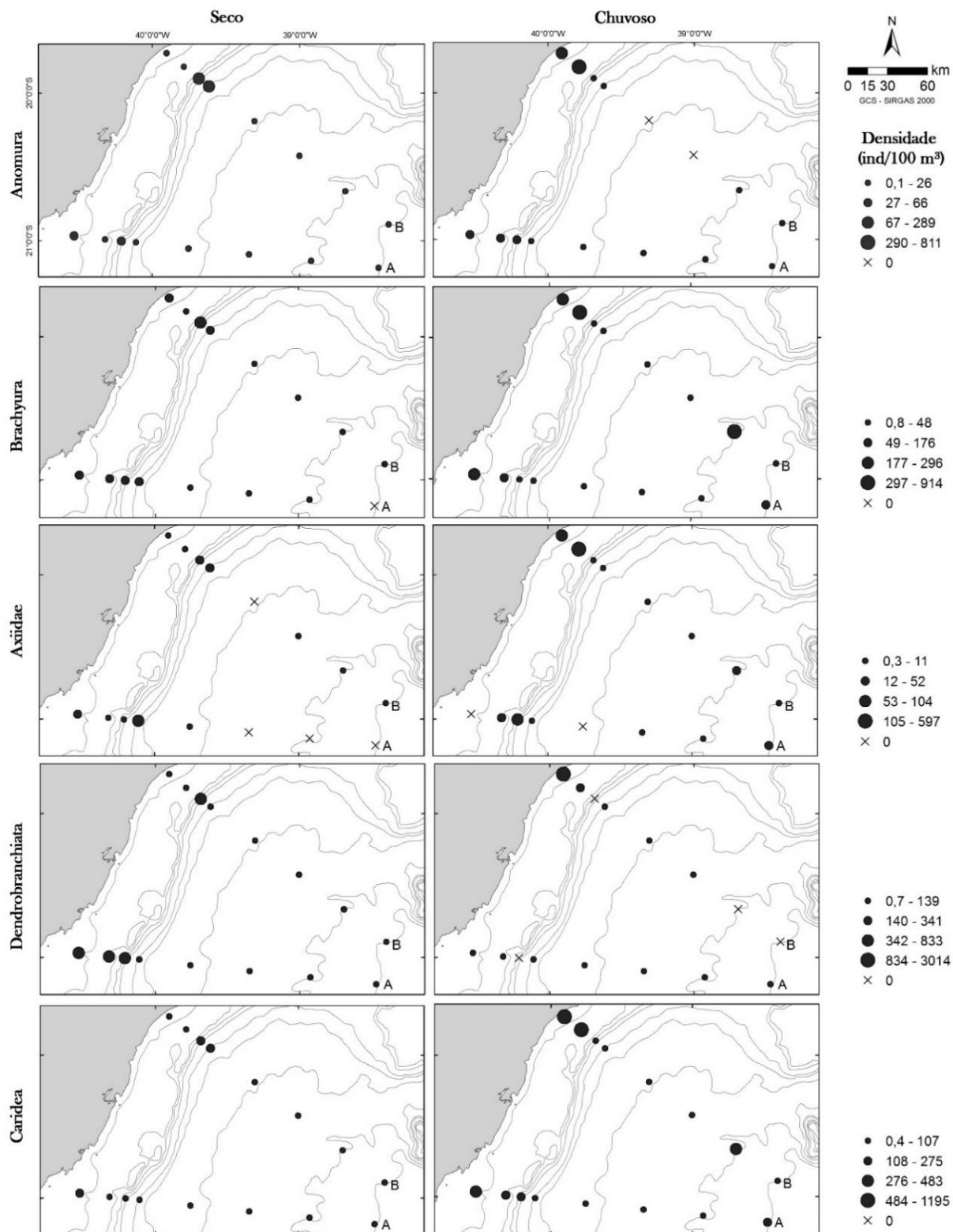


Figura II 3. Distribuição da abundância (ind.100m-3) total de todos os táxons dos principais grupos de decápodes nos transectos localizados sobre a plataforma e talude do norte de Campos - RJ (transecto A) e Espírito Santo (transecto B) nos períodos seco/2013 e chuvoso/2014.

A análise de variância com permutações, usada para a comparação das distribuições de densidades dos decápodes, apontou diferença significativa apenas entre as massas d'água (PERMANOVA, $p=0,001$) (Tabela V). Esta variação ocorreu devido às maiores densidades encontradas nas águas mais superficiais, no qual a Água Tropical (AT) e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) diferiram das demais (PERMANOVA *pairwise test*, $p<0,05$) (Tabela VI).

Tabela II V. Análise de variância com permutação (PERMANOVA) usada para comparar a distribuição das densidades dos decápodes entre os fatores Período, transecto e massa d'água. $P(\text{perm}) = p$ da PERMANOVA (*Variâncias foram consideradas significantes quanto $p<0,05$*).

Fatores	df	Pseudo-F	P(perm)
Período	1	1,4948	0,178
Massa d'água	4	20,428	0,001
Transecto	1	0,65785	0,74
Período x M d'água	4	0,86261	0,672
Período x Transecto	1	0,36251	0,951
Transecto x M d'água	4	0,32493	1
Período x Transecto x M d'água	4	0,76693	0,847

Tabela II VI. Teste post-hoc (PERMANOVA, *pairwise test*) realizado para comparação das tendências de variação das massas d'água. $t =$ Teste t ; $P(\text{perm}) = p$ da PERMANOVA (*Variâncias foram consideradas significantes quanto $p<0,05$*).

Massa d'água	t	P(perm)
AT, ACAS	5,0882	0,001
AT, AIA	5,6341	0,001
AT, ACS	6,3741	0,001
AT, APAN	4,5222	0,001
ACAS, AIA	1,6204	0,054
ACAS, ACS	2,6612	0,002
ACAS, APAN	1,8126	0,025
AIA, ACS	1,3967	0,102
AIA, APAN	1,139	0,24
ACS, APAN	0,98146	0,457

A análise de escalonamento multidimensional (MDS) mostrou dois grupos distintos entre as massas d'água, um formado pelo agrupamento da massa d'água mais superficial (AT) e outro grupo bem heterogêneo formado pelo agrupamento das demais massas d'água com profundidades superiores a 250 m (ANOSIM, $R = 0,35$; $p = 0,001$) (Fig. 4). Através da análise da porcentagem de similaridade (SIMPER), verificou-se que a fase Megalopa de *Brachyura* (11,38 %), *Alpheidae* (9,71 %), *Sergestes* spp. (9,59%), *Lucifer* spp. (9,18 %) e *Lucifer faxoni* (7,5 %) foram os táxons que mais contribuíram para a

similaridade na massa d'água AT. Enquanto que na ACAS, os táxons que mais contribuíram em similaridade para este agrupamento foram a fase Megalopa de *Brachyura* (50,07%), os Paguridae (31,36%), *Sergestes* spp. (12,97%), Portunidae (2,14%) e *Palaemon* spp. (1,65%). Já na AIA, os táxons que mais contribuíram foram *Sergestes* spp. (36,86%), Megalopa de *Brachyura* (19,93%), Portunidae (14,41%), *Palaemon* spp. (9,33%) e *Lucifer faxoni* (9,15%). As demais massas d'água (ACS e APAN) não apresentaram nenhuma semelhança para os táxons estudados, não sendo possível verificar nenhuma contribuição de similaridade para estes agrupamentos (Tabela VII).

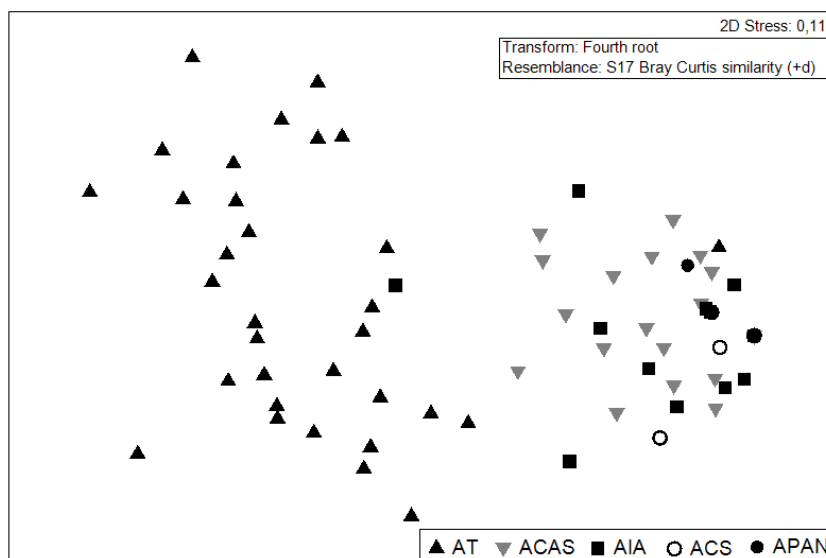


Figura II 4. Análise de ordenação das amostras por escalonamento multidimensional (MDS). Agrupamentos entre as densidades totais dos decápodes por massa d'água.

Tabela II VII. Contribuição percentual (%) dos principais táxons para a similaridade (análise de SIMPER) dentro de cada grupo formado pelas massas d'aguas (AT – Água Tropical, ACAS – Água Central do Atlântico Sul, AIA – Água Intermediária Antártica, ACS – Água Circumpolar Sul e APAN – Água Profunda do Atlântico Norte).

Grupos	AT	ACAS	AIA	ACS	APAN
Similaridade média (%):	33,62	15,96	3,36	0	0
Espécies	Contrib. %				
Megalopa Brachyura	11,38	50,07	19,93	0	0
Alpheidae	9,71	0	0	0	0
<i>Sergestes</i> spp.	9,59	12,97	36,86	0	0
<i>Lucifer</i> spp.	9,18	0	2,01	0	0
<i>Lucifer faxoni</i>	7,5	0	9,15	0	0
Portunidae	6,46	2,14	14,41	0	0
<i>Cuapetes</i> spp.	6,42	0,83	4,72	0	0
Paguridae	5,97	31,36	0	0	0
<i>Palaemon</i> spp.	5,94	1,65	9,33	0	0
<i>Lucifer typus</i>	4,96	0	2,11	0	0
<i>Processa</i> spp.	4	0	1,5	0	0
Brachyura	3,1	1	0	0	0

Verificando apenas a massa d'água AT, com relação à distribuição dos Decapoda presentes na região de plataforma e talude, o dendograma resultante da análise de CLUSTER permitiu evidenciar dois grupos distintos em nível de significância de 5 % (nível de similaridade 30 de distância), caracterizado de acordo com cada região (ANOSIM, $R = 0,64$; $p = 0,001$) (Fig. 5).

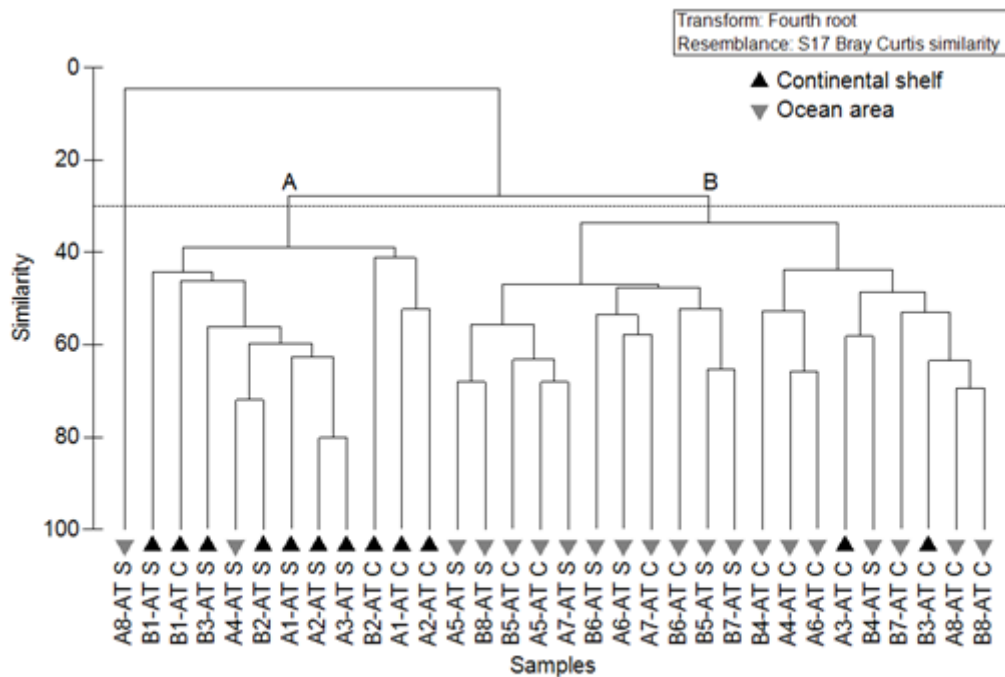


Figura II 5. Análise de agrupamento para a abundância dos táxons de decápodes distribuídos entre as regiões de plataforma (grupo A) e talude (grupo B).

A região de plataforma apresentou menor riqueza de táxons (25) e baixa diversidade (2,86 bits.ind⁻¹) comparada com o talude ($S = 30$; $H' = 3,88$ bits.ind⁻¹). A análise de porcentagem de similaridade (SIMPER) mostrou que os táxons *Lucifer faxoni* (20,94 %), Paguridae (15,61 %), *Lucifer* spp. (13 %), Alpheidae (8,71 %) e *Sergestes* spp. (7,14 %) foram os que mais contribuíram para a similaridade na região de plataforma (grupo A). Já na região do talude (grupo B), *Palaemon* spp. (12,60 %), Portunidae (11,64 %), Megalopa de *Brachyura* (11,36 %), *Lucifer typus* (10,52 %) e *Cuapetes* spp. (9,21 %) foram os táxons que mais contribuíram com a similaridade nesta região (Tabela VIII).

Tabela II VIII. Contribuição percentual (%) dos principais táxons para a similaridade (análise de SIMPER) dentro de cada grupo (grupo A – Plataforma; grupo B – Talude) formado pelas amostras distribuídas na massa d'água AT.

Group A		Group B	
Similaridade média: 46,87		Similaridade média: 41,36	
Species	Contrib%	Species	Contrib%
<i>Lucifer faxoni</i>	20,94	<i>Palaemon</i> spp.	12,6
Paguridae	15,61	Portunidae	11,64
<i>Lucifer</i> spp.	13	Megalopa Brachyura	11,36
Alpheidae	8,71	<i>Lucifer typus</i>	10,52
<i>Sergestes</i> spp.	7,14	<i>Cuapetes</i> spp.	9,21
Megalopa Brachyura	6,79	<i>Sergestes</i> spp.	8,86
Brachyura	6,28	Alpheidae	7,65
Processidae	3,65	<i>Lucifer</i> spp.	7,09
Xanthoidea	3,53	<i>Processa</i> spp.	3,73
<i>Processa</i> spp.	2,59	<i>Discias</i> spp.	2,83
<i>Pinnixa</i> spp.	2,04	Axiidae	2,62
		Paguridae	1,59
		<i>Typton</i> spp.	1,47

DISCUSSÃO

A maior riqueza e diversidade de táxons de decápodes foram associadas principalmente as massas d'água mais superficiais presentes na região de estudo. Alguns trabalhos relacionados à fauna planctônica, tanto no sudoeste do Atlântico como em outros locais, ocorreram principalmente nas camadas superficiais de 0 à 200 m de profundidade (BONECKER, 2006; LOPES *et al.*, 2006; KOETTKER *et al.*, 2010; BRANDÃO *et al.*, 2015), embora mais recentemente os trabalhos vêm abrangendo áreas mais profundas (KOETTKER; LOPES, 2013; BONECKER *et al.*, 2014). Apesar dos novos estudos, ainda pouco se conhece sobre os organismos batipelágicos (DIAS *et al.*, 2010).

Koettker e Freire (2006), encontraram 52 táxons de decápodes planctônicos no Arquipélago do Arvoredo - SC. Koettker *et al.*, (2010) no arquipélago de São Pedro e São Paulo registrou 51 táxons de decápodes holo e meroplanctônicos em uma série anual de amostragem. Brandão *et al.*, (2012) no Atlântico equatorial encontrou 46 táxons. Koettker e Lopes (2013) no banco de Abrolhos e regiões adjacentes, no período de inverno, encontraram 61 táxons de decápodes Brachyura. Brandão *et al.*, (2015) na costa sul brasileira, encontraram 120 táxons de larvas de decápodes e estomatópodes. No presente estudo foram encontrados em dois períodos (seco/2013 e chuvoso/2014) um total de 145 táxons de decápodes holo e meroplanctônicos distribuídos em 56 famílias (Apêndice 1), um número muito superior ao encontrado nos trabalhos anteriores.

Foi possível observar neste estudo que o aumento da profundidade está correlacionado com uma diminuição no número de táxons de decápodes, onde a maior riqueza de espécies foi observada nos primeiros metros da coluna d'água (AT) até 250 m (ACAS), diminuindo até 2.300 m (APAN). Bonecker *et al.* (2014) em seu estudo no sudoeste do Atlântico Sul, também observou este padrão para as comunidades planctônicas. Segundo Angel (1997) e Robison (2004) esta diminuição na diversidade com o aumento da profundidade já é esperada. De acordo com Smith e Brown (2002), as principais causas deste padrão de diminuição da diversidade em 200 m de profundidade para o oceano profundo são as quedas rápidas de temperatura e de produtividade, associadas ao aumento crescente da profundidade. Estas condições são limitantes para o desenvolvimento larval de vários táxons de decápodes holo e meroplactônicos em regiões oceânicas (ANGER, 2001).

Observando a distribuição de todos os táxons de decápodes encontrados no presente estudo, a região de talude apresentou maior diversidade e riqueza comparado à região da plataforma continental. O mesmo foi verificado para o subconjunto dos 90% de táxons mais ocorrentes, quando comparado sua distribuição na massa d'água AT. Esta tendência de maiores valores de diversidade em direção à região oceânica foi descrita por Lopes *et al.* (2006), e tem sido relatado em alguns estudos que comparam estas duas áreas (RAKHESH *et al.*, 2006; ZHANG *et al.*, 2009; BONECKER *et al.*, 2014). As regiões oceânicas tropical e subtropical do Atlântico Sul são consideradas como ambientes oligotróficos, apresentando normalmente baixa produção primária, o que influencia nos baixos valores de abundância, entretanto apresentam altos valores de riqueza e diversidade zooplactônica (BOLTOVSKOY, 1981; THURMAN; BURTON, 2001). Estes ecossistemas com baixas concentrações de nutrientes estão associados a ambientes mais estáveis, características que podem resultar em maiores riquezas nas regiões oceânicas do que nas áreas neríticas (ANGEL, 1993).

A alta diversidade de decápodes encontrada neste estudo, pode estar relacionada com a migração vertical realizada por estes organismos e com a provável predominância de desovas no período noturno. Migrações verticais dentre as larvas de decápodes são reconhecidas em trabalhos anteriores, assim como a predominância da migração noturna (QUEIROBA; BLANTON, 2005). As maiores densidades foram observadas para as larvas de Dendrobranchiata e Caridea distribuídos nas massas d'água mais superficiais coletadas no período noturno. Criales e McGowan (1994) mostram que em geral, as larvas destes dois grupos se concentram em profundidades entre 0-75 m durante a noite e de 50-100 m no período diurno. Koettker *et al.* (2010) em seu estudo no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, também relataram maiores densidades de

decápodes em águas superficiais no período noturno, assim como estudos realizados por Fernandes *et al.* (2002) e Silva *et al.* (2003).

CONCLUSÃO

A riqueza de decápodes planctônicos na área de estudo é maior que a registrada até o momento dentre os estudos realizados no Atlântico Sul. As maiores diversidades e riquezas encontradas em águas superficiais sobre o talude, estão relacionadas com os padrões abióticos de cada massa d'água, limitando o desenvolvimento larval destes organismos à superfície. Os decápodes planctônicos associaram-se diretamente às águas oceânicas, variando em um gradiente horizontal e vertical.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à equipe do Laboratório de Zooplâncton da Universidade Federal do Espírito Santo, ao PCR-ES/AMBES da Petrobras pelo apoio financeiro para realização das coletas e disponibilização dos dados, ao Laboratório de Crustáceos e Plâncton da Universidade de Santa Catarina pela ajuda na identificação dos táxons e à CAPES pela Bolsa de Pós-Graduação.

REFERÊNCIAS

- ANGEL, M. V. 1993. Biodiversity of the pelagic ocean. *Conserv Biol* 7: 760-772.
- ANGEL, M.V. 1997. Pelagic biodiversity, p. 35-68. In: ORMOND, R.F.G.; GAGE, J.D.; ANGEL, M.V., ed. *Marine Biodiversity: Patterns and processes*. New York, Cambridge University Press. p. 449.
- ANGER, K. 2006. Contributions of larval biology to crustacean research: a review. *Int J Inver Rep Dev*. 49:3 175–205.
- ANGER, K. 2001. The biology of decapod crustacean larvae. *Crustacean* (14). Balkema Publishers. Rotterdam, Netherlands. 419p.
- 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. 2006. Atlas de zooplâncton da região central da Zona Economica Exclusiva Brasileira. Museu Nacional, Rio de Janeiro. 234 p.
- BONECKER, S.L.C; de ARAUJO, A.V; de CARVALHO, P.F; DIAS, C.O; FERNANDES, L.F.L; MIGOTTO, A.E.; de OLIVEIRA, M.O. 2014. Horizontal and vertical distribution of mesozooplankton species richness and composition down to 2,300 m in the southwest Atlantic Ocean. *ZOOLOGIA* 31 (5): 445–462.

- BRANDÃO, M.C.; GARCIA, C.A.E.; FREIRE, A.S. 2015. Large-scale spatial variability of decapod and stomatopod larvae along the South Brazil Shelf. *Cont Shelf Res.* 107: 11–23.
- BRANDÃO, M.C.; KOETTKER, A.G.; FREIRE, A.S. 2012. Abundance and composition of decapod larvae at Saint Paul's Rocks (equatorial Atlantic). *Mar Ecol.* ISSN 0173-9565. 1-15.
- BRANDINI, F.P.; LOPE, R.M.; GUTSEIT, K.S.; SPACH, H.L. 1997. *Planctonologia na Plataforma Continental do Brasil – Diagnose e Revisão Bibliográfica*, FEMAR, Rio de Janeiro. 193 p.
- CALAZANS, D. 1993. Key to the larvae and decapodids of genera of the Infraorder Penaeidea from the Southern Brazilian coast. *Nauplius.* 1: 45-62.
- CLARKE, K.R.; GORLEY, R.N. 2006. *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E: Plymouth, 192 p.
- CRIALES, M.M.; MCGOWAN, M.F. 1994. Horizontal and Vertical Distribution of Penaeidean and Caridean Larvae and Micronektonic Shrimps in the Florida Keys. *B Mar Sci*, V. 54, N. 3, 14: 843-856.
- D'INCAO, F. 1997. Espécies do gênero *Lucifer* Thompson, 1829 no litoral brasileiro (Decapoda: Luciferidae). *Nauplius.* 5 139-145.
- DIAS, C.O.; ARAUJO, A.V.; PARANHOS, R.; BONECKER, S.L.C. 2010. Vertical copepod assemblages (0-2300m) off Southern Brazil. *Zool Stud* 49: 230-242.
- dos SANTOS, A.; GONZALLES-GORDILLO, J.I. 2004. Illustrate keys for the identification of the Pleocyemata (Crustacea, Decapoda) zoeal stages, from the coastal region of south-western Europ. *J Mar Bio Assoc U.K.*, 84:205-227.
- FERNANDES L.D.A., BONECKER S.L.C., VALENTIN J.L. (2002) Dynamic of decapod crustacean larvae on the entrance of Guanabara Bay. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 45, 491–498.
- GURNEY, R.; LEBOUR, M.V. 1941. On the larvae of certain Crustacea Macrura, mainly from Bermuda. *Journal of the Linnean Society, Zoology.* 41: 89-181.
- KOETTKER, A.G.; FREIRE, A.S. 2006. Spatial and temporal distribution of decapod larvae in the subtropical waters of the Arvoredo archipelago, SC, Brazil. *Iheringia.* 96(1): 31-39.
- KOETTKER, A.G.; FREIRE, A.S.; SUMIDA, P.Y.G. 2010. Temporal, diel and spatial variability of decapod larvae from St Paul's Rocks, an equatorial oceanic island of Brazil. *J Mar Bio Assoc U.K.* 1227-1239.
- KOETTKER, A. G.; LOPES, R. M. 2013. Meroplankton spatial structure and variability on Abrolhos Bank and adjacent areas, with emphasis on brachyuran larvae. *Cont Shelf Res.* 70: 97-108.
- KOETTKER, A. G.; SUMIDA, P. Y. G.; LOPES, R. M. e FREIRE, A. S. 2012. Illustrated key for the identification of the known zoeal stages of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from tropical and subtropical Brazil, southwestern Atlantic. *Zootaxa.* 3204: 1–19.
- LOPES R.M.; KATSURAGAWA, M.; MONTÚ, M.A.; MUELBERT, J.H ; DIAS, J. F.; GORRI, C. ; BRANDINI, F.P. 2006. Zooplankton and ichthyoplankton distribution on the southern Brazilian shelf: an overview. *Sci Mar*, v. 70, 2: 189-202.

- MARTIN, J.W. e DAVIS, G.E. 2001. An updated classification of the recent Crustacea. Natural History Museum of Angeles County. Los Angeles. Science 39, p. 115.
- McCONAUGHA J.R. 1992. Decapod larvae: dispersal mortality, and ecology. A working hypothesis. *Am Zool.* 32: 512-523.
- NAOMI, T.S.; GEETHA, A.; GEORGE, R.M. e JASMINE, S. 2006. Monograph on the planktonic shrimps of the genus *Lucifer* (Family Luciferidae) from the Indian EEZ. Central Marine Fisheries Research Institute Bulletin. 49: 1-54.
- PATTERSON, H.M.; SWEARER, S.E. 2007. Long-distance dispersal and local retention of larvae as mechanisms of recruitment in an island of a coral reef fish. *Austral Ecol.* 32: 122-130.
- QUEIROGA, H.; BLANTON, J. 2005. Interactions between behaviour and physical forcing in the control of horizontal transport of decapod crustacean larvae. *ADV MAR BIOL.* 47: 107-214.
- RAKHESH M.; A.V. RAMAN & D. SUDARSAN 2006. Discriminating zooplankton assemblages in neritic and oceanic waters: A case for the northeast coast of India, Bay of Bengal. *Mar Environ Res* 61: 93-109.
- ROBISON, B.H. 2004. Deep pelagic biology. *J Exp Mar Biol Ecol* 300: 253-272.
- RODRIGUES, R.R.; LORENZZETTI, J.A. 2000. A numerical study of the effects of bottom topography and coastline geometry on the Southeast Brazilian coastal upwelling, *Cont. Shelf Res.* 21: 371-394.
- RUTHERFORD, S.; S. D'HONDT; W. PRELL. 1999. Environmental controls on the geographic distribution of zooplankton diversity. *Nature* 400: 749-753.
- SILVA, K.C.A.; CINTRA, I.H.A.; RAMOS-PORTO, M. & VIANA, G.F.S. 2003. Lagostas capturadas durante pescarias experimentais para o programa REVIZEE/NORTE (Crustacea, Nephropoidea, Eryonoidea, Palinuroidea). *Boletim Técnico-Científico do CEPNOR, Belém*, 3(1): 21-35.
- SILVEIRA, I.C.A. da; SCHMIDT, A.K.; CAMPOS, E.J.D.; DE GODOI, S.S.; IKEDA, Y. 2000. "A Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira." *Rev. Bras. Oceanogr.*, 48(2), pp. 171-183.
- SMITH, K.F. & J.H. BROWN. 2002. Patterns of diversity, depth range and body size among pelagic fishes along a gradient of depth. *Global Ecol Biogeogr* 11: 313-322.
- THURMAN H.V. AND BURTON E.A. 2001. *Introductory oceanography*, 9th edition. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall Press.
- ZHANG W.; D. TANG; B. YANG; S. GAO; J. SUN; Z. TAO; S. SUN & X. NING. 2009. Onshore-offshore variations of copepod community in northern South China Sea. *Hydrobiologia* 636: 257-269.

Apêndice

Apêndice 1: Taxonomia dos organismos encontrados nas amostras.

ORDEM DECAPODA

SUBORDEM DENDROBRANCHIATA

Superfamília **Penaeoidea** Rafinesque, 1815

Família **Penaeidae** Rafinesque, 1815

Metapenaeopsis spp. Bouvier, 1905

Família **Sicyoniidae** Ortmann, 1898

Sicyonia spp. H. Milne Edwards, 1830

Família **Solenoceridae** Wood-Mason in Wood-Mason & Alcock, 1891

Solenocera spp. Lucas, 1849

Família **Benthescymidae** Wood-Mason in Wood-Mason & Alcock,
1891

Gennadas spp. Spence Bate, 1881

Superfamília **Sergestoidea** Dana, 1852

Família **Luciferidae** De Haan, 1849 [in De Haan, 1833-1850]

Lucifer spp.

Lucifer faxoni Borradaile, 1915

Lucifer typus H. Milne Edwards, 1837 [in H. Milne Edwards,
1834-1840]

Família **Sergestidae** Dana, 1852

Acetes americanus americanus Ortmann, 1893

Sergestes spp. H. Milne Edwards, 1830

SUBORDEM PLEOCYEMATA

Infraorder **Achelata** Scholtz & Richter, 1995

Família **Palinuridae** Latreille, 1802

Panulirus White, 1847

Infraorder **Anomura** MacLeay, 1838

Superfamília **Galattheoidea** Samouelle, 1819

Família **Galatheidae** Samouelle, 1819

Galatheidae spp.

Família **Munididae** Ahyong, Baba, Macpherson, Poore, 2010

Munida spp. Leach, 1820

Família **Porcellanidae** Haworth, 1825

Porcellanidae spp.

Petrolisthes Stimpson, 1858

Petrolisthes armatus (Gibbes, 1850)

Superfamília **Hippoidea** Latreille, 1825

Família **Albuneidae** Stimpson, 1858

Lepidopa spp. Stimpson, 1858

Família **Hippidae** Latreille, 1825

Emerita sp. Scopoli, 1777

Superfamília **Paguroidea** Latreille, 1802

- Família **Diogenidae** Ortmann, 1892
Clibanarius Dana, 1852
Dardanus Paul'son, 1875
- Família **Paguridae** Latreille, 1802
 Paguridae spp.
- Família **Parapaguridae** Smith, 1882
Oncopagurus spp. Lemaitre, 1996
- Infraorder **Axiidea** de Saint Laurent, 1979
- Família **Axiidae** Huxley, 1879
 Axiidae spp.
Axiopsis Borradaile, 1903
Axius Leach, 1815
- Família **Callianassidae** Dana, 1852
 Callianassidae spp.
Callianassa sp.1 Leach, 1814
Callianassa sp.2 Leach, 1814
Callianassa spp. Leach, 1814
- Infraorder **Brachyura** Latreille, 1802
- SEÇÃO HETEROTREMATA
- Superfamília **Calappoidea** De Haan, 1833
- Família **Calappidae** De Haan, 1833
 Calappidae spp.
 Calappidae sp.1
 Calappidae sp.2
Calappa gallus (Herbst, 1803)
- Superfamília **Dorippoidea** MacLeay, 1838
 Dorippoidea spp.
- Família **Ethusidae** Guinot, 1977
Ethusa mascarone (Herbst, 1785)
- Superfamília **Hymenosomatoidea** MacLeay, 1838
- Família **Hymenosomatidae** MacLeay, 1838
 Hymenosomatidae spp.
- Superfamília **Leucosioidea** Samouelle, 1819
- Família **Leucosiidae** Samouelle, 1819
Ebalia spp. Leach, 1817
Persephona spp. Leach, 1817
Persephona mediterranea (Herbst, 1794)
Philyra spp. Leach, 1817
- Superfamília **Majoidea** Samouelle, 1819
 Majoidea spp.
 Majoidea sp.1
 Majoidea sp.2
 Majoidea sp.3
 Majoidea sp.4
- Família **Inachidae** MacLeay, 1838
 Inachidae spp.
- Família **Inachoididae** Dana, 1851
Anasimus latus Rathbun, 1894

- Leurocyclus tuberculatus* (H. Milne Edwards & Lucas, 1842)
Pyromaia tuberculata (Lockington, 1877)
Stenorhynchus seticornis (Herbst, 1788)
- Família **Epialtidae** MacLeay, 1838
Acanthonyx sp. Latreille, 1828
Libinia spp. Leach, 1815
Libinia spinosa Guérin, 1832
Notolopas brasiliensis Miers, 1886
Stenocionops furcatus (Olivier, 1791)
- Família **Majidae** Samouelle, 1819
Majidae spp.
- Família **Mithracidae** MacLeay, 1838
Pitho lherminieri (Desbonne in Desbonne & Schramm, 1867)
Mithracidae spp.
Mithraculus spp. White, 1847
- Superfamília **Pilumnoidea** Samouelle, 1819
Família **Pilumnidae** Samouelle, 1819
Pilumnidae spp.
Pilumnus dasypodus Kingsley, 1879
Pilumnus reticulatus Stimpson, 1860
Pilumnus spinicarpus Grant & McCulloch, 1906
- Superfamília **Parthenopoidea** MacLeay, 1838
Família **Parthenopidae** MacLeay, 1838
Parthenopidae spp.
Parthenopidae sp.1
Parthenopidae sp.2
Parthenopidae sp.3
Parthenope (Platylambrus) spp.
- Superfamília **Portunoidea** Rafinesque, 1815
Família **Portunidae** Rafinesque, 1815
Portunidae spp.
Arenaeus cribrarius (Lamarck, 1818)
Callinectes spp. Stimpson, 1860
Charybdis (Charybdis) hellerii (A. Milne-Edwards, 1867)
Cronius spp. Stimpson, 1860
Cronius ruber (Lamarck, 1818)
Cronius tumidulus (Stimpson, 1871)
Portunus spp. Weber, 1795
Portunus (Achelous) spinicarpus (Stimpson, 1871)
Portunus (Portunus) gibbesii (Stimpson, 1859)
Portunus (Portunus) pelagicus (Linnaeus, 1758)
- Família **Ovalipidae** Spiridonov, Neretina & Schepetov, 2014
Ovalipes spp. (Rathbun, 1898)
- Superfamília **Xanthoidea** MacLeay, 1838
Xanthoidea spp.
Xanthoidea sp.1
Xanthoidea sp.2
Xanthoidea sp.3

Xanthoidea sp.4

Família **Panopeidae** Ortmann, 1893

Eurypanopeus abbreviatus (Stimpson, 1860)

Hexapanopeus angustifrons (Benedict & Rathbun, 1891)

Hexapanopeus caribbaeus (Stimpson, 1871)

Hexapanopeus paulensis Rathbun, 1930

Panopeus americanus Saussure, 1857

Panopeus austrobesus Williams, 1983

Família **Pseudorhombilidae** Alcock, 1900

Micropanope sculptipes Stimpson, 1871

Família **Xanthidae** MacLeay, 1838

Garthiope barbadensis (Rathbun, 1921)

Platypodiella spectabilis (Herbst, 1794)

SUBSEÇÃO THORACOTREMATA

Superfamília **Cryptochiroidea** Paul'son, 1875

Família **Cryptochiridae** Paul'son, 1875

Troglocarcinus corallicola Verrill, 1908

Superfamília **Grapsoidea** MacLeay, 1838

Família **Grapsidae** MacLeay, 1838

Grapsidae spp.

Família **Sesarmidae** Dana, 1851

Armases spp.

Armases rubripes (Rathbun, 1897)

Superfamília **Ocypodoidea** Rafinesque, 1815

Família **Ocypodidae** Rafinesque, 1815

Ocypodidae spp.

Superfamília **Pinnotheroidea** De Haan, 1833

Família **Pinnotheridae** De Haan, 1833

Pinnixa spp. White, 1846

Pinnixa chaetoptera Stimpson, 1860

Pinnixa longipes (Lockington, 1876)

Brachyura sp.1

Brachyura sp.2

Brachyura sp.3

Brachyura sp.4

Megalopa

Infraorder **Caridea** Dana, 1852

Caridea sp.1

Caridea sp.4

Caridea sp.5

Superfamília **Alpheoidea** Rafinesque, 1815

Família **Alpheidae** Rafinesque, 1815

Alpheidae spp.

Synalpheus spp. Spence Bate, 1888

Família **Hippolytidae** Spence Bate, 1888

Hippolytidae spp.

Família **Lysmatidae** Dana, 1852

Lysmata spp. Risso, 1816

- Superfamília **Atyoidea** De Haan, 1849 [in De Haan, 1833-1850]
 Família **Atyidae** De Haan, 1849 [in De Haan, 1833-1850]
Antecaridina Edmondson, 1954
- Superfamília **Bresilioidea** Calman, 1896
 Família **Disciadiidae** Rathbun, 1902
Discias spp. Rathbun, 1902
- Superfamília **Crangonoidea** Haworth, 1825a
 Família **Crangonidae** Haworth, 1825
 Cangonidae spp.
Crangon sp. Fabricius, 1798
- Superfamília **Nematocarcinoidea** Smith, 1884
 Família **Rhynchocinetidae** Ortmann, 1890
 Rhynchocinetidae spp.
- Superfamília **Oplophoroidea** Dana, 1852
 Família **Acanthephyridae** Spence Bate, 1888
Acanthephyra sp. A. Milne-Edwards, 1881
 Família **Oplophoridae** Dana, 1852
 Oplophoridae sp.
Janicella spinicauda (A. Milne-Edwards, 1883)
Oplophorus spp. H. Milne Edwards, 1837 [in H. Milne Edwards,
 1834-1840]
Systellaspis debilis (A. Milne-Edwards, 1881)
- Superfamília **Palaemonoidea** Rafinesque, 1815
 Família **Palaemonidae** Rafinesque, 1815
 Palaemonidae spp.
Cuapetes spp. Clark, 1919
Palaemon spp. Weber, 1795
Periclimenaeus spp. Borradaile, 1915
Periclimenes O.G. Costa, 1844
Patonia Mitsuhashi & Chan, 2006
Typton spp. O.G. Costa, 1844
- Superfamília **Pandaloidea** Haworth, 1825
 Família **Pandalidae** Haworth, 1825
 Pandalidae spp.
Pandalus spp. Leach, 1814 [in Leach, 1813-1814]
- Superfamília **Pasiphaeoidea** Dana, 1852
 Família **Pasiphaeidae** Dana, 1852
 Processidae spp
Leptocheila spp. Stimpson, 1860
- Superfamília **Processoidea** Ortmann, 1896
 Família **Processidae** Ortmann, 1896
 Processidae spp.
Processa spp. Leach, 1815 [in Leach, 1815-1875]
- Infraordem **Gebiidea** de Saint Laurent, 1979
 Família **Upogebiidae** Borradaile, 1903
 Upogebiidae spp.
- Infraorder **Stenopodidea** Spence Bate, 1888
 Família **Spongicolidae** Schram, 1986

Microprosthema spp. Stimpson, 1860
Família **Stenopodidae** Claus, 1872
Stenopus hispidus (Olivier, 1811)