

Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Campos (PCR-BC/Habitats)

Ambiente pelágico

Relatório Final



Volume 4

E&P

Dez/2013



PETROBRAS

Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Campos (PCR-BC/Habitats)

Volume 4

Ambiente pelágico

Revisão 4

dezembro / 2013



E&P

ÍNDICE GERAL

I. DESENHO AMOSTRAL E METODOLOGIAS DE COLETA – SISTEMA PE- LÓGICO	1/299
1 - Introdução	1/299
Referências Bibliográficas	16/299
II. VÍRUS E BACTERIOPLÂNCTON: DESCRITORES ESPACIAIS E TEMPORAIS	19/299
Resumo	19/299
1 - Introdução	20/299
2 - Material e Métodos	22/299
3 - Resultados	24/299
4 - Discussão	30/299
5 - Conclusão	34/299
Agradecimentos	35/299
Referências	35/299
III. BIOMASSA E PRODUÇÃO PRIMÁRIA	39/299
Resumo	39/299
1 - Introdução	40/299
2 - Material e Métodos	42/299
3 - Resultados	45/299
4 - Discussão	53/299
5 - Conclusão	58/299
Agradecimentos	58/299
Referências	59/299

IV. COMPOSIÇÃO DO FITOPLÂNCTON NA BACIA DE CAMPOS A PARTIR DE PIG- MENTOS MARCADORES (CAROTENÓIDES E CLOROFILAS)	63/299
Resumo	63/299
1 - Introdução	65/299
2 - Metodologia	66/299
3 - Resultados	69/299
4 - Discussão	87/299
5 - Conclusão	92/299
Agradecimentos	92/299
Referências	92/299
V. A ESTRUTURA ESPACIAL E TEMPORAL DA COMUNIDADE DO MICROPLÂNC- TON NA BACIA DE CAMPOS	97/299
Resumo	97/299
1 - Introdução	98/299
2 - Objetivo	101/299
3 - Metodologia	101/299
4 - Resultados	107/299
5 - Discussão	130/299
Considerações finais	136/299
Agradecimentos	136/299
Referências bibliográficas	137/299
VI. COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA	145/299
Resumo	145/299
1 - Introdução	146/299
2 - Material e Métodos.....	148/299
3 - Resultados	151/299
Agradecimentos	183/299
Referências	183/299

VII. COMUNIDADE ICTIOPLANCTÔNICA.....	195/299
Resumo	195/299
1 - Introdução	196/299
2 - Material e Métodos.....	198/299
3 - Análise de Dados	199/299
4 - Resultados	201/299
Agradecimentos	236/299
Referências bibliográficas	236/299
VIII. COMUNIDADES ZOOPLÂNCTÔNICAS E ICTIOPLANCTÔNICAS: VARIA- ÇÕES EM MICROESCALA TEMPORAL	245/299
Resumo	245/299
1 - Introdução	246/299
2 - Material e Métodos.....	247/299
3 - Resultados	251/299
4 - Discussão	276/299
Agradecimentos	286/299
Referências bibliográficas	287/299

I. DESENHO AMOSTRAL E METODOLOGIAS DE COLETA – SISTEMA PELÁGICO

Introdução

O Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Campos (PCR-BC/Habitats) visou caracterizar a Bacia de Campos, em escala regional, de forma a auxiliar o entendimento da dinâmica deste sistema. O ambiente pelágico foi um dos temas abordados com a finalidade de viabilizar melhorias no planejamento e na gestão ambiental da área.

Desta forma, surge o desenho amostral do projeto regional, pautado em experiências internacionais de reconhecimento das margens continentais e entendimento de seus ecossistemas, como o COMARGE - Continental Margin Ecosystems - e o GoMA - Gulf of Maine Area Program. Ambos os projetos reconhecem as margens continentais como um mosaico de diferentes ecossistemas ou habitats que fornecem complexidade para os padrões de distribuição da biota ao longo dos gradientes ambientais, sejam estes longitudinais, latitudinais ou batimétricos (Levin *et al.*, 2010).

Neste contexto, um dos objetivos da macroavaliação da região foi o de reconhecer os parâmetros físico-químicos e biológicos da coluna d'água, presente sobre a plataforma continental e o talude da Bacia de Campos, em dois períodos contrastantes do ano (chuvoso e seco).

Os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- a) Caracterizar a físico-química da água do mar;
 - b) Caracterizar as comunidades planctônicas das diferentes massas d'água presentes na região;
 - c) Avaliar se as variações latitudinais sobre os parâmetros químicos e biológicos são mais importantes que as variações temporais;
 - d) Diferenciar o ambiente nerítico e o oceânico quanto à quantidade e à qualidade de nutrientes, produtividade biológica, diversidade biológica e biomassa;
 - e) Identificar a massa d'água mais importante para a plataforma continental e para o talude da Bacia de Campos em termos de diversidade biológica, produtividade e presença de nutrientes;
 - f) Avaliar a assinatura físico-química e biológica de cada massa de água presente na região do talude e compará-las com as mesmas massas presentes sobre a plataforma continental;
-

- g) Comprovar que as comunidades planctônicas de menor dimensão representam a maior biomassa em todos os segmentos avaliados e tornam-se cada vez mais importantes com o afastamento da costa;
- h) Identificar a influência do rio Paraíba do Sul ao longo da plataforma continental e sobre o talude da Bacia de campos, independentemente da época do ano.

Desenho amostral

A área de estudo compreendeu toda a Bacia Sedimentar de Campos, de 25 a 3000 m de profundidade. Para avaliação da variação espacial, a malha amostral sobre a Bacia foi definida horizontalmente, abrangendo a plataforma continental e o talude, e verticalmente, em especial sobre o talude, de forma a avaliarmos as cinco diferentes massas de água presentes na região.

A estratégia amostral para avaliação do sistema pelágico da Bacia de Campos foi pautada na distinção das condições da coluna d'água existente sobre a plataforma continental e sobre o talude, diferenciando as amostragens por massa d'água.

Para avaliação horizontal, a amostragem foi definida somente em duas profundidades, SS (Subsuperfície – 1 m de profundidade) e SP (Segunda Profundidade - definida com base em critérios apresentados nos próximos itens).

Para avaliação vertical, a amostragem foi definida a partir da identificação do núcleo das massas d'água presentes na região. Tanto para identificação das massas d'água quanto para identificação dos núcleos foi aplicada a Análise Multiparamétrica Ótima (AMO), sendo que os resultados deste trabalho podem ser avaliados em FOLONI-NETO (2008) (Figura 1).

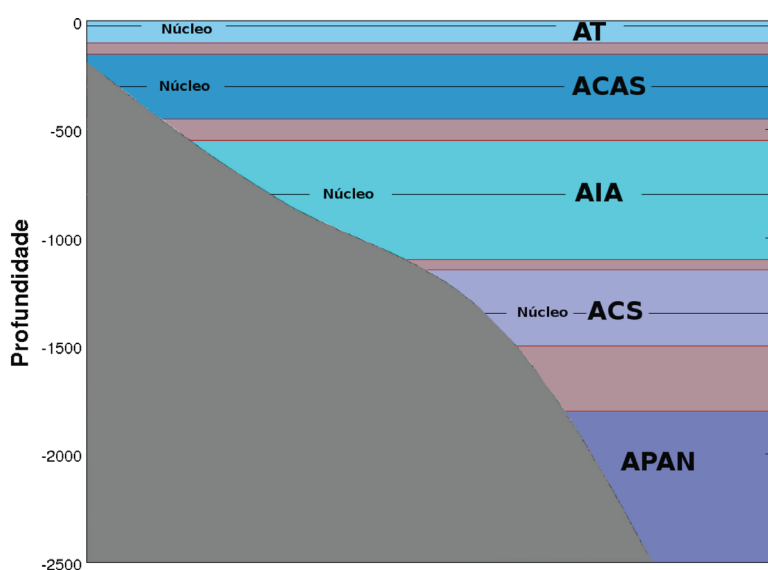


Figura 1 – Diagrama representando as diferentes massas de água presentes na região oceânica da Bacia de Campos e seus respectivos núcleos: Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Água Intermediária Antártica (AIA), Água Circumpolar Superior (ACS) e Água Profunda do Atlântico Norte (APAN) (Foloni Neto et al., 2008)

Os núcleos definidos para avaliação vertical da região oceânica foram: 1 m de profundidade para a Água Tropical - AT (SS - Subsuperfície), 250 m para a Água Central do Atlântico Sul - ACAS, 800 m para Água Intermediária Antártica - AIA, 1200 m para Água Circumpolar Superior - ACS e 2300 m para a Água Profunda do Atlântico Norte – APAN.

As avaliações hidroquímicas e biológicas do ambiente pelágico da Bacia de Campos foram diferenciadas, apesar de em linhas gerais possuírem a mesma tendência. Assim, serão apresentadas a seguir, em separado, as estratégias amostrais para avaliação da Hidroquímica, dos Produtores Primários e da Comunidade Zoo e Ictioplanctônica.

Desenho amostral - Hidroquímica

Para a avaliação horizontal, foram definidos nove transectos perpendiculares à costa e às isóbatas, nomeados como transectos A, B, C, D, E, F, G, H e I, no sentido Sul-Norte. Sobre cada um dos transectos, definiu-se oito estações amostrais que interceptavam isóbatas de 25, 50, 75, 150, 400, 1000, 1900 e 3000 m ao longo do gradiente plataforma-talude, totalizando 72 estações em cada um dos dois períodos estudados (Figura 2).

As estações de coleta foram nomeadas através da junção da letra de identificação do transecto com a numeração de identificação da isóbata. Por exemplo: “A05” representa a estação posicionada sobre o transecto A, com lâmina d’água de 150 m e “F10” representa a estação posicionada sobre o transecto F, onde a lâmina d’água é de 1900 m. Esta nomenclatura foi utilizada em todas as amostragens do sistema pelágico realizadas no projeto.

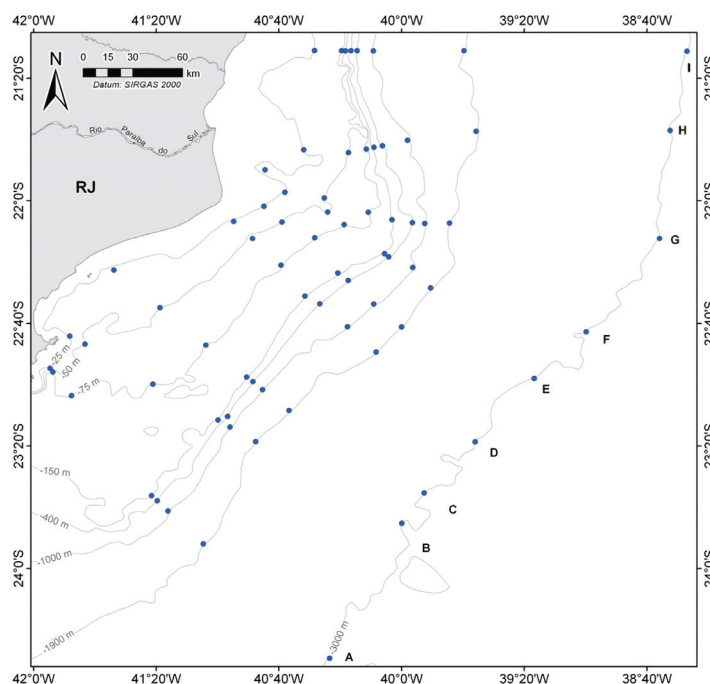


Figura 2 – Malha planejada para a amostragem dos parâmetros hidroquímicos do ambiente pelágico da Bacia de Campos, totalizando 72 estações.

Para avaliação vertical, foram estabelecidas duas estratégias diferenciadas, uma para as estações posicionadas sobre a plataforma continental (até 150 m de profundidade) e outra para as posicionadas sobre o talude (profundidades maiores que 150 m).

Em cada estação sobre a plataforma continental foram realizadas amostragens nas profundidades SS (Subsuperfície – 1 m de profundidade) e SP (Segunda Profundidade), sendo esta última definida pelo seguinte critério:

- a) No caso das estações amostrais posicionadas em lâmina d'água equivalente ou maior que 150 m de profundidade, SP correspondeu a BCM - base da camada de mistura (profundidade definida a partir do decréscimo em 0,5 °C da temperatura da água superficial).
 - b) No caso de estações com lâmina d'água menor que 150 m de profundidade, foi considerada a estratificação da coluna d'água no momento da coleta (Figura 3). Quando a coluna d'água encontrava-se homogênea, não existindo sinal da isoterma de 20 °C, amostrava-se na metade da coluna d'água. Quando a coluna d'água apresentava estratificação, existindo sinal da isoterma de 20 °C amostrava-se no nível da isoterma de 20 °C. Quando a coluna d'água apresentava estratificação próxima à superfície, com a isoterma de 20 °C próxima ou aflorando em superfície, amostrava-se na metade da lâmina d'água contando abaixo da isoterma de 20 °C.
-

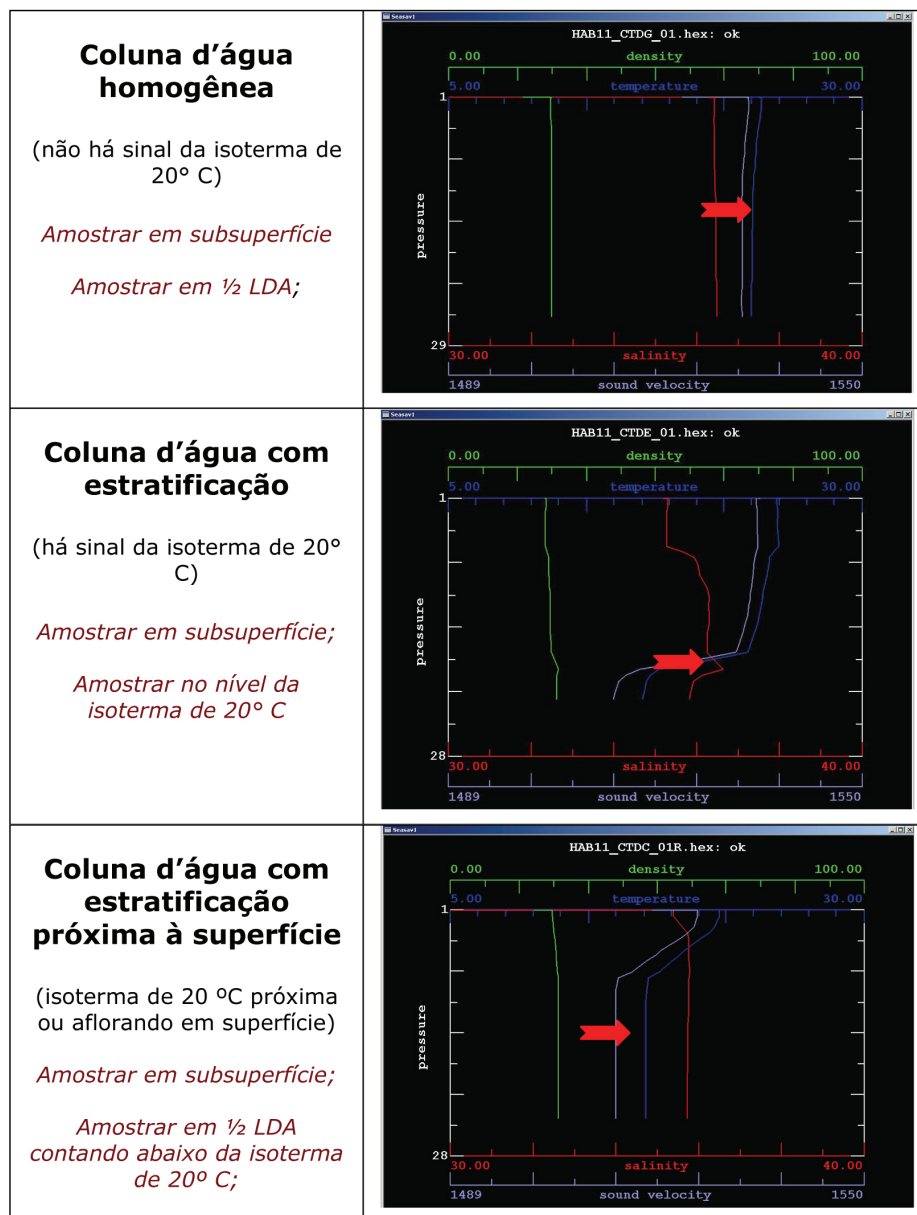


Figura 3 – Critérios para definição da profundidade da segunda amostragem ao longo da coluna d'água na região da plataforma continental. LDA = lâmina d'água.

Para as estações posicionadas no talude, uma avaliação prévia de cada massa de água presente na região foi realizada. Foram amostradas as profundidades SS (Subsuperfície – 1 m de profundidade), SP (Segunda Profundidade - definida como a base da camada de mistura (BCM), núcleo da ACAS (Água Central do Atlântico Sul, definido a 250 m de profundidade), núcleo da AIA (Água Intermediária Antártica, definido a 800 m), núcleo da ACS (Água Circumpolar Superior, definido a 1200 m) e núcleo da APAN (Água profunda do Atlântico Norte, definido a 2300 m) (Figura 2 e Tabela 1).

Tabela 1 – Profundidades de amostragem planejadas para hidroquímica das campanhas do sistema pelágico.

Transectos: A, B, C, D, E, F, G, H e I								
Isóbatas:	1	2	3	5	6	8	10	12
	25 m	50 m	75 m	150 m	400 m	1000 m	1900 m	3000 m
Subsuperfície (SS -1 m)	X	X	X	X	X	X	X	X
Segunda profundidade (SP)	X	X	X	X	X	X	X	X
250 m					X	X	X	X
800 m						X	X	X
1200 m							X	X
2300 m								X

As coordenadas geográficas das estações efetivamente amostradas são apresentadas no Anexo I.

Considerando a malha amostral planejada de 72 estações para amostragem hidroquímica, todas as estações e profundidades previstas foram efetivamente amostradas, exceto as estações G06, H12 e I12 no período seco.

Desenho amostral - Comunidades planctônicas – Produtores Primários

Para avaliação horizontal, foram escolhidos somente seis dos nove transectos definidos para avaliação hidroquímica, a saber: transectos A, C, D, F, H e I, posicionados no sentido Sul-Norte. Sobre cada um destes definiu-se oito estações amostrais, que interceptavam isóbatas de 25, 50, 75, 150, 400, 1000, 1900 e 3000 m ao longo do gradiente plataforma-talude, totalizando 48 estações em cada um dos períodos estudados (Figura 4).

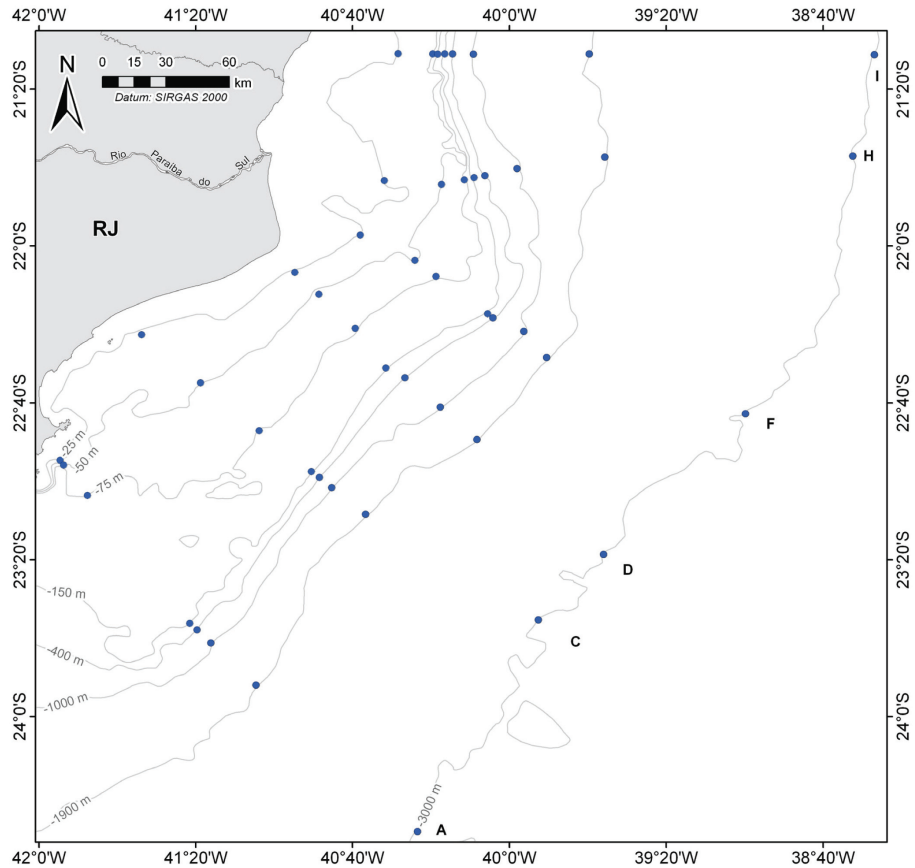


Figura 4 – Malha planejada para amostragem das comunidades planctônicas da Bacia de Campos, totalizando 48 estações.

Para avaliação vertical, somente duas profundidades foram amostradas dentro da zona fótica, tanto sobre a plataforma continental quanto sobre o talude.

Cada estação foi amostrada nas profundidades SS (Subsuperfície – 1 m de profundidade) e SP (Segunda Profundidade), sendo esta última definida pelos critérios sumarizados na Figura 3.

As coordenadas geográficas das estações efetivamente amostradas são apresentadas no Anexo I.

Considerando a malha amostral planejada de 48 estações para amostragem dos produtores primários, no período chuvoso, todas as estações e profundidades previstas foram efetivamente amostradas exceto a estação H08. Ressalta-se que a malha amostral destinada a avaliação da produtividade primária no período seco foi reduzida, sendo somente avaliada nos transectos A, C, F e I, sobre as isóbatas 25, 150 e 1900 m, nas duas profundidades (SS e SP).

As coordenadas geográficas das estações efetivamente amostradas são apresentadas no Anexo I.

Considerando a malha amostral planejada de 48 estações para amostragem da comunidade zoo e ictioplanctônica, todas as estações e profundidades previstas foram efetivamente amostradas, exceto as estações A12 (na profundidade da APAN) no período chuvoso, e A12 (nas profundidades da AIA, ACS e APAN), H12 e I12 no período seco.

Períodos de coleta

O período estabelecido para realização das coletas de hidroquímica, dos produtores primários e do nêuston foi o diurno e o período para amostragem da comunidade zoo e ictioplanctônica foi o noturno. Esta restrição foi estabelecida, principalmente, para serem minimizadas interferências nas comparações dos dados entre as diferentes massas d'água, devido aos processos migratórios do zooplâncton e das larvas de peixe nas regiões oceânicas.

As campanhas de coleta do plâncton foram desenvolvidas simultaneamente com as coletas de hidroquímica e foram divididas em três pernadas no período chuvoso (entre 25/2/2009 e 13/04/2009) e em duas pernadas no período seco (entre 05/08/2009 e 17/09/2009).

Equipamentos de coleta e operação

As amostras de água (tanto para avaliação hidroquímica quanto dos produtores primários) foram coletadas com rosette equipada com um arranjo de 12 garrafas e um CTD Seabird® (Figura 5). As garrafas acopladas eram do tipo Niskin de 10 L (General Oceanics®, revestidas com teflon) ou GO-FLO de 10 L (General Oceanics®), totalizando uma capacidade de coleta de 120 L de água por lançamento. Um exemplo de arranjo da rosette pode ser observado na Tabela 3.



Figura 5 - Rosette equipada com garrafas Niskin, GO-FLO e CTD.

Tabela 3 – Arranjo da rosette com garrafas Niskin e GO-FLO para operação na isóbata de 3000 m, com previsão de amostragem em 6 profundidades pré-definidas.

Go-Flo 1	Go-Flo 2	Go-Flo 3	Go-Flo 4	Niskin 1	Niskin 2	Niskin 3	Niskin 4	Niskin 5	Niskin 6	Niskin 7	Go-Flo 5
38,3 L necessários para a coleta a 1 m				22,6 L necessários para a coleta na BCM			8,2 L coleta a 250 m	8,2 L coleta a 800 m	8,2 L coleta a 1200 m	8,2 L coleta a 2300 m	Extra

Nas estações sobre o talude, no caso de haver falha em alguma garrafa oceanográfica, dois lançamentos de rosette foram realizados para amostragem da quantidade de água necessária para avaliação de todos os parâmetros.

A coluna d'água foi perfilada com o CTD para obtenção de medidas *in situ* de temperatura, salinidade e condutividade, sendo também ocasionalmente utilizados sensores de pH, oxigênio dissolvido e fluorímetro. A transparência da água foi avaliada com disco de Secchi, o qual era acoplado ao sistema CTD-rosette.

As amostras da comunidade zooplânctônica foram coletadas com rede MULTINET (Figura 6) equipada com sistemas remotos de abertura e fechamento e três tipos de rede de diferentes aberturas de malha (64, 120, 200 μm – Tabela 4). As amostras da comunidade ictioplânctônica foram coletadas também com rede MULTINET equipada com malha de 500 μm de abertura (Tabela 4). Cada profundidade avaliada possuía um conjunto de rede específico, de forma que não houvesse interferência entre as amostras obtidas nas diferentes massas de água.



Figura 6 - Rede de plâncton do tipo MULTINET equipada com sistema de fechamento remoto.

Os arrastos foram horizontais em cada massa d'água, exceto na APAN que o arrasto foi vertical devido à problemas na amostragem em tal profundidade. A duração dos arrastos variou a depender do ambiente estudado, se plataforma ou talude, e também entre as massas d'água. Na plataforma continental, os arrastos na subsuperfície ou ACAS duraram 5 min, enquanto no talude os arrastos na subsuperfície e ACAS duraram 10 min, e na AIA, ACS e APAN duraram 15 min.

Os arrastos de nêuston foram realizados na superfície, com rede neustônica (utilizando flutuador do tipo catamarã) e malha de 500 μm de abertura tanto na rede superior quanto na inferior (Figura 7). A duração dos arrastos nestes casos foi sempre de 10 min.



Figura 7 - Rede de plâncton do tipo neustônica.

Tabela 4 – Frações planctônicas avaliadas com cada uma das malhas utilizadas.

Malha da rede (μm)	Fração do plâncton amostrada
64	Mega, macro, meso e microplâncton
120	Mega, macro e mesoplâncton
200	Mega e macroplâncton
500	Mega e macroplâncton

A avaliação de várias frações planctônicas objetiva reconhecer a contribuição de cada fração para a comunidade existente sobre a plataforma continental e talude da Bacia de Campos, com vistas a realização futura de modelagem ecossistêmica para a Bacia.

Embarcação

Durante o projeto, foram realizadas amostragens em cinco campanhas (grandes períodos que possuem similaridade sazonal), distribuídas em 23 pernas de duração mínima de sete e máxima de 30 dias. Cada perna recebeu a denominação de HAB, sendo numerados de HAB01 a HAB23. As campanhas para avaliação do compartimento pelágico foram realizadas em duas embarcações distintas, conforme Tabela 5 (Figura 8).

Tabela 5 – Campanhas, pernas, períodos de coleta e embarcações utilizadas nas campanhas de amostragem de água.

Campanha	Pernada	Data de coleta	Embarcação
Período Chuvoso (PC)	HAB 12, 14 e 15	25/2/2009 - 13/04/2009	R/V Gyre
Período Seco (PS)	HAB 18 e 19	05/08/2009 - 17/09/2009	R/V Luke Thomas



Figura 8 – Embarcações utilizadas para amostragem do sistema pelágico: R/V Gyre (período chuvoso 2009) e R/V Luke Thomas (período seco 2009).

Procedimentos realizados a bordo da embarcação

As atividades de amostragem de água requerem processamento expressivo das amostras a bordo da embarcação e, na maioria das vezes, imediatamente após a amostragem, como titulações e filtrações. Esta parte do trabalho de bordo foi feito, majoritariamente, com equipes das universidades contando com apoio de nossa equipe especializada de bordo.

Todos os procedimentos realizados, tanto pela equipe da universidade quanto pela equipe da embarcação, foram supervisionados por um profissional designado pelo laboratório que recebeu as amostras, de forma que fosse executada uma verificação de procedimentos e o controle de qualidade das etapas de amostragem, retirada e acondicionamento das amostras.

Para todos os parâmetros orgânicos e/ou referentes à avaliação de contaminantes, foram realizados brancos de frascaria e de campo.

A seguir serão apresentados os parâmetros estudados nas amostragens do sistema pelágico e as variações de procedimentos para amostragem, processamento e acondicionamento a bordo.

Parâmetros avaliados in situ

Amostragem a partir de alíquotas obtidas nas garrafas Niskin ou GO-FLO

- pH – Potenciômetro de bancada;
- oxigênio dissolvido – Dados obtidos com o sensor acoplado ao CTD, de forma contínua na coluna d'água, e com titulação (método de Winkler) nas amostras discretas obtidas em cada profundidade;
- transparência da água - Medição com Disco de Secchi – 50 cm de diâmetro

Parâmetros incubados in situ

Amostragem a partir de alíquotas obtidas nas garrafas Niskin ou GO-FLO

- Produtividade Primária – As amostras coletadas foram incubadas por quatro horas em recipientes com diferentes atenuações luminosas e contendo solução de NaHCO₃ com atividade nominal de 20 μ Ci¹⁴C. Após incubação, as amostras foram filtradas em filtros de celulose (Millipore, 25 mm de diâmetro e porosidade de 0,45 μ m). A radiação solar foi continuamente registrada por um sensor quanta LI-190SA, acoplado ao Datalogger LI-1000 da LI-COR.

Parâmetros que necessitam de filtração prévia

Amostragem a partir de alíquotas obtidas nas garrafas Niskin ou GO-FLO

- Material particulado em suspensão- MPS (em filtros de porosidade 0,45 e 0,7 μ m, sendo que o primeiro só foi amostrado na profundidade SS)
- Carbono, nitrogênio e enxofre na fração particulada (CNS e COP)
- Fósforo orgânico na fração particulada (Porg)
- Carbono orgânico dissolvido (COD)
- Matéria orgânica cromófora (CDOM)
- Clorofila a
- Pigmentos planctônicos por cromatografia líquida de alta eficiência

Os procedimentos detalhados sobre o procedimento de bordo para os parâmetros acima descritos encontram-se no capítulo de metodologias do livro destinado à química ambiental, exceto os referentes aos pigmentos, que se encontram descritos nos capítulos do volume Sistema Pelágico.

Parâmetros químicos que necessitam de adição de preservantes

Amostragem a partir de alíquotas obtidas nas garrafas GO-FLO

- Fenóis
- Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno (BTEX)
- Metais dissolvidos (Al, As, B, Ba, Hg, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V e Zn)

Os procedimentos detalhados sobre o procedimento de bordo para os parâmetros acima descritos encontram-se no capítulo de metodologias do livro destinado à química ambiental.

Parâmetros químicos somente refrigerados ou congelados

Amostragem a partir de alíquotas de garrafas Niskin ou GO-FLO (esta última para todos os contaminantes)

- Nutrientes (fósforo inorgânico e total; nitrogênio amoniacal; nitrogênio total; nitrato; nitrito; nitrato e silicato)
- Total de Hidrocarbonetos do Petróleo (TPH)
- N-Alcanos e Mistura Complexa não Resolvida (MCNR)
- Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)
- Sulfetos – este parâmetro foi avaliado somente nas campanhas do período chuvoso 2009

Parâmetros biológicos que necessitam de adição de preservantes

Amostras obtidas em garrafas Niskin ou GO-FLO

- Virioplâncton – Fixado com paraformaldeído 2% e armazenado em galões de nitrogênio líquido
- Bacterioplâncton - Fixado com paraformaldeído 2% e armazenado em galões de nitrogênio líquido
- Microplâncton – Fixado com Lugol

Amostras obtidas em arrastos de plâncton

- Micro, macro e megazooplâncton – Preservante Formaldeído 4%
 - Ictioplâncton – Preservante Formaldeído 4%
-

Referências bibliográficas

Levin, A.L. 2010. The role of habitat heterogeneity in generating and maintaining biodiversity on continental margins: an introduction. *Marine Ecology* 31 (1): 1-5

ISO 15972:2009. Water quality - Guidance on quantitative and qualitative investigations of marine phytoplankton. 29 pp.

Anexo 1 – Estações de coleta do sistema pelágico da Bacia de Campos no Projeto Habitats. Em negrito, estações com amostragem tanto de plâncton quanto da hidroquímica (na= estação não amostrada). Datum: SIRGAS.

ESTAÇÃO	Período Chuvoso (Hab 12, 14 e 15)		Período Seco (Hab 18 e 19)	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
A01	-22,911526	-41,910711	-22,911526	-41,910711
A02	-22,932206	-41,895182	-22,932206	-41,895182
A03	-23,060818	-41,794865	-23,060818	-41,794865
A05	-23,604751	-41,359026	-23,604751	-41,359026
A06	-23,632736	-41,328431	-23,632736	-41,328431
A08	-23,687658	-41,269447	-23,687658	-41,269447
A10	-23,867340	-41,077906	-23,867340	-41,077906
A12	-24,489050	-40,390968	-24,489050	-40,390968
B01	-22,736902	-41,803549	-22,736902	-41,803549
B02	-22,780539	-41,720387	-22,780539	-41,720387
B03	-22,997633	-41,352371	-22,997633	-41,352371
B05	-23,193104	-40,998541	-23,193104	-40,998541
B06	-23,174146	-40,946074	-23,174146	-40,946074
B08	-23,231139	-40,933437	-23,231139	-40,933437
B10	-23,310306	-40,793309	-23,310306	-40,793309
B12	-23,755362	-39,999486	-23,755362	-39,999486
C01	-22,378075	-41,564472	-22,378075	-41,564472
C02	-22,581799	-41,313196	-22,581799	-41,313196
C03	-22,786314	-41,064274	-22,786314	-41,064274
C05	-22,959723	-40,841992	-22,959723	-40,841992
C06	-22,983937	-40,808158	-22,983937	-40,808158
C08	-23,027992	-40,756370	-23,027992	-40,756370
C10	-23,140947	-40,612386	-23,140947	-40,612386
C12	-23,589910	-39,877224	-23,589910	-39,877224
D01	-22,113484	-40,912460	-22,113484	-40,912460
D02	-22,205835	-40,810145	-22,205835	-40,810145
D03	-22,350558	-40,655287	-22,350558	-40,655287
D05	-22,519495	-40,525727	-22,519495	-40,525727
D06	-22,560611	-40,444783	-22,560611	-40,444783
D08	-22,685226	-40,294927	-22,685226	-40,294927
D10	-22,823595	-40,138776	-22,823595	-40,138776
D12	-23,311385	-39,600185	-23,311385	-39,600185
E01	-22,031229	-40,748295	-22,031229	-40,748295
E02	-22,116837	-40,650059	-22,116837	-40,650059
E03	-22,201242	-40,472528	-22,201242	-40,472528
E05	-22,393599	-40,346338	-22,393599	-40,346338
E06	-22,434018	-40,289741	-22,434018	-40,289741

ESTAÇÃO	Período Chuvoso (Hab 12, 14 e 15)		Período Seco (Hab 18 e 19)	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
E08	-22,562024	-40,151349	-22,562024	-40,151349
E10	-22,687045	-40,000408	-22,687045	-40,000408
E12	-22,967307	-39,279784	-22,967307	-39,279784
F01	21,954870	-40,634149	-21,954232	-40,633853
F02	-22,062404	-40,402269	-22,062422	-40,403651
F03	-22,129744	-40,312783	-22,129433	-40,311808
F05	-22,288871	-40,093318	-22,290064	-40,094197
F06	-22,305877	-40,070789	-22,306051	-40,072037
F08	-22,364152	-39,939429	-22,364244	-39,939968
F10	-22,474237	-39,842373	-22,473855	-39,841896
F12	-22,713394	-38,996586	-22,713183	-38,996734
G01	-21,831826	-40,741895	-21,831227	-40,741508
G02	-21,984878	-40,420011	-21,984594	-40,419536
G03	-22,062777	-40,181622	-22,063177	-40,182145
G05	-22,103599	-40,052411	-22,103632	-40,052216
G06	-22,119826	-39,941670	na	na
G08	-22,124068	-39,874423	-22,125281	-39,871728
G10	-22,122176	-39,740497	-22,123493	-39,740732
G12	-22,206290	-38,598433	na	na
H01	-21,723341	-40,532104	-21,723341	-40,532104
H02	-21,739179	-40,289506	-21,739309	-40,289299
H03	-21,720256	-40,192262	-21,718961	-40,189560
H05	-21,710539	-40,150660	-21,709629	-40,149910
H06	-21,701557	-40,104658	-21,701444	-40,103979
H08	-21,672364	-39,967665	-21,672682	-39,967547
H10	-21,623257	-39,594834	-21,623713	-39,596209
H12	-21,618856	-38,540975	na	na
I01	-21,183940	-40,473885	-21,184777	-40,475049
I02	-21,184638	-40,326336	-21,185306	-40,327849
I03	-21,185966	-40,305160	-21,185073	-40,305381
I05	-21,184312	-40,274860	-21,183787	-40,275485
I06	-21,184557	-40,242671	-21,184147	-40,243150
I08	-21,185490	-40,153630	-21,185530	-40,153180
I10	-21,184948	-39,660971	-21,184214	-39,661341
I12	-21,187753	-38,448776	na	na

II. VÍRUS E BACTERIOPLÂNTON: DESCRITORES ESPACIAIS E TEMPORAIS

Resumo

A estrutura e consequente função da cadeia alimentar das águas oceânicas profundas é assunto de crescente interesse em oceanografia. Os perfis verticais (1 - 2300 m) do bacterioplâncton no Oceano Atlântico Sudoeste obtidos no ano de 2009 foram analisados e descritos nesse estudo. O número de vírus, bactérias totais, HNA e LNA foram determinados através de citometria em fluxo. Normalmente, as bactérias com baixo teor de ácidos nucleicos (LNA) dominaram a camada eufótica, correspondendo a mais de 80-90% da abundância bacteriana total. O número total de bactérias diminuiu cerca de uma ordem de grandeza com o aumento da profundidade. Apesar disso, a proporção de bactérias com alto teor de ácidos nucleicos (HNA) aumentou ao longo do perfil vertical. Nas maiores profundidades, as células HNA tenderam a dominar a abundância de bactérias heterotróficas, representando cerca de 80-90% do número total. Nas maiores profundidades, as condições ambientais são mais favoráveis às bactérias do que aos seus competidores e predadores, uma vez que existe uma grande disponibilidade de nutrientes, algumas fontes de carbono que podem ser rapidamente captadas, e uma menor pressão de predação. A interação dos fatores mencionados acima gera condições mais favoráveis para o desenvolvimento de certas populações bacterianas, favorecendo o crescimento e a dominância de células HNA ao invés de LNA. As células HNA, mais numerosas nas águas profundas, são reconhecidas como mais produtivas, e portanto responsáveis por uma parcela significativa do metabolismo batipelágico. Tais células são de grande importância na alça microbiana da camada afótica, e seu estudo contribui para o maior entendimento da ecologia microbiana profunda. Sua presença pode explicar a distribuição das partículas virais, cujos perfis horizontais e verticais são muito parecidos com os observados para as bactérias.

Abstract

The structure and consequent function of food web of deep oceanic waters is a subject of increasing interest in oceanography. With samples from southwest Atlantic Ocean offshore Brazil, we describe full depth profiles (1 - 2300 m) of bacterio-

plâncton. Viruses, Total bacteria, HNA e LNA abundances were determined by flow cytometry.. Usually the bacteria with low apparent DNA content (LNA) dominates the euphotic layer, with up to 80-90% of total counts (around 10^8 cells.L⁻¹). As the deep increase, the total abundance decreases by one order of magnitude. However the proportion of bacteria with high apparent DNA content (HNA) increases with depths. Deeper, the HNA cells tend to dominate the abundance of heterotrophic bacteria, representing around 80-90% of total counts. Toward deep waters, the environmental conditions are less restrictive to bacteria than to their competitors and predators, as there is a high nutrients supply, some carbon ready to be uptake, and less predation pressure. The integration of the above mentioned factors sustain more favorable conditions for the development of certain bacterial populations, and favors the growing and dominance of HNA type cells instead LNA. The more numerous at deep waters, the HNA cells, are recognized as more productive, and so they are responsible for significant portion of bathypelagic metabolism. There is a great importance of such cells to the microbial loop in aphotic layer, and this study contribute to understanding of the deep sea microbial ecology. Its presence could explain the distribution of viral like particles, whose horizontal and vertical profiles were close related to that of bacterial cells.

1. INTRODUÇÃO

A microbiologia oceanográfica é uma área em franca expansão no contexto das ciências ambientais, e cada vez mais novos e importantes processos são atribuídos aos microrganismos. No presente estudo, foram investigados os menores componentes da microbiota, desde os vírus (ou partículas virais) até as bactérias ou então os componentes do picoplâncton (Azam *et al.*, 1983).

Os virus são os menores e mais abundantes dos seres, e representam o maior reservatório de material genético nos mares (Shuttle, 2005). A enorme abundância desta partículas virais representam cerca de 10^{29} infecções por dia, que resultam na liberação diária de 10^8 - 10^9 toneladas de carbono a partir da biota (Suttle, 2007). Mas ainda muito pouco se conhece sobre a dimensão dos processos virais nos oceanos e como estes estariam ligados a biodiversidade e biogeoquímica globais.

Logo acima dos vírus em termos de tamanho, as bactérias são organismos de dimensões picoplânctônicas (0,2 a 2,0 μ m) que atuam de forma fundamental na

estrutura e no funcionamento dos ecossistemas aquáticos (Pomeroy, 1974; Azam *et al.*, 1983). Tal importância despertou grande interesse entre os pesquisadores ambientais no sentido de se obter uma maior compreensão sobre os aspectos relacionados com a abundância, distribuição, composição e dinâmica das comunidades bacterianas. Esse crescente interesse tem gerado inúmeros trabalhos na área da ecologia microbiana, dos quais pode-se citar aqueles realizados por Cole *et al.* (1988), Turley e Mackie (1994), Leakey *et al.* (1996), Jellett *et al.* (1996), Jacquet *et al.* (1998), Zubkov *et al.* (1998), entre outros.

Estes microrganismos são importantes componentes das cadeias tróficas marinhas, tanto em termos de biomassa quanto de atividade. Seu papel no processamento de matéria orgânica e reciclagem de nutrientes é bastante conhecido (Pomeroy, 1974; Azam *et al.*, 1983), convertendo o carbono orgânico dissolvido em carbono particulado (Azam, 1998). Esse carbono particulado retém nutrientes e torna-se disponível para os outros níveis tróficos. As bactérias são também os principais mediadores da decomposição do particulado em suspensão nos sistemas aquáticos (Azam e Cho, 1987).

O estudo destes grupos teve um avanço significativo desde a introdução da técnica da citometria de fluxo para a enumeração de microrganismos em amostras ambientais (Gasol e delGiorgio, 2000; Andrade *et al.*, 2003). Além das contagens totais, a discriminação de tipos ou sub populações bacterianas foi um dos primeiros resultados obtidos pelo uso da técnica da citometria para análise dos ácidos nucleicos do bacterioplâncton (Li *et al.*, 1995; Marie *et al.*, 1997; Gasol *et al.*, 1999). O grupo de bactérias com alto conteúdo aparente de ácidos nucleicos (HNA - High nucleic acid bacteria) foi denominado de bactérias tipo II e o grupo de bactérias com baixo conteúdo aparente de ácidos nucleicos (LNA – Low nucleic acid bacteria) foi denominado bactérias tipo I.

Apesar de muito pouco se conhecer sobre as características taxonômicas e fisiológicas dos diferentes tipos de bactéria classificadas pelo seu conteúdo aparente de ácidos nucleicos (Gasol e del Giorgio, 2000), cada vez mais estudos vêm demonstrando que os grupos das bactérias HNA apresentam uma maior taxa de crescimento ou maior atividade (Li *et al.*, 1995; Jellett *et al.*, 1996; Gasol *et al.*, 1999; Servais *et al.*, 1999; Troussellier *et al.*, 1999; Yamada *et al.*, 2000; Lebaron *et al.*, 2001; Paranhos *et al.*, 2001a,b). Estes grupos de bactérias HNA também são os mais propensos a predação pelos protozoários (Gasol *et al.*, 1999). Estes

resultados são consistentes com o conhecido comportamento de predação seletiva dos flagelados, que predam preferencialmente as bactérias maiores e mais ativas (Jürgens e Güde, 1994; del Giorgio *et al.*, 1996; López-Amorós *et al.*, 1998). Alguns estudos sobre o conteúdo aparente de ácidos nucleicos nas bactérias heterotróficas contribuíram para a hipótese de que as bactérias LNA seriam dormentes e/ou inativas, e que somente as bactérias HNA seriam ativas (ver revisão de Gasol e del Giorgio, 2000).

Os estudos com sobre o bacterioplâncton ainda são incipientes no litoral brasileiro, e muitos poucos foram os trabalhos publicados (Andrade *et al.*, 2003 e 2004) abordando este importante componente da microbiota aquática. Desta forma, este capítulo objetivou avaliar a distribuição vertical e horizontal de componentes do viroplâncton e bacterioplâncton e na área do Projeto HABITATS. Pela primeira vez o virioplâncton foi estudado em águas brasileiras.

2. Material e Métodos

Campo

No navio, as amostras de água coletadas em garrafas de Niskin acopladas à uma rosete. As amostras obtidas nas diferentes profundidades e estações estabelecidas na Bacia de Campos foram fracionadas. As sub-amostras destinadas à determinação da abundância foram transferidas para tubos Falcon estéreis de 15 mL. Para determinação do bacterioplâncton e virioplâncton, 1,7 mL de amostra foi transferido para tubos eppendorfs de 2,0 mL e fixado a bordo com paraformaldeído a 2 % (concentração final). Após 10 minutos, os tubos eppendorfs contendo as amostras fixadas, foram mantidos em nitrogênio líquido até posterior análise em laboratório.

Laboratório

A abundância bacteriana foi enumerada por citometria de fluxo seguindo a descrição de Gasol e del Giorgio (2000) e Andrade *et al.* (2003). Alíquotas de 250 µL foram retiradas da preparação descrita no parágrafo anterior, sendo transferidas para tubos plásticos estéreis específicos para citometria. Os ácidos nucleicos das bactérias foram marcados com 20 µL do fluorocromo Syto13 a 2,5 µM (Molecular Probes, ref. S-7575) e durante 15 minutos. O Syto13 é um corante que apresenta uma grande afinidade por ácidos nucleicos, podendo ser utilizado para marcar o DNA e o RNA

de células vivas e/ou mortas. Cabe ressaltar que este procedimento foi realizado ao abrigo da luz e as amostras imediatamente homogeneizadas em vórtex. Após sonicação, 1 μL de uma solução de microesferas fluorescentes (Fluoresbrite YG carboxilate 1,58 μm , ref 17687, Polysciences) foram adicionados às amostras e utilizadas para calibração do aparelho e como padrão interno das contagens. A concentração de esferas na solução de trabalho foi aferida através de microscopia de epifluorescência seguindo a descrição de Lebaron *et al.* (1994).

A quantificação celular foi realizada através de um citômetro em fluxo CyAn ADP (Dako) equipado com laser de estado sólido (emissão de 25 mW a 488 nm). Tampão PBS esterilizado por filtração em membrana 0,22 μm foi utilizado como solução carreadora. A fluorescência emitida pelas bactérias foi observada pelo espalhamento lateral a 90° (SSC, side scatter, eixo X, indicativo de tamanho celular) e pelas fotomultiplicadoras FL1 (510 \pm 15 nm) e FL4 (660 \pm 15 nm) (eixo Y, fluorescência verde do Syto13 relacionada ao teor de ácidos nucleicos – ver Figura 1). As contagens foram realizadas utilizando-se o programa Summit 4.2 da Dako. A partir destes sinais foram definidas diferentes áreas de contagem, que possibilitaram a determinação do número de esferas e de bactérias totais (Gasol e del Giorgio, 2000; Andrade *et al.*, 2003).

A quantificação citométrica da abundância bacteriana foi realizada com base na taxa entre as células marcadas com o fluorocromo e as microesferas adicionadas às amostras como padrão interno de calibração. Para isso, a fórmula [(número de bactérias contadas por citometria / número de esferas contadas por citometria) X número de esferas contadas por microscopia] foi utilizada. Os valores obtidos foram da ordem de 10⁴ a 10⁶ células de bactérias mililitro de água, sendo apresentados em forma logarítmica para normalizar os dados.

Para a quantificação do vírus, ou partículas virais, as amostras foram ambientadas e diluídas conforme as necessidades individuais, sendo todas as diluições iguais ou superiores a 10 x. Esta diluição se faz necessária para minimizar a coincidência eletrônica das partículas virais. Depois de diluídas as amostras foram coradas com Sybr Green a concentração final de 0.5 x 10⁻⁴ da solução comercial e incubadas no escuro a 80 °C por 10 minutos, com posterior período de 5 minutos, também no escuro, a temperatura ambiente (Brussaard *et al.*, 2000). A enumeração foi realizada imediatamente em um Citometro BD-FACSCalibur e 1 μL de uma solução de microesferas fluorescentes (Fluoresbrite YG carboxilate 1,58 μm , ref 17687, Polysciences) foram adicionados às amostras e utilizadas para calibração do aparelho e como pa-

drão interno das contagens. A concentração de esferas na solução de trabalho foi aferida através de microscopia de epifluorescência seguindo a descrição de Lebaron *et al.* (1994).

Foi empregada uma estatística descritiva básica: médias, desvios padrão e coeficientes de variação. Números de dados e valores mínimos e máximos foram apresentados em todas as variáveis analisadas para as estações e para as profundidades. As diferenças entre as estações de coleta, entre as profundidades, e entre as diferentes campanhas foram avaliadas por Análise de Variância (ANOVA), segundo o descrito por ZAR (1999).

3. Resultados

Bacterioplâncton

A distribuição das bactérias suspensas nas águas da Bacia de Campos durante as campanhas deste projeto foi bastante variada, mas com alguns padrões claramente definidos. Os valores oscilaram entre mínimos da ordem de $1,5 \times 10^4$ (sempre observados nas camadas mais profundas ou 2300 m) chegando a valores como $1,62 \times 10^6$ (registrado na estação G01 a 1 m). Nem sempre as maiores abundâncias de bactérias foram observadas na região costeira, como por exemplo, as estações D6, E5, E6, F7 (ao largo do Cabo de São Tomé) na campanha realizada no período chuvoso e as estações A10, F3, H4 e H5 na campanha do período seco, todas com valores próximos a 1 milhão de bactérias por mililitro.

Mas uma das feições mais constantes na região da bacia de Campos foi a região de Cabo Frio, onde foram registrados alguns dos mais altos valores de bactérias no presente estudo (ver Figura 1a e 1c). Este tipo de padrão também foi descrito para muitas outras variáveis analisadas durante este projeto integrado. Também cabe destaque para a observação de maiores abundâncias no transecto C durante a campanha do período chuvoso de 2009. Na região do Cabo de São Tomé, ou suas proximidades (transectos D ao H nas primeiras isóbatas), também foram observados maiores valores de bactérias na superfície, conforme relatado no parágrafo anterior. Outro padrão espacial é referente às diferenças entre os valores observados na região costeira e os obtidos na região do talude. Em ambas as campanhas os valores na área da plataforma foram maiores que os registrados para a região oceânica. Talvez devido à predominância do gradiente costa – oceano, não foram observadas diferenças se

comparados os transectos, e as feições descritas acima foram os principais pontos da distribuição horizontal do bacterioplâncton na Bacia de Campos em 2009.

Tipicamente, o bacterioplâncton é mais abundante na superfície e sua abundância decresce cerca de uma ordem de grandeza na região batipelágica (Tanaka e Ras-soulzadegan, 2002). Este foi o padrão vertical observado nas amostras da Bacia de Campos (ver Figuras 1b e 1d), tendo sido registrado na maior parte das estações de coleta. Nas camadas superficiais o bacterioplâncton variou entre 80.000 e 1.200.000 células por mililitro, e em geral as abundâncias foram maiores na superfície que na segunda profundidade. Em todas as estações localizadas nas isóbatas profundas, foi observado este padrão caracterizado por altas abundâncias na superfície e que foram diminuindo de acordo com a profundidade. A diferença entre a superfície e as meso e batipelágicas (1.200 e 3.000 m) chega a uma ordem de grandeza. Em cada massa d'água foram observadas as seguintes médias (nos Períodos Chuvoso e Secos, respectivamente): 3,1 e 2,2 x 10⁵ bactérias por mL na AT; 7,3 e 7,0 x 10⁴ bactérias por mL na ACAS; 3,3 e 4,0 x 10⁴ bactérias por mL na AIA; 3,2 e 3,7 x 10⁴ bactérias por mL na ACS; 2,4 e 2,8 x 10⁴ bactérias por mL na APAN. Os valores da abundância de bactérias entre estas massas são significativamente diferentes ($p < 0,00001$).

A distribuição do bacterioplâncton parece ser regida por alguma componente sazonal, pois os valores observados na campanha realizada no período chuvoso (março de 2009) foram um pouco maiores que os obtidos na campanha do período seco em 2009 (ver Figura 1). Este padrão foi registrado nas camadas mais superficiais, onde as abundâncias médias foram da ordem de 3,0 x 10⁵ bactérias por mL (na superfície) e 2,3 x 10⁵ bactérias por mL (na segunda profundidade). Já na campanha realizada no período seco os valores médios nestas profundidades foram um pouco menores, sendo 2,3 x 10⁵ bactérias por mL a um metro e 1,8 x 10⁵ bactérias por mL na segunda profundidade. Como foi descrito no parágrafo anterior, nas outras profundidades e massas de água as abundâncias de bactérias quase não variaram e os valores médios foram bem consistentes durante o período amostrado.

Taxa entre Bactérias HNA e Bactérias LNA

No presente estudo empregamos a taxa HNA / LNA entre as bactérias com alto conteúdo aparente de ácidos nucléicos (HNA) e as com baixo conteúdo aparente de ácidos nucléicos (LNA). Esta taxa pode ser utilizada como indicador do grau de trofia de um ecossistema, quanto menor mais oligotrófico seria o ambiente estudado.

Durante o ano de 2009 na Bacia de Campos os valores da taxa HNA / LNA variaram entre um mínimo de 0,1 observado na superfície até um máximo de 0,9 registrado em profundidades da ACS e AIA. A distribuição horizontal da taxa HNA / LNA foi bastante assemelhada à descrita para as bacterioplâncton, com os mesmos destaques nas regiões do Cabo Frio e ao largo do Cabo de São Tomé (Figura 2a e 2c). Na superfície estas taxas foram da ordem de 0,25 representando o predomínio das células de bactérias pequenas e com baixo conteúdo de ácidos nucléicos (as LNA com cerca de $\frac{3}{4}$ das células). Tal resultado está de acordo com os menores níveis dos elementos nutrientes observados nesta região durante o estudo (ver Suzuki *et al.*, 2011) que explicam a oligotrofia das águas da bacia de Campos em qualquer época do ano. Nestas águas pobres em nutrientes as células menores têm mais vantagens competitivas e, portanto, predominam na população do bacterioplâncton.

Conforme as amostras são de maiores profundidades, vão sendo observados maiores teores de nutrientes. A disponibilidade de recursos tróficos vai condicionando o desenvolvimento de bactérias com maiores tamanhos celulares e maior metabolismo, sendo observado um interessante perfil vertical para a taxa HNA / LNA (Figuras 2b e 2d), cujos valores vão aumentando até chegar a um valor máximo de 0,5 nas profundidades da AIA e APAN.

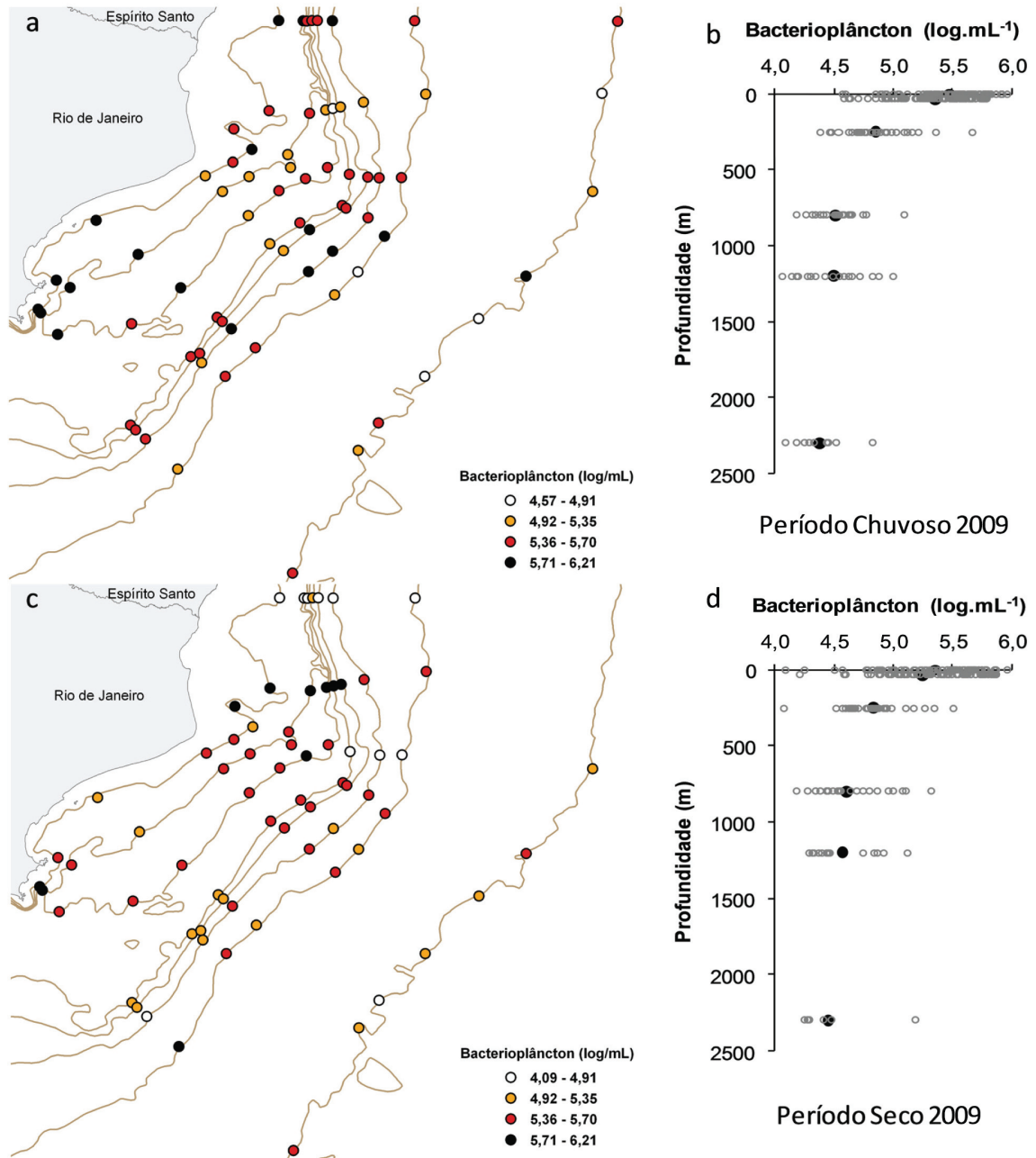


Figura 1 - Distribuição espacial dos valores de Bacterioplâncton (expresso em log de células por mililitro) no ambiente pelágico da Bacia de Campos durante o período chuvoso de 2009 (a) mapa da superfície e (b) perfil vertical, e durante o período seco de 2009 (c) mapa da superfície e (d) perfil vertical.

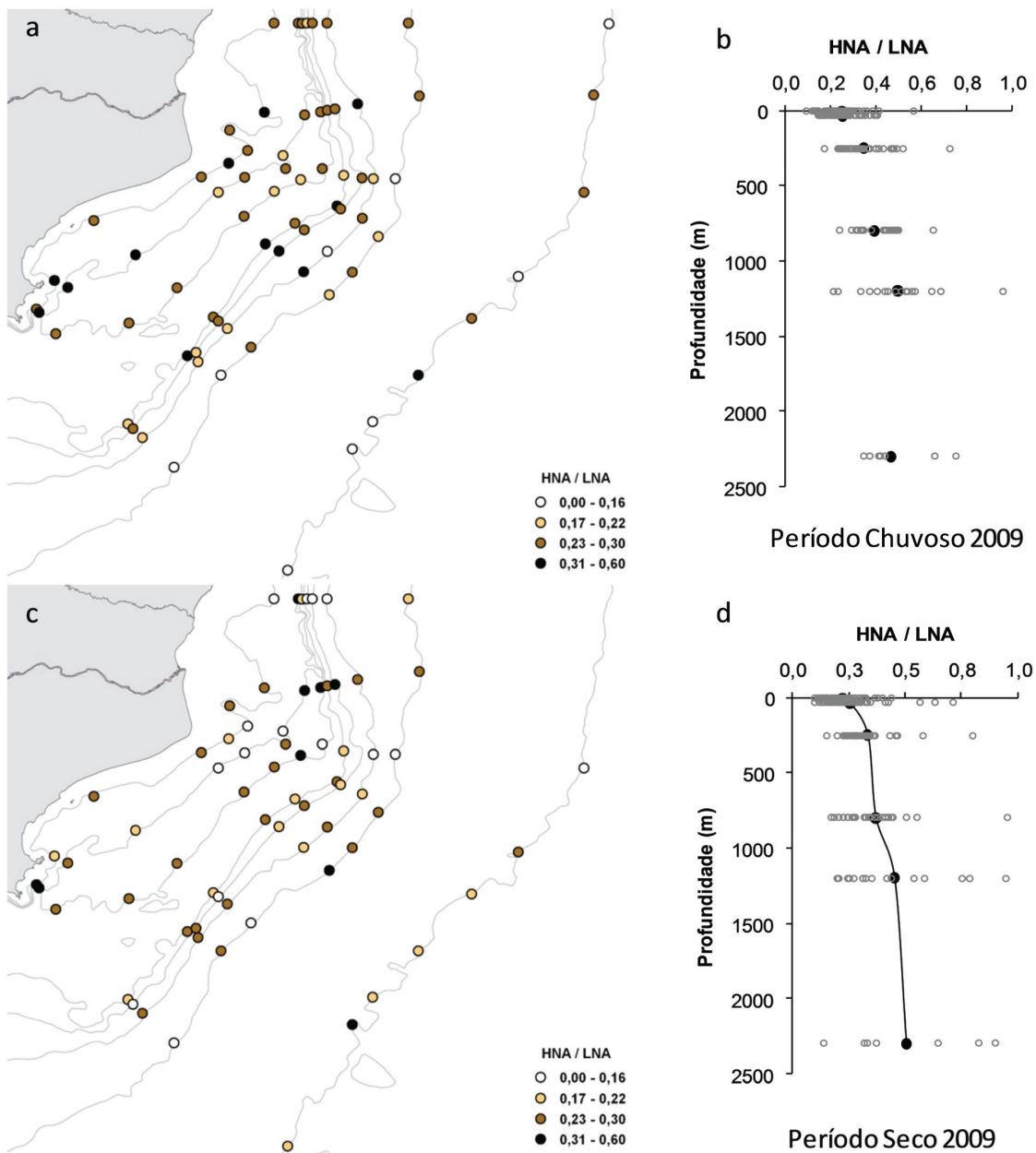


Figura 2 - Distribuição espacial dos valores da taxa entre as bactérias HNA e as bactérias LNA no ambiente pelágico da Bacia de Campos durante o período chuvoso de 2009 (a) mapa da superfície e (b) perfil vertical, e durante o período seco de 2009 (c) mapa da superfície e (d) perfil vertical.

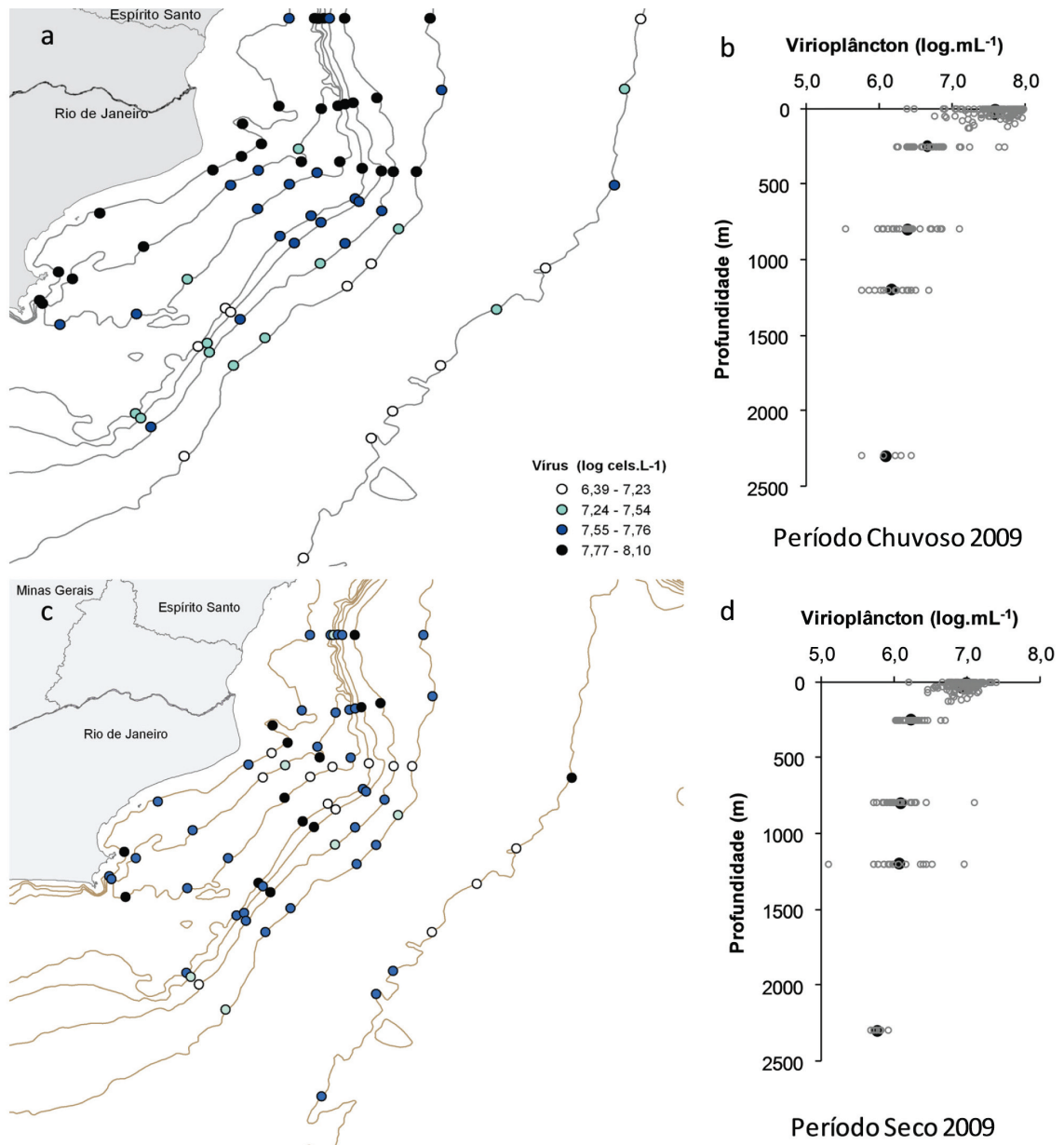


Figura 3 - Distribuição espacial do Virioplâncton no ambiente pelágico da Bacia de Campos durante o período chuvoso de 2009 (a) mapa da superfície e (b) perfil vertical, e durante o período seco de 2009 (c) mapa da superfície e (d) perfil vertical.

Virioplâncton ou Partículas Virais

Pioneiramente no país foi determinada a abundância de vírus em águas marinhas, e estas partículas virais foram analisadas pela técnica de citometria de fluxo. Usualmente os padrões das populações de vírus nos oceanos tende a seguir de perto as variações observadas no bacterioplâncton (Brussaard *et al.*, 2004), porém as densidades observadas para os vírus em geral tende a ser uma ordem de grandeza maior que a reportada para as bactérias.

Na Bacia de Campos a quantidade de partículas virais esteve entre cerca de 1 a 12 milhões por mililitro, e sua distribuição horizontal seguiu os padrões descritos para o bacterioplâncton com os destaques de Cabo Frio, de São Tomé e o transecto D, todos estes locais de maiores abundância de virioplâncton (Figuras 3a e 3c). No período chuvoso de 2009, nas regiões mais costeiras (entre A1 e E2) e ainda nos pontos D1, E1 a E8, F1, G1 a G7, foram registrados os maiores valores de virioplâncton deste estudo. No período seco o padrão foi semelhante, mas menos intenso e em algumas poucas das regiões (A3, B1, D3 a D5, F1 e F2). Nestes locais foram observados núcleos de partículas virais, sugerindo uma intensa atividade de controle da população microbiana.

Já quanto ao perfil vertical das partículas virais na Bacia de Campos, foi observado um padrão de decréscimo ($p < 0,00001$) com a profundidade (Figura 3b e 3d), com uma diferença de uma ordem de grandeza entre a superfície (entre 6 e 90 milhões de vírus por mL) e a zona batipelágica (por volta 1 milhão de vírus por mL). Outra observação foi que a distribuição dos vírus nas camadas mais profundas teve menor variabilidade que a distribuição das bactérias, sugerindo uma maior estabilidade deste grupo nas zonas meso e batipelágicas.

4. Discussão

Apesar de sua importância como componente da microbiota aquática, o bacterioplâncton ainda é precariamente conhecido no litoral brasileiro, e muitos poucos foram os trabalhos publicados abordando este importante componente da microbiota aquática. Alguns estudos já foram realizados anteriormente nesta região do Oceano Atlântico sudoeste por pesquisadores estrangeiros (Zubkov *et al.*, 1998; Zubkov *et al.*, 2000a; Zubkov *et al.*, 2000b). Estes trabalhos foram realizados a partir de cruzeiros transatlânticos, e parte deles coincidiu com nossa área de estudo atual. Estes autores também empregaram a técnica de citometria de fluxo para a determinação dos números de bactérias, e relataram valores de bactérias heterotróficas totais da ordem de 3.7×10^4

até 5.5×10^5 cells mL⁻¹, ou seja na mesma ordem de grandeza dos nossos resultados atuais. Mais recentemente, Andrade *et al.* (2003) e Andrade *et al.* (2004) publicaram os primeiros resultados de bacterioplâncton baseados em dados coletados durante o programa REVIZEE, e algumas estações de coleta também coincidem com a nossa atual área de estudo, bem como os valores obtidos.

No presente estudo, realizado no ano de 2009, foram obtidos mais resultados sobre a distribuição vertical do bacterioplâncton em águas oceânicas brasileiras, que podem ser somados aos dados que já existem e que também foram obtidos na Bacia de Campos, durante o projeto Oceanprof (Paranhos *et al.*, 2004).

Um importante resultado foi a descrição dos perfis verticais de bactérias com alto conteúdo de ácidos nucleicos (bactérias HNA) e bactérias com baixo conteúdo de ácidos nucleicos (bactérias LNA), bem como resultados de bactérias em águas profundas do Atlântico Sul. Em ambas as campanhas (períodos chuvoso e seco), e em todas as estações profundas foi observado um interessante padrão vertical. O resultado típico foi que o número total de bactérias diminuiu cerca de uma ordem de grandeza da superfície para a zona batipelágica (> 1.000 m), mantendo a mesma proporção na distribuição vertical já relatada em outros estudos com bactérias de águas profundas (Tanaka e Rassoulzadegan 2002, Koppelman *et al.* 2005). Portanto, os valores de bactérias encontrados neste estudo se comparam aos valores registrados em outros estudos em regiões oceânicas, mesmo se analisando por diferentes profundidades. Já entre os diferentes grupos de bactérias, conforme discriminado pela citometria em fluxo, as bactérias LNA apresentam padrão vertical semelhante às contagens totais, decrescendo uma ordem de grandeza da superfície para o fundo (Figuras 1b e 1d). Observou-se um predomínio das bactérias HNA com o aumento da profundidade.

Nas camadas superficiais, por exemplo, a proporção de bactérias LNA oscilou entre 70 e 87%. O grupo de bactérias LNA é constituído por células pequenas e pouco fluorescentes, características que refletem a baixa taxa metabólica desses microrganismos (Gasol *et al.* 1999). De acordo com estes autores, esse sub-grupo é representado por pequenos procariotos ativos, por microrganismos mortos (células inteiras ou em pedaços que não são capazes de crescer mesmo quando postas nas melhores condições nutricionais possíveis) ou dormentes (células inativas mas capazes de reassumir crescimento se colocadas em ambientes ricos em nutrientes). Embora possuam baixo metabolismo, as células LNA permanecem em número constante na coluna d'água, sendo por isso as responsáveis por uma fração significativa do metabolismo de alguns am-

bientes, tais como, os oceanos abertos oligotróficos (Andrade *et al.* 2003, Jochem *et al.* 2004, Nishimura *et al.* 2005) onde predominam. Essas células apresentam uma grande relação superfície-volume, sendo capazes de sobreviver em ambientes pobres em nutrientes, como por exemplo, as camadas superficiais do Oceano Atlântico Sudoeste.

Vários trabalhos sobre regulação bacteriana (Pace e Cole 1994) têm demonstrado que a disponibilidade de nutrientes no ambiente acaba favorecendo a ocorrência de populações constituídas por células de grandes tamanhos. Com o aumento de profundidade, os recursos tróficos para o desenvolvimento das bactérias vão existindo em quantidades cada vez maiores, pois os níveis de carbono, fósforo e nitrogênio aumentam com a profundidade. Desta forma, as condições são favoráveis para a proliferação de células maiores e, portanto, metabolicamente mais ativas. Nossos resultados indicam a predominância de células maiores e mais ativas, e as bactérias HNA já foram demonstradas como as responsáveis por quase todo o metabolismo bacteriano (Lebaron *et al.*, 2001). Outro fator importante é a diminuição significativa na abundância dos predadores, como flagelados, ciliados e organismos do mesozooplâncton, cuja presença diminui cerca de duas a três ordens de grandeza entre a superfície e a zona batipelágica (Tanaka e Rassoulzadegan 2002, Koppelman *et al.* 2005). Isto pode ser uma das explicações para a presença de células maiores no bacterioplâncton batipelágico, pois esta faixa dimensional é a mais sujeita às pressões de predação (Jürgens e Güde 1994). Desta forma, na zona batipelágica existem condições que favorecem a dominância das bactérias com alto conteúdo de DNA, pois há grande oferta de nutrientes e carbono e quase não existe pressão de predação. Nossos dados não permitem estas medidas, pois não temos valores de produção bacteriana abaixo de 200 m de profundidade, mas é bem provável que as populações do bacterioplâncton batipelágico sejam controladas por mecanismos do tipo *bottom-up*, como a limitação por nutrientes ou por temperatura.

As bactérias HNA já foram indicadas como as responsáveis por quase todo o metabolismo bacteriano (Lebaron *et al.* 2001). Também já foi demonstrado que a maior parte das bactérias do mar profundo contém níveis consideráveis de rRNA, e que podem contribuir para o metabolismo batipelágico (Karner *et al.* 2001, Herndl *et al.* 2005). Ambos os resultados são consistentes com o aumento de taxas metabólicas de populações de bactérias batipelágicas observadas perto do assoalho marinho (Nagata *et al.* 2000). Todos estes estudos recentes oferecem suporte para entender as razões da dominância das células HNA na comunidade bacteriana batipelágica.

Atualmente existem evidências que as células HNA são basicamente as mesmas espécies das LNA, e as diferenças devem ser basicamente devido a estágios metabólicos distintos (Lebaron *et al.* 2002, Servais *et al.* 2003). Nas águas profundas, as condições ambientais favorecem o desenvolvimento das bactérias HNA que dominam a população bacteriana da região batipelágica.

Já para as menores partículas, não existem muitos estudos com vírus em oceanos, e a maior parte dos dados disponíveis são recentes (Weinbauer, 2004; Motegi *et al.*, 2009; Yang *et al.*, 2010; Magiopoulos e Pitta, 2012). Não existem estudos publicados em nosso país com o virioplâncton e nem mesmo no Atlântico Sul, sendo este um estudo pioneiro. São poucos os registros na literatura com perfis verticais de vírus até a região batipelágica (p.ex., Magiopoulos e Pitta, 2012), e os resultados deste estudo têm grande relevância no contexto internacional.

Tal como o padrão vertical observado na Bacia de Campos para as bactérias, as abundâncias virais diminuíram significativamente com a profundidade ($p < 0,0001$), em concordância com outros estudos (Yang *et al.*, 2010; Magiopoulos e Pitta, 2012). Na Bacia de Campos não foram observados máximos subsuperficiais de abundância viral (Hara *et al.*, 1996), pois em geral os valores foram maiores ou iguais aos obtidos na BCM. Este tipo de distribuição segue rigidamente a distribuição da biomassa (ou melhor, os hospedeiros) pela coluna d'água. Onde existem mais hospedeiros, considerando desde as bactérias até fito e zooplâncton, é natural esperar uma maior abundância e diversidade de partículas virais (Suttle, 2005; Fuhrman, 2009). Como esta biomassa decresce significativamente com a profundidade, também diminui a abundância dos vírus (Figuras 3b,d). Mas apesar desta diminuição de abundância viral (e biomassa) com a profundidade, mesmo nas regiões meso e batipelágica existe uma considerável abundância deste grupo. Como observado no mar Mediterrâneo (Yokokawa *et al.*, 2010), nas regiões mais profundas da Bacia de Campos foi registrado um aumento percentual de bactérias HNA (Andrade *et al.*, 2003), células maiores e mais ativas (Gasol e delGiorgio, 2000). Este aumento da proporção de células mais ativas em águas profundas pode explicar a presença das abundâncias virais registradas neste estudo. Mas nas regiões meso e batipelágicas as abundâncias virais não têm tanta variabilidade quanto na região epipelágica (Figura 3b,d), o que é compatível com a menor variabilidade das características químicas nas massas d'água mais profundas (Suzuki *et al.*, 2013),

As maiores diferenças na distribuição espacial dos vírus foram observadas nas camadas superficiais (1 m e BCM), ambas na zona fótica, tal qual descrito para o Mediter-

râneo (Magiopoulos e Pitta, 2012). Os resultados aqui apresentados revelam padrões espaciais do virioplâncton cuja distribuição é rígida pela distribuição de seus principais hospedeiros pela região pelágica da bacia de Campos. O maior destaque naturalmente é para as bactérias, pela sua maior contribuição para a biomassa. Mas os grupos de maior tamanho até o fito e zooplâncton também contribuem como hospedeiros para a distribuição das partículas virais, que no seu panorama geral é regida pelo balanço de todos estes hospedeiros. Toda esta abundância e disponibilidade de alvos são condições fundamentais para o estabelecimento da comunidade de vírus no oceano (Fuhrman, 2009). Na Bacia de Campos os menores microrganismos como os vírus e as bactérias parecem ser bem ativos e apresentando padrões horizontais e verticais representando esta atividade em resposta a uma série de forçantes ambientais.

5. Conclusão

Existe uma grande importância das bactérias maiores e mais ativas (células HNA) para a alça microbiana na zona batipelágica, e este estudo foi uma contribuição ao entendimento da ecologia dos mares profundos. A inclusão das populações de vírus também foi uma importante contribuição para o conhecimento destes processos microbianos, que são altamente necessários e importantes para a melhoria dos modelos de fluxos de CO₂ da atmosfera para os oceanos. Até o momento não se consegue explicação para todo o CO₂ vindo das zonas meso e batipelágicas dos oceanos. O fato de ter-se observado a dominância das bactérias HNA (as mais ativas) em camadas profundas pode contribuir para a melhor elaboração destes modelos. Ao saber que as bactérias maiores e mais ativas predominam, parece óbvio pensar que o metabolismo microbiano na região batipelágica seja realmente considerável em escala global. Os perfis verticais destes sub-grupos de bactérias obtidos por citometria em fluxo, bem como a dominância das bactérias HNA em águas profundas, são resultados ainda inéditos na literatura. Outro resultado original foi o primeiro relato da distribuição do virioplâncton no Brasil, e a descrição de sua distribuição governada pela abundância de hospedeiros em especial as bactérias. Isto exemplifica a relevância do projeto de caracterização ambiental do ecossistema de águas profundas na Bacia de Campos.

O oceano é o maior bioma do planeta, e as águas abaixo de 1.000 – 2.000 m de profundidade representam cerca de “metade” do planeta. Portanto, estudar os processos biológicos nas águas profundas é fundamental para a compreensão dos ciclos globais de elementos como o carbono.

Agradecimentos

Aos estudantes e técnicos do Laboratório de Hidrobiologia da UFRJ pela participação no projeto.

Referências

- Andrade, L.; Gonzalez, A.M.; Araujo, F.V. e Paranhos, R. 2003. Flow cytometry assessment of bacterioplankton in tropical marine environments. *J. Microbiol. Methods*, 55:841-850.
- Andrade, L.; Gonzalez, A.M.; Valentin, J.L. e Paranhos, R. 2004. Bacterial abundance and production in the southwest Atlantic Ocean. *Hydrobiologia*, 511:103-111.
- Azam, F. e Cho, B.C. 1987. Bacterial utilization of organic matter in the sea. In: (Fletcher, M.; Gray, T.R.G. e Jones, J.G., eds.), *Ecology of microbial communities*. Cambridge University Press, 261-281.
- Azam, F.; Fenchel, T.; Field, J.G.; Gray, J.S.; Meyer-Reil, L.A. e Thingstad, F. 1983. The ecological role of water-column microbes in the sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*:10: 257-263.
- Azam, F. 1998. Microbial control of oceanic carbon flux: The plot thickens. *Science* 280:694-696.
- Brussaard, C.P.D., Marie, D. e Bratbak, G., 2004. Flow cytometric detection of viruses. *J. Virol. Methods* 85:175-182.
- Cole, J.J.; Findlay, S. e Pace, M.L. 1988. Bacterial production in fresh and saltwater ecosystems: a cross-system overview. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 43:1-10.
- Del Giorgio, P.A.; Bird, D.F.; Prairie, Y.T. e Planas, D. 1996. Flow cytometric determination of bacterial abundance in lake plankton with the green nucleic acid stain syto 13. *Limnol. Oceanogr.* 41:1169-1179
- Fuhrman, J. A., 2009. Marine viruses and their biogeochemical and ecological effects. *Nature* 399: 541-548.
- Gasol J.M.; Doval, M.D.; Pinhassi, J.; Calderón-Paz, J.I.; Guixa-Boixareu, N.; Vaqué, D. e Pedrós-Aliós, D. 1998. Diel variations in bacterial heterotrophic activity and in the northwestern Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 164:107-124.
-

-
- Gasol, J.M.; Zweifel, U.L.; Peters, F.; Fuhrman, J.A. e Hagström, A. 1999. Significance of size and nucleic acid content heterogeneity as measured by flow cytometry in natural planktonic bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 65:4475-4483.
- Gasol, J.M. e Del Giorgio, P.A. 2000. Using flow cytometry for counting natural planktonic bacteria and understanding the structure of planktonic bacterial communities. *Sci. Mar.* 64:197-224.
- Hara, S., Koike, I., Terauchi, K., Kamiya, H., Tanoue, E., 1996. Abundance of viruses in deep oceanic waters. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 145:269-277.
- Herndl, G.J.; Reinthaler, T.; Teira, E.; van Aken, H.; Veth, C.; Pernthaler, A.; Pernthaler, J. 2005. Contribution of Archaea to total prokaryotic production in the deep Atlantic Ocean. *Appl. Environ. Microbiol.* 71:2303-2309.
- Jacquet, S.; Lennon, J.F. e Vaulot, D., 1998. Application of a compact automatic sea water sampler to high frequency picoplankton studies. *Aquat. Microb. Ecol.* 14:309-314.
- Jellett, J.F.; Li, W.K.W.; Dickie, P.M.; Boraie, A. e Kepkay, P.E., 1996. Metabolic activity of bacterioplankton communities assessed by flow cytometry and single carbon substrate utilization. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 136:213-225.
- Jochem, F.J., Lavrentyev, P.J. e First, M.R., 2004. Growth and grazing rates of bacteria groups with different apparent DNA content in the Gulf of Mexico. *Mar. Biol.* 145:1213-1225.
- Jürgens, K., Güde, H., 1994. The potential importance of grazing-resistant bacteria in planktonic systems: a review. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 112:169-188.
- Kuipers, B; Noort, G.J.; Vosjan, J. e Herndl, G.J., 2000. Diel periodicity of bacterioplankton in the euphotic zone of the subtropical Atlantic Ocean. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 201:13-25.
- Lebaron, P.; Servais, P.; Agogue, H.; Courties, C. e Joux, F., 2001. Does the high nucleic acid content of individual bacterial cells allow us to discriminate between active cells and inactive cells in aquatic systems? *Appl. Environ. Microbiol.* 64:1775-1782.
- Lebaron, P.; Servais, P.; Baudoux, A.C.; Bourrain, M.; Courties, C. e Parthuisot, N., 2002. Variations of bacterial-specific activity with cell size and nucleic acid content assessed by flow cytometry. *Aquat. Microb. Ecol.* 28:131-140.
-

-
- Karner, M.B.; DeLong, E.F. e Karl, D.M., 2001. Archaeal dominance in the mesopelagic zone of the Pacific Ocean. *Nature* 409:507-510.
- Koppelman, R.; Timm, H.T. e Weikert, H., 2005. Bacterial and zooplankton distribution in deep waters of the Arabian Sea. *Deep-Sea Res. Part I*, 52:2182-2192.
- Leakey, R.J.G.; Archer, S.D. e Grey, J., 1996. Microbial dynamics in coastal waters of East Antarctica: bacterial production and nanoflagellate bacterivory. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 142:3-17.
- Li, W.K.W.; Jellett, J.F. e Dickie, P.M. 1995., DNA distribution in planktonic bacteria stained with TOTO or TO-PRO. *Limnol. Oceanogr.* 40:1485-1495.
- Magiopoulos, I, e Pitta, P., 2012. Viruses in a deep oligotrophic sea: Seasonal distribution of marine viruses in the epi-, meso- and bathypelagic Waters of the Eastern Mediterranean Sea. *Deep-Sea Res. I* 66:1-10.
- Marie, D.; Partensky, F.; Jacquet, S. e Vaulot, D., 1997. Enumeration and cell cycle analysis of natural populations of marine picoplankton by flow cytometry using the nucleic acid stain SYBR Green I. *Appl. Environ. Microbiol.* 63:186-193.
- Motegi, C.; Nagata, T.; Miki, T.; Weinbauer, M. G.; Legendre, L. e Rassolzadegan F., 2009. Viral control of bacterial growth efficiency in marine pelagic environments. *Limnol. Oceanogr.* 54:1901-1910.
- Nagata, T.; Fukuda, H.; Fukuda, R. e Koike, I. 2000. Bacterioplankton distribution and production in deep Pacific waters: Large-scale geographic variations and possible coupling with sinking particles fluxes. *Limnol. Oceanogr.*, 45:426-435.
- Nishimura, Y., Kim, C. e Nagata, T., 2005. Vertical and seasonal variations of bacterioplankton subgroups with different nucleic acid contents: possible regulation by phosphorous. *Appl. Environ. Microbiol.* 71:5828-5836.
- Pace, M.L. e Cole, J.J., 1994. Primary and bacterial production in lakes. Are they coupled over depth? *J. Plankton Res.* 16:661-672.
- Paranhos, R., Gonzalez, A.S.M., Faro, B.T. e Andrade, L., 2004. "Bacterioplâncton". In Falcão, A.P.C. e Lavrado, H.P. (eds), Caracterização ambiental do oceano profundo na área de exploração e produção na bacia de campos (OCEANPROF).
-

-
- Pomeroy, L. R., 1974. The ocean's food web, a changing paradigm. *Bioscience*, 24:499-504.
- Servais, P.; Casamayor, E. O.; Courties, C.; Catalla, P.; Parthuisot, N. e Lebaron, P., 2003. Activity and diversity of bacterial cells with high and low nucleic acid content. *Aquat. Microb. Ecol.* 33:41-51.
- Suttle, C. A., 2005. Viruses in the sea. *Nature* 437:356-361.
- Suzuki, M. S.; Paranhos, R.; Rezende, C. E.; Pinto, F. N.; Gobo, A. R.; Falcão, A. P. & Curbelo, M. P., 2013. Hidroquímica, carbono e nutrientes dissolvidos e particulados na Bacia de Campos. Livro de Química, ___pp
- Tanaka, T. e Rassoulzadegan, F., 2002. Full-depth profile (0 - 2000 m) of bacteria, heterotrophic nanoflagellates and ciliates in the NW Mediterranean Sea: Vertical partitioning of microbial trophic structures. *Deep-Sea Res. II* 49:2093-2107.
- Turley, C.M. e Stutt, E.D., 2000. Depth-related cell-specific bacterial leucine incorporation rates on particles and its biogeochemical significance in the Northwest Mediterranean. *Limnol. Oceanogr.* 45:419-425.
- Wiembauer, M. G., 2004. Ecology of prokaryotic viruses. *FEMS Microbiol. Rev.* 28:127-181.
- Yang, Y.; Motegi, C.; Yokokawa, T. e Nagata, T., 2010. Large-scale distribution patterns of virioplankton in the upper ocean. *Aquat. Microb. Ecol.* 60:233- 246.
- Yokokawa, T., De Corte, D., Sintes, E., Herndl, G.J., 2010. Spatial patterns of bacterial abundance, activity and community composition in relation to water masses in the eastern Mediterranean Sea. *Aquat. Microb. Ecol.* 59:185–195.
- Zar J.H., 1984. Biostatistical Analysis. 2nd ed., Prentice-Hall, New Jersey.
- Zubkov, M.V.; Sleigh, M.A.; Tarran, G.A.; Burkill, P.H. e Leakey, R.J.G., 1998. Picoplanktonic community structure on a Atlantic transect from 50° N to 50° S. *Deep-Sea Res. I* 45:1339-1355.
- Zubkov M.V.; Sleigh, M.A. e Burkill, P.H. 2000a. Assaying picoplankton distribution by flow cytometry of underway samples collected along a meridional transect across the Atlantic Ocean. *Aquat. Microb. Ecol.* 21:13-20.
- Zubkov M.V.; Sleigh, M.A.; Burkill, P.H. e Leakey, R.J.G. 2000b. Picoplankton community structure on the Atlantic Meridional Transect: a comparison between seasons. *Prog. Oceanogr.* 45:369-386.
-

III. BIOMASSA E PRODUÇÃO PRIMÁRIA

Resumo

A caracterização da variabilidade espaço temporal da biomassa fitoplanctônica e da produtividade primária da Bacia de Campos foi observada durante duas campanhas oceanográficas realizadas entre março e abril (período chuvoso) e agosto e setembro (período seco) de 2009. Durante estas campanhas foram coletadas amostras na superfície e na base da camada de mistura em cinco transectos (da região costeira à oceânica) no período chuvoso e quatro no período seco. A concentração de clorofila *a* apresentou um gradiente decrescente do continente para a região oceânica, variando de 0,20 a 1,80 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ e 0,10 a 7,83 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ junto a costa no período chuvoso e seco, respectivamente. Na região oceânica a variação esteve entre 0,04 e 0,33 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ em ambos os períodos do ano. A divinil clorofila *a* foi detectada em grande parte da Bacia de Campos com concentrações variando entre 0 e 0,15 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ e apresentou padrão de distribuição inverso ao da clorofila *a*, isto é, crescente ao longo do gradiente longitudinal na direção da região oceânica, chegando a representar 40% da clorofila *a* total (clorofila *a* + divinil clorofila *a*) nessas regiões. A produtividade primária foi avaliada por meio de experimentos *in situ* simulados para a construção das curvas de fotossíntese - luz e conseqüente estimativa dos parâmetros fotossintéticos, que foram utilizados para o cálculo da produtividade primária integrada na zona eufótica. Os valores de produtividade primária variaram de 0,07 a 1,56 $\text{gC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ no período chuvoso, e de 0,34 a 0,57 $\text{gC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ no período seco, não havendo diferença significativa entre os dois períodos. Os resultados obtidos confirmam a característica oligotrófica da região da Bacia de Campos, com exceção das regiões próximas de Cabo Frio e Cabo São Tomé que estão sujeitas à influência de feições oceanográficas que aportam nutrientes para a zona eufótica.

Abstract

The spatial-temporal variability of the phytoplanktonic biomass and primary production of the Bacia de Campos region was observed during two oceanographic cruises between March and April (rainy season) and August and September (dry season) 2009. During the campaigns, samples were collected at the surface and at the base of the mixture layer throughout five transects (from coastal to oceanic region) during rainy season and four during dry season. The Chlorophyll a concentration presented a decreasing gradient from coastal to oceanic areas, varying from 0.20 to 1.80 $\mu\text{g.L}^{-1}$ and 0.10 a 7.83 $\mu\text{g.L}^{-1}$ in coastal region during rainy and dry seasons, respectively. In the oceanic area, Chlorophyll a variation was between 0.04 and 0.33 $\mu\text{g.L}^{-1}$ for both periods. Divinyl chlorophyll a varied between 0 and 0.15 $\mu\text{g L}^{-1}$ and was present in a major part of Campos Basin. Its distribution pattern was inverse to Chlorophyll a's, that is, increasing from the coast to the oceanic region, rising its contribution to the total chlorophyll a up to 40% of the total Chlorophyll a in oceanic areas. Concerning primary productivity, it was measured in eight different light levels in experimental *in situ* simulations, from which were adjusted photosynthesis-light curves to obtain the photosynthetic parameters that were used to integrate the primary production of the euphotic zone. Primary production varied from 0.07 to 1.56 $\text{gC.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ during rainy and 0.34 to 0.57 $\text{gC.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ during dry season, but there was not significant difference between these seasons regarding variation in the primary production rates. The results obtaining in present study confirm the oligotrophic characteristics of Bacia the Campos region, with exception to Cabo Frio and São Tomé areas, in which oceanographic features enrich the euphotic layer with nutrients improving biological production.

1. INTRODUÇÃO

A produção primária é a síntese de compostos orgânicos de alta energia a partir de compostos inorgânicos. No oceano, as algas e algumas bactérias são capazes de sintetizar compostos orgânicos utilizando energia solar (fotossíntese) ou energia química (quimiossíntese). Os organismos que não necessitam de material orgânico como fonte de energia são autotróficos e chamados de produtores primários.

A medida da clorofila a é uma importante estimativa da biomassa do fitoplâncton ou mesmo da produtividade primária de um ecossistema, por ser o principal

pigmento fotossintético presente nos organismos fitoplanctônicos. Para sua análise, amostras são concentradas por filtração, os pigmentos são extraídos e determinados por fluorimetria. Os valores tipicamente observados nos oceanos vão desde muito baixos (por volta de $0,05 \mu\text{g.L}^{-1}$ ou até menos) em regiões oligotróficas e podem chegar a $5 \mu\text{g.L}^{-1}$ em regiões costeiras. As concentrações de clorofila *a* habitualmente reportados para a Bacia de Campos estão nesta faixa (Andrade *et al.*, 1999; Pedrosa *et al.*, 2006).

Além dos eucariontes e procariontes produtores de clorofila *a*, organismos procariontes picoplantônicos fotossintetizantes também podem ser relevantes para a produtividade primária nos oceanos. Cianobactérias do gênero *Prochlorococcus*, que tem sido observadas amplamente nas águas tropicais e sub-tropicais dos Oceanos Atlântico e Pacífico (Carreto *et al.*, 2008; Uitz *et al.*, 2008), produzem divinil clorofila *a* ao invés de clorofila *a*, tornando vantajoso o uso de metodologias de análise que possam distinguir estas duas moléculas, como por exemplo a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). A biomassa total é, nesse caso, expressa pela soma das quantidades detectadas para a clorofila *a* e a divinil clorofila *a*.

A energia total fixada por meio da fotossíntese pelos produtores primários é a produção primária bruta (PPB), e a produção primária líquida (PPL) é a produção bruta menos as perdas por respiração. Em ambientes aquáticos naturais é praticamente impossível medir a produção líquida porque é difícil determinar a contribuição da respiração dos autotróficos para as perdas pela respiração total. As perdas pela respiração incluem a contribuição dos heterotróficos e, na verdade, refletem a respiração total da comunidade (Falkowski e Raven, 2007).

A produção primária de um ecossistema marinho depende das características físicas e químicas por ele apresentadas (Eppley, 1972). Os ambientes pelágicos estreitamente ligados as suas características físicas e químicas são de natureza dinâmica com escalas de variação das condições ambientais de horas a anos.

Quando relacionada à origem dos nutrientes, a produção primária pode ser caracterizada por produção primária nova e produção primária regenerada (Dugdale e Goering, 1967). A produção nova é baseada na entrada de nutrientes nos ecossistemas pelágicos e a produção regenerada resulta do processo de reciclagem biológica de nutrientes dentro do ecossistema pelágico.

Os objetivos deste capítulo foram caracterizar a variabilidade espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica estimada pelos principais pigmentos fotossin-

tetizantes (clorofila *a* e divinil clorofila *a*) e da produtividade primária da bacia de Campos.

2. Material e Métodos

2.1) Clorofila *a* por fluorimetria

Para a determinação de **clorofila *a***, foi coletada uma subamostra em frasco de polietileno verde de 2 litros, filtrados em seguida, em no máximo em 15 minutos após a coleta. A filtração a vácuo foi realizada sob pressão máxima de 250 mmHg, em membranas de celulose Millipore® HAWP com poros de 0,45 µm. Durante todo o procedimento de coleta e filtração, as amostras foram protegidas da luz. Os filtros foram colocados em tubos criogênicos, e em seguida congelados e armazenados em galão de nitrogênio líquido. A **clorofila *a*** foi determinada após extração em acetona 90% durante um período de 18 horas a 4 °C. Tanto as medidas, em fluorímetro Turner Designs® TD-700, quanto os cálculos foram baseados nos procedimentos e nas equações descritas por Parsons *et al.*, (1984) e a detecção dos métodos foi realizada com enfoque em metrologia (Matos, 2001; Paiva, 2001). Os aparelhos foram calibrados com clorofila *a* pura (Sigma® C-6144) e o limite de detecção para este ensaio foi de 0,02 µg.L⁻¹ (Matos, 2001). Os trabalhos citados são teses de mestrado em metrologia, desenvolvidas em nosso laboratório, o que garantiu a originalidade e qualificação dos procedimentos.

2.2) Clorofila *a* e Divinil clorofila *a* por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência -HPLC

A **clorofila *a*** e divinil clorofila *a* foram determinadas por HPLC no fitoplâncton total e na fração < 20 µm. Para o fitoplâncton total, 6 L de água do mar foram filtrados em filtro GF/F (0,7 µm), sob luz reduzida e sob pressão máxima de 250 mmHg e armazenados em tubos criogênicos em nitrogênio líquido até o momento da análise. Para o fitoplâncton < 20 µm, 4 L de água do mar foram filtrados sequencialmente em rede de 20 µm e filtro GF/F, seguindo o procedimento já descrito. A extração foi realizada de acordo com metodologia proposta por Wright e Jeffrey (1997) com modificações. Foi introduzido no método um procedimento de controle da eficiência da extração, pela adição de 355 ng .de trans-beta-Apo-8'-carotenal (Sigma Aldrich) ao solvente extrator (metanol : acetato de tetrabutyl-amônio (TBAA) 28 mM, 98:2 (v/v)), imedia-

tamente antes da extração assistida por ultra-som (Sonda Bandelin Sonoplus). As amostras foram analisadas pelo método de Van Heukelem e Thomas (2001), usando um cromatógrafo Thermo modelo Accella 600 com detector (?) de arranjo de diodos. Todos os reagentes usados foram de grau cromatográfico (Tedia) e a água foi ultra-purificada (Milli Q Gradient - Millipore). A quantificação foi feita a partir de padrões de divinilclorofila *a* (DVCla) e clorofila *a* (Cla) (DHI - Water and Environment - Hørsholm, Denmark). Para cada pigmento analisado, foram feitas curvas analíticas com pelo menos cinco níveis de concentração. Os limites de detecção para a divinilclorofila *a* e a clorofila *a* foram de 0,002 e 0,02 $\mu\text{g L}^{-1}$ respectivamente, calculados a partir da curva analítica, de acordo com Miller & Miller (1988).

2.3) Produção Primária

As taxas de produção primária foram medidas de acordo com o método *in situ*-simulado desenvolvido por Steeman Nielsen (1952) e descrito por Strickland & Parson (1972). As medidas foram realizadas em amostras coletadas na subsuperfície (1m) e em uma segunda profundidade, que variou de acordo com a profundidade da base da camada de mistura, determinada pelo perfil de temperatura obtido por lançamentos de CTD.

As amostras foram coletadas em estações diurnas, filtradas em rede de 150 μm de abertura de malha para remover o zooplâncton e transferidas para frascos de polícarbonato de 60 ml. Cada amostra foi incubada com 1 mL de solução de 20 μCi de $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ sob exposição à radiação solar, com fluxo contínuo de água da superfície do mar para manter a temperatura, sob diferentes intensidades luminosas: 100, 73, 68, 46, 30, 12, 6, e 1% em relação a radiação incidente. O gradiente de luz foi obtido com o uso de tubos transparentes de acrílico dotados de filtros neutros internos, constituídos de malhas e placas perfuradas de aço inoxidável com porosidade variável. Decorrido o tempo de incubação, em geral 4 horas, todas as amostras foram filtradas em filtros Millipore HA de 25 mm de diâmetro e 0,45 μm de porosidade para a separação das células fitoplanctônicas da água.

A assimilação do isótopo de carbono (^{14}C) pelas células fitoplanctônicas foi mensurada pela diferença entre o atividade radioativa total da solução de $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ e a atividade retida nos filtros ao final da incubação, o que foi feito através da técnica de cintilação líquida. Para tanto, após a incubação os filtros foram deixados secar por no mínimo 24 h em dessecador, colocados em vials de vidro (10 mL) contendo 7 mL de

coquetel de cintilação (ISTAGEL) e deixados dissolver por 24 h e então analisados em um cintilômetro Tri-Carb 1600 CA (Packard), usando curvas padrões internas (quenching).

Durante a realização das campanhas, a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foi continuamente registrada empregando-se um sensor quanta LI-190SA acoplado ao Datalogger LI-1000 (LI-COR). Nas estações realizadas durante o dia, foi lançado o disco de Secchi para estimar o coeficiente de atenuação da luz e com ele determinar a profundidade da camada eufótica (definida como a camada iluminada com limite inferior na profundidade onde a intensidade luminosa é igual a 1% da luz incidente na superfície). Com os dados da luz incidente na superfície (medidos pelo sensor quanta) e o coeficiente de atenuação, foi calculada a quantidade de luz em cada nível mencionado acima e a profundidade relativa destes na coluna d'água.

Para a análise dos dados de produtividade, todas as medidas de produção primária (feitas em triplicatas em cada nível de luz) foram normalizadas à concentração de clorofila e plotadas em função da intensidade luminosa para construir as curvas fotossíntese-luz. As curvas de fotossíntese-luz foram ajustadas utilizando os modelos empíricos de Jassby & Platt (1976) e Platt *et al* (1980), com o objetivo de se obter os parâmetros fotossintéticos (P_{max} – produtividade máxima potencial para a intensidade de luz saturante; α – inclinação inicial da curva de saturação de luz e β – inclinação negativa da curva, quando há fotoinibição). O ajuste foi obtido por regressão não linear utilizando o programa STATISTICA versão 7.0 (Statsoft, Inc.) de acordo com as equações abaixo:

$$\text{sem fotoinibição} - P^B = P_m^B \tanh(\alpha I / P_m^B) \quad (\text{Jassby and Platt, 1976});$$

(Equação 1)

$$\text{com fotoinibição} - P^B = P_m^B [(1 - \exp(-\alpha I / P_m^B)) (\exp(-\beta I / P_m^B))] \quad (\text{Platt et al, 1980}).$$

(Equação 2)

A produção primária integrada ($\text{mgC m}^{-2} \text{h}^{-1}$) na coluna d'água de cada estação amostrada foi feita pelo método dos trapézios, usando os valores medidos nas incubações e as profundidades relativas aos níveis de luz. A fim de determinar a produção primária integrada diária ($\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$), foram estimados: a duração do dia como descrito em Gaeta (1999), considerando-se a posição geográfica de cada estação (latitude e

longitude), a variação da profundidade da camada eufótica ao longo do dia (determinada pelo ângulo de inclinação do sol e o coeficiente de atenuação da luz na água) e a luz incidente na superfície medida continuamente pelo sensor quanta. Assim, a produção primária integrada diária foi obtida somando-se as produções integradas, calculadas minuto a minuto ao longo do período iluminado, com base nos parâmetros fotossintéticos e a equação de ajuste da curva fotossíntese-luz e as profundidades relativas (calculadas como descrito acima) aos níveis de luz usados nas incubações.

3. Resultados

3.1) Clorofila a

Os valores de clorofila *a* foram claramente distribuídos em um gradiente do continente para a região oceânica (Figura 1) e os maiores valores observados nas isóbatas de 25 m, oscilando entre 0,20 e 1,80 $\mu\text{g.L}^{-1}$ no período chuvoso e entre 0,10 e 7,83 $\mu\text{g.L}^{-1}$ no período seco. No outro extremo da escala de valores estão os obtidos na isóbata de 3000 m, cuja faixa de variação esteve entre 0,04 e 0,33 $\mu\text{g.L}^{-1}$ em ambos os períodos do ano. Portanto, os valores registrados sobre a região da plataforma foram sempre mais elevados devido a sua proximidade com a região costeira, sendo claro o gradiente com maiores valores de clorofila *a* junto à linha de costa. Dentre as áreas costeiras, cabe destaque a região próxima a Cabo Frio na campanha realizada no período chuvoso por ter apresentado os maiores valores registrados nesta campanha. Outra área com maiores valores foi a região do Cabo de São Tomé (ver Figura 2a). Já durante a campanha do período seco, os valores foram significativamente maiores que na campanha anterior e estiveram distribuídos por diferentes locais da plataforma continental como os já citados acima (Cabo Frio e Cabo de São Tomé), mas também na região mais ao norte da bacia de Campos, representada pelo Transecto I (ver Figura 2c), onde foram registrados valores de clorofila *a* da ordem de 2,96 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (estação I2 a 1 m), até 5,93 e 7,82 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (estação I1 a 1 m e na segunda profundidade, respectivamente). Já na região oceânica (Talude) os valores de clorofila sempre foram menores que 0,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$, independente da região da bacia de Campos e da época do ano, sendo típicos destas águas oligotróficas.

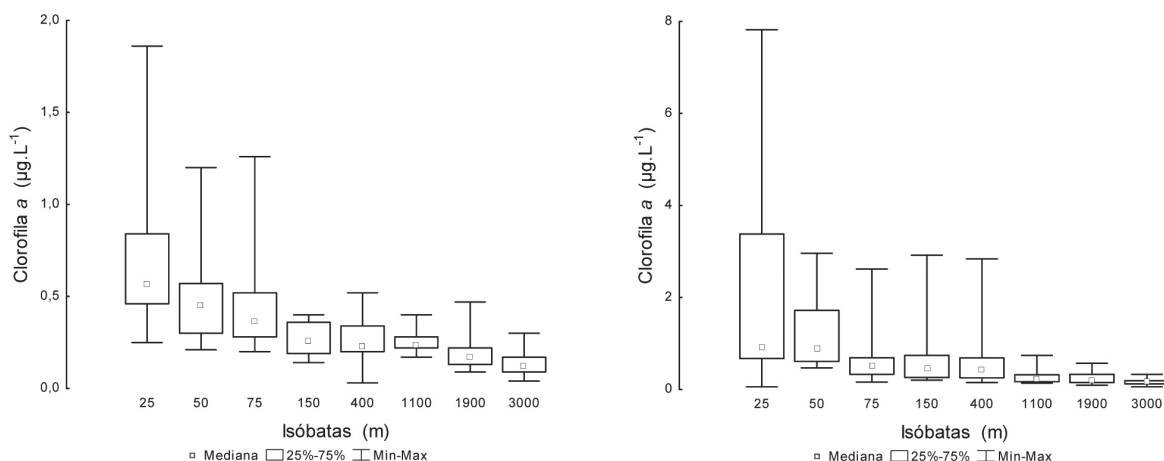


Figura 1 - Distribuição de clorofila a ao longo das diferentes isóbatas(a) período chuvoso e (b) período seco.

Considerando os padrões costa – oceano descritos no parágrafo acima, tornar-se desnecessário comparar as concentrações de clorofila a nos diferentes transectos, pois o padrão espacial costa-oceano é a maior forçante na distribuição da biomassa medida pela clorofila. Mesmo assim alguns resultados podem ser destacados como na campanha realizada no período chuvoso, especialmente os valores observados no transecto A, estação A1 com $1,4 \mu\text{g.L}^{-1}$ e estação A2 com $1,05 \mu\text{g.L}^{-1}$, ambos na segunda profundidade

A divinil clorofila a foi detectada em grande parte da bacia de Campos nos dois períodos estudados com concentrações que variaram entre 0 e $0,15 \mu\text{g L}^{-1}$. Sua distribuição seguiu um padrão inverso ao da clorofila a, crescente na direção da região oceânica ao longo do gradiente longitudinal. No período chuvoso (PC), os valores máximos foram observados no talude superior e médio (entre as isóbatas de 150 e de 1000 m), enquanto no período seco o gradiente longitudinal crescente da costa para a região oceânica foi mais acentuado (Figura 3). Conseqüentemente, foi observado um incremento na contribuição da divinil clorofila a para a clorofila a total (clorofila a + divinil clorofila a), que nas regiões oceânicas representou 40% da clorofila a total (Figura 4).

Na maioria das estações e em ambos os períodos de coleta, as amostras de superfície e segunda profundidade foram obtidas dentro da zona eufótica. A diferença de profundidade na maioria das vezes foi pequena (entre 1 e 30 metros) e com pouca influência na distribuição dos valores de clorofila na coluna d'água. De forma geral, os valores observados a 1 m foram menores que os registrados na se-

gunda profundidade, contudo estas diferenças foram pequenas sendo significativas ($p < 0,01$) apenas no período seco .

Devido aos maiores valores observados na campanha realizada durante o período seco (em ambas as profundidades amostradas), nesta época do ano a clorofila foi significativamente maior ($p < 0,01$) do que no período chuvoso.

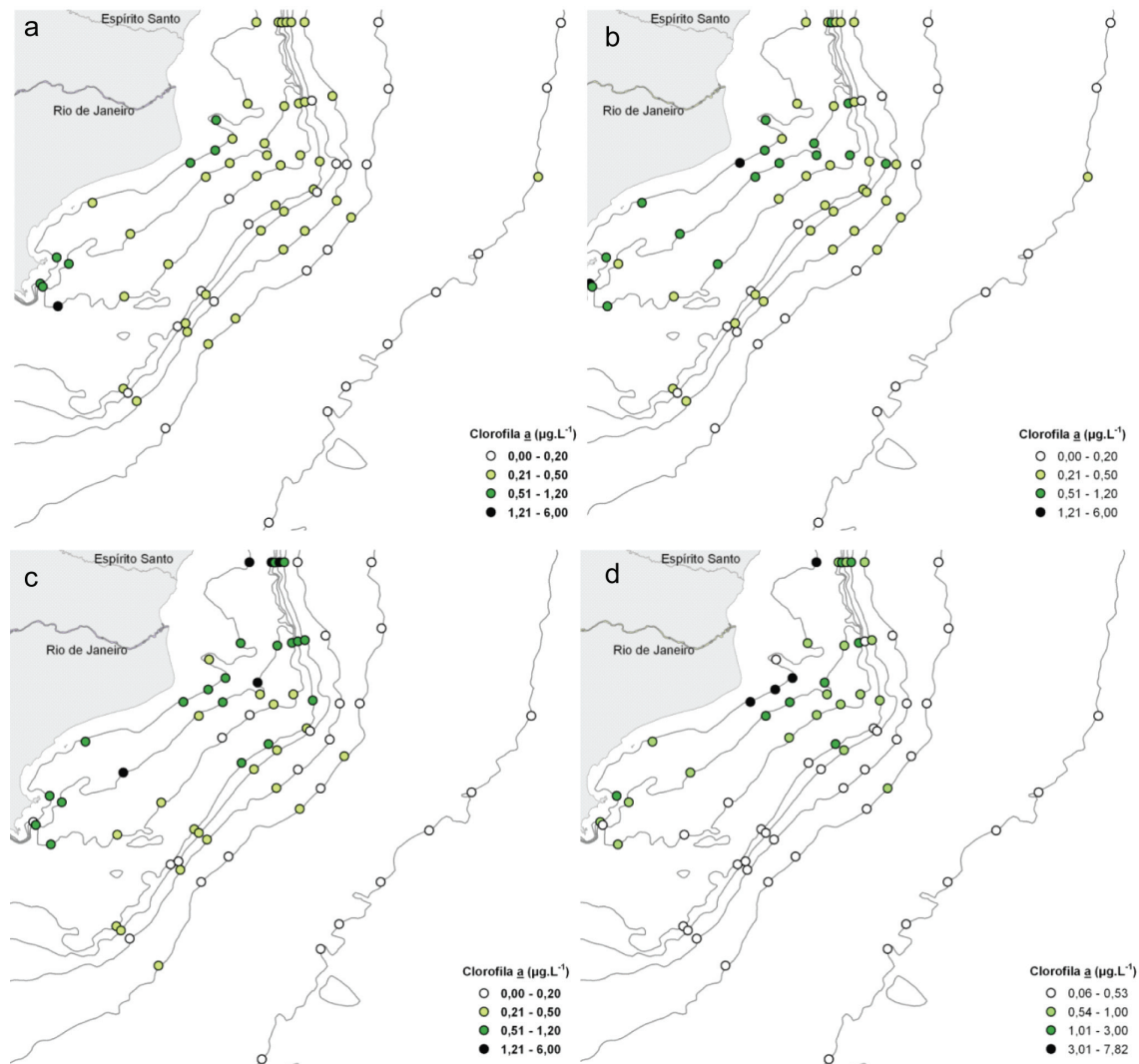


Figura 2 - Distribuição da clorofila a na bacia de Campos: (a) período chuvoso 1 m, (b) período chuvoso na segunda profundidade, (c) período seco a 1 m, (d) período seco na segunda profundidade.

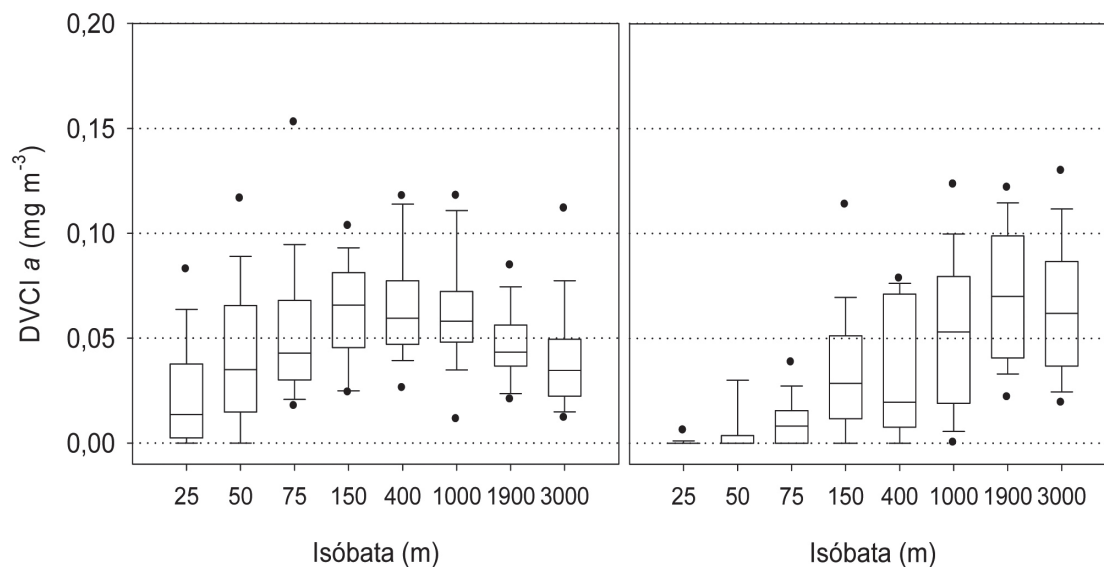


Figura 3 - Distribuição da divinil-clorofila a ($\mu\text{g L}^{-1}$) ao longo das isóbatas na bacia de Campos, no período chuvoso (PC) e no período seco (PS).

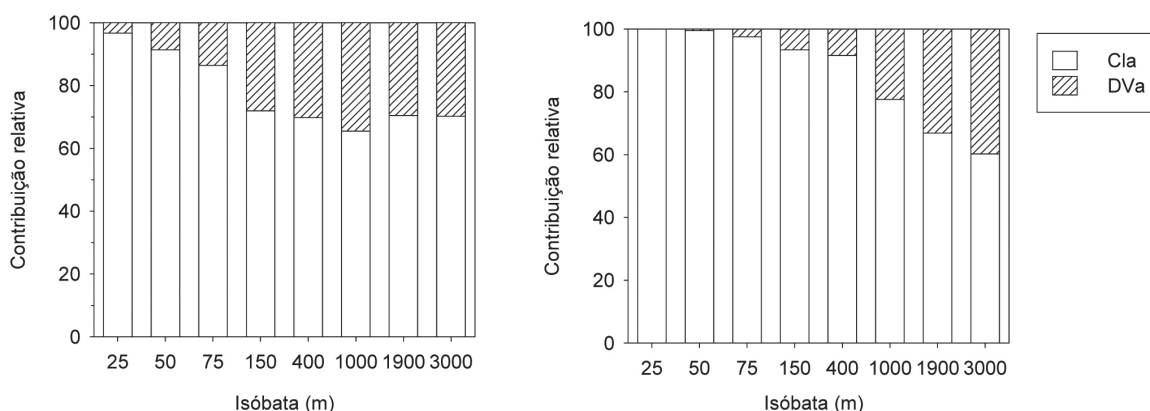


Figura 4 - Contribuição relativa da clorofila a (Cla) e da divinilclorofila a (DVa), determinada por HPLC, para a clorofila a total na bacia de Campos: medianas no período chuvoso (esquerda) e no período seco (direita).

3.3) Produção Primária

A produção primária potencial ($\text{mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$) variou de 0,33 a 14,98, sendo sua distribuição espacial apresentada na Figura 5. Os maiores valores foram encontrados próximo à costa onde foram observados valores médios de $4,21 (\pm 3,61) \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$ para a superfície e $6,03 (\pm 2,61)$ para segunda profundidade. Na isóbata de 3000 m, os valores médios foram $2,52 (\pm 0,63)$ e $3,17 (\pm 1,27) \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}$ para a superfície e a segunda profundidade, respectivamente.

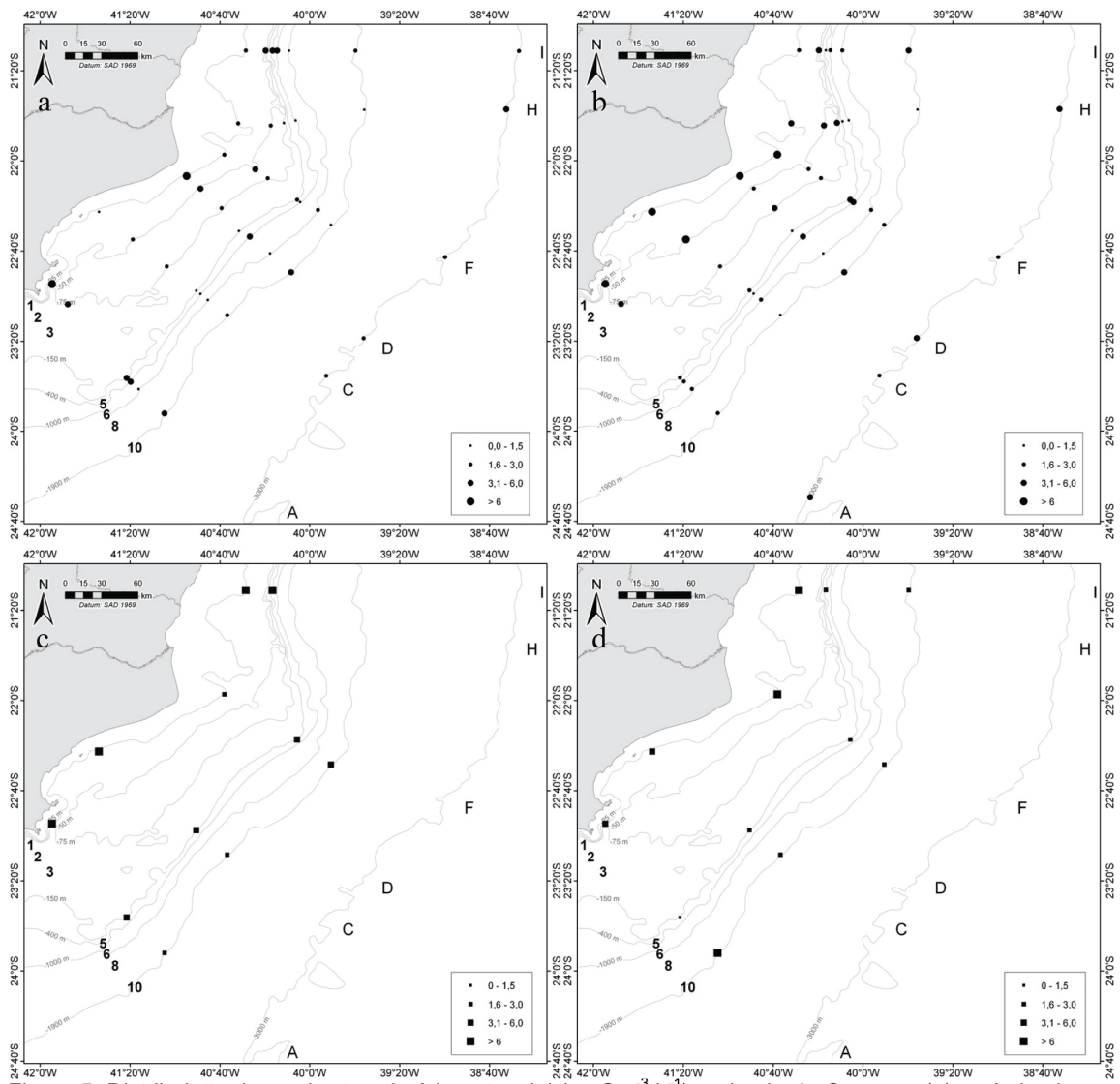


Figura 5 - Distribuição da produção primária potencial ($\text{mgCm}^{-3}.\text{h}^{-1}$) na bacia de Campos: (a) período chuvoso 1 m, (b) período chuvoso na segunda profundidade, (c) período seco a 1 m, (d) período seco na segunda profundidade.

Embora não tenha sido observado um gradiente claro de diminuição da costa para a região oceânica, esta variação é mais nítida para os valores da segunda profundidade que apresentaram diferença significativa entre as isóbatas de 25 m (valores entre 7,00 e 9,00 $\text{mgC}.\text{m}^{-3}.\text{h}^{-1}$) e as de 150, 1000 e 1900 m ($p < 0,05$)

Os transectos não apresentaram diferença significativa entre eles mas valores mais elevados foram observados na região de Cabo Frio e ao norte, próximo ao Cabo de São Tomé, e também no Transecto I (estação I1 com 9,77 na superfície e 14,98 $\text{mgC}.\text{m}^{-3}.\text{h}^{-1}$ na segunda profundidade, no período seco)

Para as duas campanhas realizadas, isto é no período chuvoso e no período seco, os valores observados variaram de 0,33 a 10,43 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ e de 1,30 a 14,98 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$, respectivamente.

Ao considerar as regiões de plataforma continental e talude (Figura 6), os maiores valores de produção primária potencial foram observados na plataforma e no período seco, tanto para a superfície ($6,1 \pm 2,8 \text{ mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$) como para a segunda profundidade ($5,3 \pm 4,7 \text{ mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$). Para o talude, os valores médios foram de 2,6 e 3,5 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ para a superfície e segunda profundidade, respectivamente. No período chuvoso, os valores observados para a plataforma foram 3,1 ($\pm 2,2$) para a superfície e 3,9 ($\pm 2,4$) $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ para a segunda profundidade. No talude os valores foram de 2,4 ($\pm 1,2$) $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ para a superfície e a segunda profundidade.

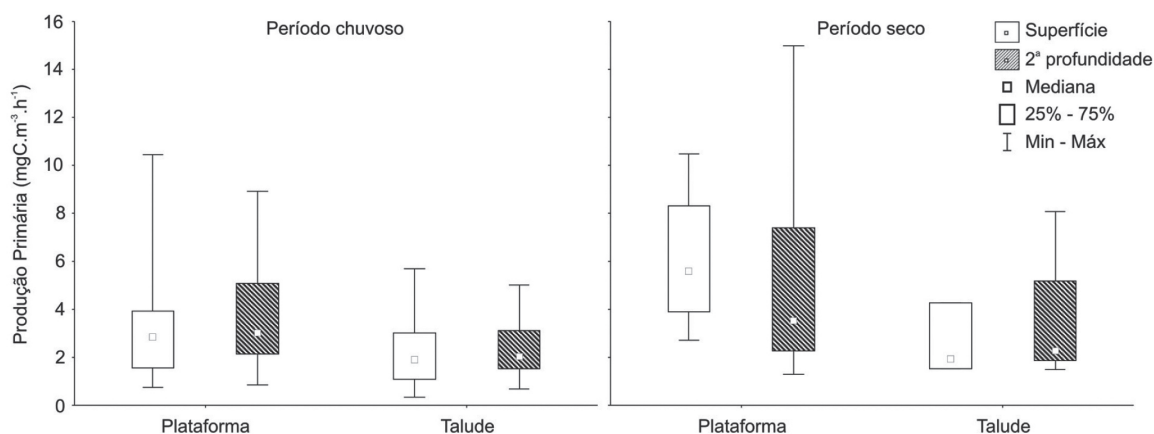


Figura 6 - Variação da produção primária potencial superficial e da segunda profundidade ($\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$) nas regiões de plataforma continental e talude, nos períodos chuvoso e seco.

Quando comparadas as profundidades amostradas (superfície e segunda profundidade) em cada região (plataforma e talude), verificou-se não haver diferença significativa (ANOVA, $p > 0,05$) entre elas tanto no período seco como no chuvoso. No entanto, ao comparar as áreas entre os dois períodos, os valores observados na plataforma no período chuvoso apresentaram diferença significativa (ANOVA, $p < 0,05$) em relação ao período seco, enquanto para o talude não houve diferença estatística significativa (ANOVA, $p > 0,05$).

A profundidade da camada eufótica variou de 13 a 53 m (27 ± 12) na plataforma no período chuvoso e de 26 a 66 m (48 ± 12) no talude, sendo significativamente diferentes (ANOVA, $p < 0,05$). No período seco, foram observados valores entre

15 e 50 m (30 ± 12) na plataforma e para o talude entre 15 e 47 m (32 ± 15), não havendo diferença significativa entre as duas regiões (ANOVA, $p > 0,05$).

Os valores da produtividade primária integrada na camada eufótica ($\text{gC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$) variaram de 0,07 a 1,56 no período chuvoso, e de 0,34 a 0,57 no período seco, não havendo diferença significativa entre os dois períodos e as duas regiões, plataforma e talude.

A eficiência fotossintética ($\text{mgC}\cdot\text{mgCl}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) variou de 0,01 a 21,52 no período chuvoso, sendo que para a região da plataforma o valor médio para a superfície foi de 2,38 ($\pm 1,96$) e de 1,97 ($\pm 1,83$) para a segunda profundidade. No talude foram observados valores médio de 2,05 ($\pm 2,90$) e de 1,22 ($\pm 1,10$) para a superfície e a segunda profundidade, respectivamente. No período seco, a variação foi de 0,01 a 7,53 com valores médios em torno de 2,00 tanto para a superfície como para a segunda profundidade na plataforma e de valores médios de 1,54 ($\pm 1,50$) e 0,91 ($\pm 1,11$) para a superfície e segunda profundidade no talude, respectivamente. Não foi observada diferença significativa entre as duas regiões e entre os dois períodos.

3.4) Correlações entre biomassa e Produção Primária

Os padrões de distribuição da clorofila *a* e produção primária descritos acima seguem padrões semelhantes, i.e. são maiores sobre a plataforma, especialmente nas regiões mais costeiras (isóbatas de 25 e 50 m), e decresceram com o distanciamento da costa em direção ao talude. Assim, quando considerados em conjunto ou separados por profundidade, a produção primária potencial máxima (P_{max}) e clorofila *a* tem correlação significativa tanto no período chuvoso ($r = 0,7$, $p < 0,05$), quando no seco ($r = 0,8$, $p < 0,05$). Ainda seguindo os padrões de distribuição dos pigmentos (que fornecem uma medida relativa de biomassa fitoplanctônica), no geral, a relação entre a P_{max} e divinil clorofila *a* foi negativa tanto no chuvoso ($r = -0,4$, $p < 0,05$) quanto no seco ($r = -0,5$, $p < 0,05$), dado que a divinil clorofila *a* teve padrão de distribuição inverso ao mencionado acima, i.e. apresentou valores maiores sobre o talude do que na plataforma (Figura 3).

Outro fato digno de nota quando correlacionando a produtividade potencial máxima do sistema pelágico da Bacia de Campos com a biomassa dos organismos produtores, foram as altas correlações observadas entre a P_{max} e a biomassa de organismos $<20\mu\text{m}$ (estimada em função dos pigmentos). Independente se os dados são tratados em conjunto (sem divisão por profundidade e/ou sistema), por

profundidade ou sistema, a correlação entre Pmax e biomassa total de organismos <math><20\mu\text{m}</math> foi sempre igual ou maior que $r = 0,7$ ($p < 0,05$) para o período chuvoso e $r = 0,8$ ($p < 0,05$) para o seco.

Os dados acima são confirmados quando observamos a distribuição da biomassa do nanoplâncton autotrófico (<math><20\mu\text{m}</math>), estimados através de análises em citometria de fluxo, durante os dois períodos amostrados (chuvoso e seco), considerando as duas profundidades (1m e segunda profundidade) e sistemas (plataforma e talude) em conjunto. De forma semelhante ao observado para a clorofila a e produção primária, a fração autotrófica do nanoplâncton também apresentou um padrão decrescente de biomassa das regiões costeiras para as oceânicas (Figura 7).

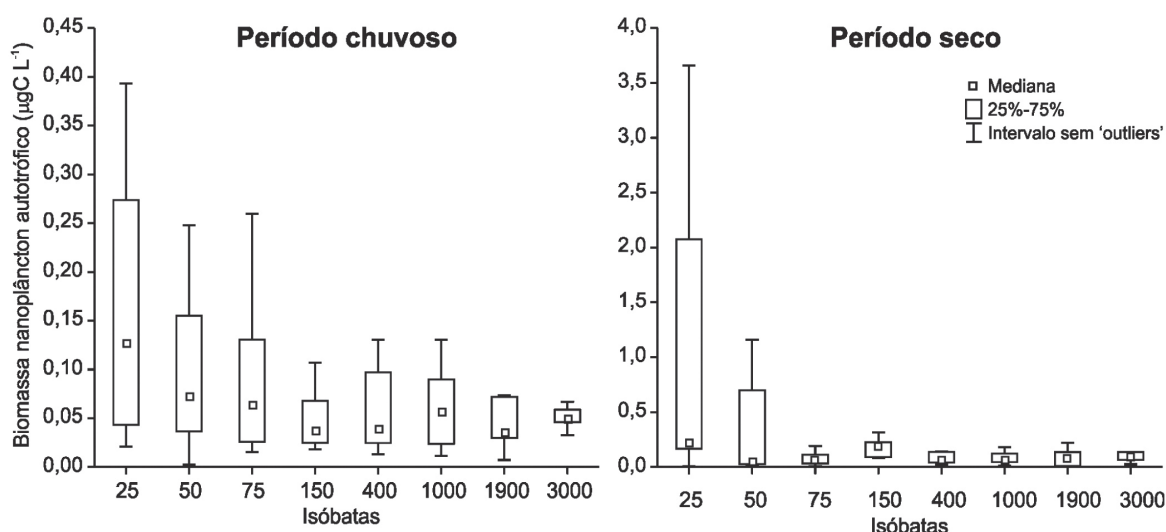


Figura 7 - Distribuição da biomassa nanoplânctônica autotrófica (painéis inferiores) ao longo das diferentes isóbatas durante o período chuvoso (painel esquerdo) e período seco (painel direito). Note as diferenças na escala. As barras denotam o intervalo de valores já extraídos os “outliers” (valores 1,5 vezes maiores do que os máximos da distribuição normal).

No geral, a biomassa nanoplânctônica autotrófica foi maior durante o período seco do que no chuvoso (ANOVA, Teste HSD de Tukey, $p < 0,05$). Durante o período chuvoso, a biomassa mediana da fração autotrófica do nanoplâncton na plataforma ($0,17\ \mu\text{gC L}^{-1}$) foi maior do que no talude ($0,06\ \mu\text{gC L}^{-1}$). A biomassa autotrófica do nanoplâncton na segunda profundidade ($0,14\ \mu\text{gC L}^{-1}$) foi maior do que na superfície ($0,06\ \mu\text{gC L}^{-1}$) e maior no transecto A (próximo a região de Cabo Frio) do que nos demais transectos (ANOVA, Teste HSD de Tukey, $p < 0,05$). Quanto ao período seco, os valores medianos na plataforma ($0,31\ \mu\text{gC L}^{-1}$) foram maiores do que no

talude ($0,11 \mu\text{gC L}^{-1}$) (ANOVA, Teste HSD de Tukey, $p < 0,05$). Não houve diferenças significativas entre as duas profundidades amostradas e também entre os transectos (ANOVA, Teste HSD de Tukey, $p > 0,05$).

4) *Discussão*

Os resultados de clorofila apresentaram uma grande variabilidade, em especial na região da plataforma continental onde foram observados os maiores valores e alguns padrões em sua distribuição horizontal e mesmo vertical. Na plataforma cabe destaque às regiões ao largo de Cabo Frio e do Cabo de São Tomé pelo registro dos maiores valores de clorofila, sempre associados aos maiores valores de nutrientes. No período seco os valores foram os maiores encontrados neste estudo, na mesma época quando foram registrados os maiores valores de nutrientes. Então atribuímos a distribuição da clorofila aos padrões espaciais do nitrogênio e fósforo. Este padrão é corroborado pela distribuição e composição do microfitoplâncton, onde as diatomáceas, consideradas os mais importantes produtores primários em ambiente marinho, foram os organismos dominantes nas mesmas áreas onde ocorreram as maiores concentrações de clorofila-a e taxas de produção primária, i.e. Cabo Frio e Cabo de São Tomé (Tenembaun *et al.* neste volume). Todos os valores são típicos de áreas oligotróficas dos oceanos, e na região do talude os baixos teores de clorofila não deixam dúvida quanto a esta característica da bacia de Campos. Os valores de concentração de nutrientes dissolvidos e material particulado verificados neste estudo são comparáveis aos observados nesta área em estudos prévios e confirmam a natureza oligotrófica da região da bacia de Campos (veja capítulo XIV - Hidroquímica, Carbono e Nutrientes Dissolvidos e Particulados na Bacia de Campos).

Ainda considerando a distribuição da clorofila, não foram evidenciados “máximos sub-superficiais” nas perfilagens da coluna d’água. Estes máximos são, usualmente, feições oceanográficas na qual o pico de clorofila ocorre na base da camada de mistura. Estas regiões são importantes porque a disponibilidade de luz e nutrientes favorece o aumento da produtividade biológica com conseqüências em toda a cadeia trófica marinha. A ausência de observações de máximos sub-superfície de clorofila se deve a um comprometimento com a estratégia amostral geral, que priorizou coletas de um ponto representativo em cada massa d’água presente no sistema hidrológico da bacia de Campos.

A distribuição da divinil-clorofila *a* não mostrou diferenças temporais ou verticais, mas apresentou um aumento na direção oceânica do gradiente longitudinal tanto no período chuvoso quanto no período seco. Estes resultados evidenciam a ocorrência de cianobactérias picoplanctônicas em águas pobres em nutrientes e com grande disponibilidade de luz, características típicas das regiões oceânicas (Barlow *et al.* 2002; Carreto *et al.* 2008).

A grande variabilidade observada para os valores da produtividade primária potencial não permitiu estabelecer um padrão para as regiões de plataforma e talude nos períodos chuvoso e seco. Os valores encontrados evidenciaram a característica oligotrófica da bacia de Campos e apresentam a mesma ordem de grandeza daqueles estimados por Aidar-Aragão *et al.*, (1980), Panouse e Susini (1987) e Ciotti *et al.* (2006) para a Corrente do Brasil.

Valores mais elevados junto a costa no período chuvoso, principalmente para a região próximo a Cabo Frio e ao Cabo de São Tomé, tanto na superfície quanto na segunda profundidade, estão relacionados às amostras coletadas em água de mistura, com razões N:P entre 10 e 16. (Capítulo XI - Correntes e Massas de água na Plataforma Continental da Bacia de Campos e Capítulo XIV - Hidroquímica, Carbono e Nutrientes Dissolvidos e Particulados na Bacia de Campos). Este padrão de distribuição se reflete, e é confirmado, na distribuição do MPS e COP, o que é esperado, uma vez que o processo fotossintético promove o acúmulo de matéria orgânica particulada na AT, que se traduz nas concentrações máximas dessas variáveis (Capítulo XIV - Hidroquímica, Carbono e Nutrientes Dissolvidos e Particulados na Bacia de Campos). No período seco, foram observados os valores mais elevados de produtividade, especialmente os obtidos para a superfície das estações A1 e I1 e para a segunda profundidade das estações F1 e I1, estes valores podem estar relacionados à intrusão da ACAS. Nas estações em que estes valores foram observados, a razão N:P foi inferior a 10, evidenciando uma limitação por nitrogênio, as biomassas e produções mais elevadas podem estar associadas a fase pós ressurgência onde os nutrientes que estavam disponíveis já haviam sido consumidos. Os valores mais elevados nas estações próximas a Cabo Frio e São Tomé estão na mesma ordem de grandeza que os encontrados por Gonzalez-Rodriguez (1994) para a ressurgência costeira de Cabo Frio e os de Gaeta, (1994) para o Cabo de São Tomé, cabendo ressaltar que em nenhum momento foi observada a presença da ACAS na superfície embora ela estivesse presente em várias estações de coleta

em subsuperfície (Capítulo. X - Caracterização das massas de água e das correntes no talude continental e na região oceânica da Bacia de Campos).

Para explicar a variância da produtividade primária foi realizada uma análise de regressão múltipla para a superfície e para a segunda profundidade da plataforma continental do período chuvoso cujos resultados são apresentados na Tabela 1. Para os valores obtidos no Talude e para o período seco, o reduzido número de observações não permitiu o uso desta análise.

Tabela 1 - Regressão múltipla (stepwise regression) para a Produtividade Primária (variável dependente) e covariáveis significativas para a região da plataforma da Bacia de Campos no período chuvoso. R (coeficiente de correlação,) R² (Coeficiente de determinação), V (% da variância de PP atribuída a cada variável). Clo (Clorofila), Sal (Salinidade), Zm (Profundidade da Camada de Mistura), Zeu (Profundidade da Camada Eufótica), P (Fosfato) e Si (Silicato).

Profundidade	Ajuste do Modelo	Variáveis	Passo	R	R2	R2 ajustado	F	p	V	
Superfície	R ² Multiplo	0,61	Clo	1	0,68	0,46	0,46	16,09	0,00	46
	R ² Ajustado	0,52	Si	2	0,72	0,52	0,06	2,37	0,14	6
	p	0,00								
Segunda Profundidade			Clo	1	0,79	0,63	0,63	32,20	0,00	63
	R ² Multiplo	0,96	Zm	2	0,85	0,72	0,09	5,95	0,03	9
	R ² Ajustado	0,92	Sal	3	0,88	0,78	0,06	4,46	0,05	6
	p	0,00	P	4	0,93	0,87	0,09	11,58	0,00	9
			Zeu	5	0,95	0,90	0,03	4,60	0,05	3

Na superfície, 52% da variabilidade da produtividade primária podem ser explicados por duas variáveis. A mais importante delas, a biomassa expressa pela quantidade de clorofila, contribuiu com 46% da variabilidade, seguida pela concentração de silicato (6%).

Para a segunda profundidade 92% da variabilidade da produtividade primária pode ser explicada por cinco variáveis. Assim como para a superfície, a clorofila foi a mais importante, explicando 63% da variabilidade, seguida pela profundidade de coleta (9%), a salinidade (6%), a concentração de fosfato (9%) e a profundidade da camada fótica (3%).

Considerando a região da plataforma, no período seco, a produtividade primária teve sua variação explicada significativamente ($p < 0,05$) pela clorofila *a* ($r^2 = 0,57$) e razão N:P ($r^2 = 0,92$) para a superfície. Na segunda profundidade a variação foi significativamente correlacionada a clorofila ($r^2 = 0,94$) e a variação da profundidade da camada eufótica ($r^2 = 0,99$). Não houve correlação significativa ($p > 0,05$) com

nenhum dos parâmetros medidos para o talude nos dois períodos.

A produtividade primária de uma região está relacionada à disponibilidade de nutrientes e suas relações com os processos físicos. A razão N:P é uma maneira de caracterizar o potencial de fertilidade de uma massa de água, que segundo Redfield (1958) a razão ideal ao crescimento do fitoplâncton está em torno de 16:1. Valores inferiores a este significam que o crescimento do fitoplâncton está limitado por nitrogênio, enquanto valores superiores indicam limitação por fósforo. Gaeta e Brandini (2006) mencionam valores de N:P que variam de 1 a 300 para a região Sul em transectos que vão desde a costa até a região oceânica, com domínio de valores inferiores a 10 sobre a plataforma e valores elevados no setor oceânico em águas oligotróficas da Corrente do Brasil. Os valores da razão N:P observados durante os períodos chuvoso e seco (Capítulo de Carbono e Nutrientes – neste livro) evidenciam uma limitação por nitrogênio, mas há para as águas oligotróficas com temperaturas maiores que 20°C e salinidades maiores que 36.2 uma limitação por fósforo. Gonzalez-Rodriguez (1992) relaciona a limitação da fertilidade das águas da ressurgência de Cabo Frio à falta de substâncias quelantes e o nitrogênio.

A variabilidade da produtividade primária está também relacionada à extensão da camada eufótica, de modo que se a profundidade da camada de mistura for maior que a profundidade da camada eufótica ($Z_m > Z_{eu}$), a produção poderá decrescer, pois células fotossinteticamente capazes estarão expostas a condições desfavoráveis de luz.

A eficiência fotossintética apresentou uma amplitude de variação semelhante à relacionada por Gaeta e Brandini (2006), mas os valores médios encontrados para os dois períodos tanto para a plataforma continental como para o talude são inferiores a 4 mgC.mgCl⁻¹.h⁻¹, o que foi considerado por esses autores como boa estimativa para águas de plataforma e águas oceânicas da Corrente do Brasil.

Evidentemente, a produtividade primária de uma dada área é o reflexo da adaptação da comunidade fitoplanctônica dessa área às condições físico-químicas reinantes. Em sistemas oligotróficos, onde a concentração dos nutrientes é o principal limitador da produção, células menores têm, usualmente, vantagem adaptativa sobre as maiores na disputa pelos nutrientes essenciais devido a sua maior relação superfície:volume (Kirchman, 2000). Não raro, a dinâmica trófica de ambientes oligotróficos tem uma forte tendência a ser mais heterotrófica, isto é, sustentada pela reciclagem do carbono orgânico autóctone, o que é realizado pela ação efetiva de bactérias heterotróficas que atuam na alça microbiana (Azam 1983).

Em adição ao exposto acima, em uma região com características oligotróficas, como demonstrado pelos dados das concentrações dos nutrientes inorgânicos, pigmentos e produtividade, uma colaboração efetiva do nanoplâncton autotrófico reforçaria as explicações dadas para o cenário descrito acima. Com exceção da participação de grupos mais expressivos quanto a produção primária (e.g. diatomáceas e dinoflagelados microfitoplanctônicos) em áreas e/ou momentos de menor oligotrofia já mencionados, a produtividade primária, e sua variação, pode ter sido sustentada por organismos menores que 20 μm , como sugere a distribuição da biomassa nanoplânctônica autotrófica em consonância com as da clorofila *a* e produção primária, e as fortes correlações entre a produção potencial máxima e a biomassa de organismos <20 μm estimada através dos pigmentos.

A ausência de correlação significativa entre a biomassa nanoplânctônica autotrófica e a biomassa da fração <20 μm pode ter se dado pela diferença dos métodos que as estimaram. A determinação do nanoplâncton autotrófico foi feita com base na presença ou ausência da fluorescência da clorofila-*a* nas partículas analisadas por citometria de fluxo, enquanto a biomassa dos organismos <20 μm foi estimada com base nos pigmentos específicos de grupos funcionais. Esses dois métodos podem privilegiar grupos de organismos distintos e gerar resultados de biomassa dispares por essa razão. No caso das estimativas feitas através da citometria, mesmo com a escolha de um fixador que privilegia a manutenção da fluorescência, longos períodos de estocagem podem, e frequentemente causam, a degradação dos pigmentos e perda da autofluorescência (Lepesteur *et al.*, 1993), além da perda de células. Por esta razão, o longo tempo de estocagem das amostras até a efetiva análise pode ter subestimado a biomassa de organismos nanoplânctônicos autotróficos e prejudicado ainda mais a comparação dos resultados gerados pelos dois métodos.

Padrões de distribuição do nanoplâncton como os descritos no presente estudo são similares aos observados em águas oceânicas costeiras ao sul de Cuba Lugioyo *et al.* (2007) e no Mar de Sargasso (Caron *et al.* 1995), por exemplo. Nessas regiões o bacterioplâncton representou a fração mais significativa do carbono particulado, seguido imediatamente pelo nanoplâncton. Além disso, os valores biomassa nanoplânctônica observado no presente estudo estão dentro dos intervalos observados em outros estudos em áreas oceânicas (e.g. Caron *et al.*, 1995; 1999; Verity *et al.*, 1996; Calbet *et al.*, 2001; Paffenhöfer *et al.*, 2003). Logo, em regiões distantes da costa, como o talude e mesmo sobre a plataforma, em áreas que não sofrem a influ-

ência de fenômenos de ressurgência, a produção primária é normalmente realizada pelo nanoplâncton (entre 2 e 20 μm).

5) Conclusão

Os resultados obtidos confirmam a natureza oligotrófica da região da Bacia de Campos. Os valores de clorofila evidenciam para a região do Talude uma biomassa bem mais empobrecida do que a plataforma continental.

Em termos de produtividade primária os valores confirmam a oligotrofia da região, coincidindo com valores encontrados anteriormente. Esta produção, como esperado para regiões tropicais, tem expressiva participação de organismos do nano e picoplâncton (< 20 μm). A Plataforma apresentou valores mais elevados que a região do Talude, sendo que os maiores valores de produção biológica foram observados no período seco. Os valores mais elevados foram registrados próximo a Cabo Frio e ao Cabo de São Tomé, regiões sujeitas a processos hidrográficos que originam o aporte de nutrientes na camada fótica.

Agradecimentos

Ao Dr. Rogério Neder Candella e a Dra. Aurea Ciotti pela colaboração na integração dos dados, à Mariana Dantas Alberto pelo tratamento de amostras e dados, e aos técnicos Dagles Viana dos Reis e Antônio José Casarin pelo trabalho realizado a bordo.

Referências

- Aidar-Aragão, E., Teixeira, C. e Vieira, A.A.H., 1980. Produção primária e clorofila-a na costa brasileira (Lat.22°31'S-Log.41°52'W a Lat.28°43'S-Log.47°57'W). Boletim do Instituto Oceanográfico, São Paulo, 29:9-14
- Andrade, L.; Suzuki, M.; Paranhos, R. & Rezende, C.E. 1999. Hidroquímica na ZEE entre 13 e 25 °S 28 e 41 °W em 1998. XII Semana Nacional de Oceanografia – Resumos expandidos, UERJ. Rio de Janeiro, RJ, p. 267-269.
- Azam F, Fenchel T, Field J C, Gray J S, Meyer-Reil L A, Thingstad F (1983) The ecological role of water-column microbes in the sea. Marine Ecology Progress Series 10: 257 – 263.
- Barlow, R.G., Aiken, J., Holligan, P.M., Cummings, D.G., Maritorea, S., Hooker, S., 2002. Phytoplankton pigments and absorption characteristics along meridional transects in the Atlantic Ocean. Deep Sea Research I 47, 637–660.
- Caron, D.A., Dam, H. G., Kremer, P., Lessard, E. J., Madin, L. P., Malone, T. C., Napp, J. M., Peele, E. R., Roman, M. R. e Youngbluth, M. J., 1995. The contribution of microorganisms to particulate carbon and nitrogen in surface waters of Sargasso Sea near Bermuda. Deep-Sea Research I, 42, 943-972.
- Carreto, J.I., Montoya, N.G., Akselman, R., Carignan, M.O., Silva, R.I., Cucchi-Colleoni, D. A. (2008) Algal pigment patterns and phytoplankton assemblages in different water masses of the Rio de la Plata maritime front. *Continental Shelf Research* 28: 1589-1606.
- Ciotti, A.M., Gonzalez Rodriguez, E., Andrade L., Paranhos, R. e Carvalho, W.F., 2006. Clorofila a, Bio-óptica e Produtividade Primária. In: Valentin, J.L. (Ed), Características hidrológicas da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ). Brasília: Ideal Gráfica e Editora: 61-72 (Série Documentos REVIZEE/SCORE Central), 168pp.
- Dugdale, R.C. e Goering, J.J., 1967. Uptake of new and regenerated forms of nitrogen in primary productivity. *Limnology and Oceanography*, 12:196-206.
- Eppley, R.W., 1972. Temperature and phytoplankton growth in the sea. *Fishery Bulletin. National Marine Fisheries Service, U.S.*, 70: 1063-1085.
- Falkowski, P.G. e Raven, J.A., 2007. *Aquatic Photosynthesis*. 2nd ed. Princeton University Press, 484pp.
-

-
- Gaeta, S.A., 1994. Produtividade Primária - fitoplâncton e zooplâncton. In: Tommasi, L. R. e Ikeda, Y. (Coordenadores), FUNDESPA–IOUSP. Programa de Monitoramento Ambiental Oceânico da Bacia de Campos - Relatório Final, 391 pp.
- Gaeta, S.A., 1999. Produção primária na Região Oeste do Atlântico Sul. Tese de livre-docência. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 140pp.
- Gaeta, S.A. e Brandini, F.P., 2006. Produção primária do fitoplâncton na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In Rossi-Wongtschowski, C.L. e Madureira, L.S.P. organizadores, O Ambiente Oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil. Universidade de São Paulo, 472 pp.
- Gonzalez-Rodriguez, E., Valentin, J.L.V., Andre, D.L. e Jacob, S.A., 1992. Upwelling and downwelling at Cabo Frio (Brazil) – Comparison of biomass and primary Production responses. *Journal of Plankton Research*, 17: 289-306.
- Gonzalez-Rodriguez, E., 1994. Yearly variation in primary productivity of marine phytoplankton from Cabo Frio (RJ, Brazil) region. *Hydrobiologia*, 294: 145-156.
- Jassby, A.D. e Platt, T., 1976. Mathematical formulation of the relationship between photosynthesis and light for phytoplankton. *Limnology and Oceanography*, 214-547.
- Kirchman, D.L. 2000. Uptake and regeneration of inorganic nutrients by marine heterotrophic bacteria. In: Kirchman D.L. (ed) *Microbial ecology of the oceans*, 1 edn, Vol. Wiley-Liss, New York, pp. 261-288.
- Lepesteur, M., Martin, J. M. e Fleury, A., 1993. A comparative study of different preservation methods for phytoplankton cell analysis by flow cytometry. *Marine Ecology Progress Series* 93:55-63.
- Lugioyo G. M., Loza, S. e Abreu, P. C. 2007. Biomass distribution of heterotrophic and autotrophic microorganisms of the photic layer in Cuban southern oceanic waters. *Rev Biol Trop (Int J Trop Biol)* 55:449-457.
- Mattos, A.G.B., 2001. *Análise da confiabilidade metrológica na determinação de pigmentos em ambientes marinhos por fluorimetria*, Dissertação de Mestrado, PUC-RJ, 142pp.
- Miller, J.C. e Miller, J.N., 1988. *Statistics for Analytical Chemistry* 2nd Ed.; Ellis Horwood Series in Analytical Chemistry, Wiley, 227 pp.
-

-
- Paiva, S.P., 2001. *Análise da confiabilidade metrológica na determinação de pigmentos em ambientes marinhos por espectrofotometria*, Dissertação de Mestrado, PUC-RJ, 123pp.
- Panouse, M. e Susini, S.M., 1987. Production primaire du phytoplancton. In: Guille, A. e Ramos, J.M. (eds) *Terres Australes et Antartiques Françaises. Mission de recherche. Les rapports des campagnes a la mer a bord du Marion de Dufremes*:91-107.
- Parsons, T.R.; Takahashi, M. e Hargrave, B., 1984, *Biological Oceanographic Processes*. 2nd ed. Pergamon Press, 193pp.
- Pedrosa, P., Paranhos, R., Suzuki, M.S, Andrade, L., Silveira, I.C.A., Schmidt, A.C.K., Falcão, A.P., Lavrado, H.P. e Rezende, C.E., 2006. Hidroquímica de massas d'água oceânicas em regiões da margem continental brasileira, Bacia de Campos, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Geochimica Brasiliensis* 20: 104-122.
- Platt, T.; Gallegos, C.L. e Harrison, W.G., 1980, Photoinhibition of photosynthesis in natural assemblages of marine phytoplankton. *Journal of Marine Research* 38: 687-701.
- Redfield, A.C., 1958. The biological control of chemical factors in the environment. *American Scientist*, 46:205-221.
- Steeman Nielsen, E., 1952. The use of radioactive carbon (^{14}C) for measuring organic production in the sea. *Journal du Conseil, Conseil International pour l'Exploration de la Mer*,18:11-140.
- Strickland, I.D.H. e Parson, T.R.,1972. A practical handbook of sea water analysis. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada.*, 167 (2end), 310pp
- Ras, J., Claustre, H., Uitz, J. (2008) Spatial variability of phytoplankton pigment distributions in the Subtropical south Pacific Ocean: comparison between in situ and predicted data. *Biogeosciences* 5: 353-369.
- Van Heukelem, L., Thomas, C. S. (2001). Computer-assisted high performance liquid chromatography method development with applications to the isolation and analysis of phytoplankton pigments. *Journal of Chromatography A* 910: 31-49.
- Wright, S.W.; Jeffrey, S.W.,1997. High Resolution HPLC System for chlorophylls and carotenoids of marine phytoplankton; in Jeffrey, S.W., Mantoura, R.F.C. & Wright, S.W., 1997. *Phytoplankton pigments in oceanography. Guidelines to modern methods*. Unesco publishing, 661 pp.
-

IV. COMPOSIÇÃO DO FITOPLÂNTON NA BACIA DE CAMPOS A PARTIR DE PIGMENTOS MARCADORES (CAROTENÓIDES E CLOROFILAS)

Resumo

A composição das assembléias fitoplanctônicas na Bacia de Campos (BC) foi estudada através de pigmentos marcadores durante duas campanhas oceanográficas realizadas entre março e abril (Período chuvoso - PC) e agosto e setembro (Período seco - PS) de 2009. Foram coletadas amostras na superfície (1 m) e na base da camada de mistura em nove transectos (da região costeira à oceânica) no PC e no PS. Os pigmentos foram analisados por HPLC. O software CHEMTAX foi utilizado para estimar, a partir dos pigmentos, a contribuição dos diferentes grupos fitoplanctônicos para a clorofila a total (TCla). A biomassa fitoplanctônica estimada pela TCl_a apresentou grande variação na área da Bacia de Campos, sendo observado um gradiente decrescente do continente para a região oceânica. Os valores observados nas águas sobre a plataforma podem ser considerados típicos de regiões costeiras (máximo de 1,86 mg m⁻³ no PC e 5,51 mg m⁻³ no PS). As concentrações registradas na região do talude são características de sistemas oligotróficos como as águas da corrente do Brasil (0,03 a 0,3 mg m⁻³ no PC e 0,06 a 0,6 mg m⁻³ no PS). A abordagem quimiotaxonômica registrou a presença de 7 classes fitoplanctônicas que apresentaram padrões espaciais ao longo dos perfis batimétrico e vertical, mas não foram identificados padrões de distribuição latitudinais. Em geral os grupos fitoplanctônicos tiveram biomassas mais elevadas durante o período seco, mas as cianobactérias tiveram as maiores biomassas registradas no período chuvoso. Foram observados distintos padrões espaciais no perfil batimétrico. As diatomáceas apresentaram biomassas elevadas nas isóbatas mais costeiras (25 e 50 m), enquanto organismos nanoflagelados (primnesiofíceas, prasinofíceas e criptofíceas) mostraram gradiente decrescente ao longo do perfil batimétrico. O picoplâncton eucariótico (pelagofíceas) apresentou gradiente crescente em direção à quebra da plataforma e posterior decréscimo na região do talude. Em relação às cianobactérias, *Trichodesmium* (microplâncton), registrado apenas no período chuvoso, e *Synechococcus* (picoplâncton) apresentaram ampla distribuição em toda BC e maiores biomassas na superfície. *Prochlorococcus*, outra cianobactéria pico-

planctônica registrada, apresentou um padrão semelhante ao das pelagofíceas na campanha do PC, contudo, no PS, esteve presente sobretudo na região do talude, apresentando biomassas crescentes a partir da isóbata de 150 m. Ao longo do perfil batimétrico pode ser identificado um gradiente da região costeira, onde há maior disponibilidade de nutrientes, para as águas oceânicas mais oligotróficas, com mudanças na abundância, estrutura de tamanho e composição taxonômica das assembléias fitoplanctônicas, passando de biomassas mais elevadas do microplâncton para picoplâncton de biomassas reduzidas.

Abstract

The composition of phytoplankton assemblages in Campos Basin was studied using pigments, during two oceanographic cruises between March and April (rainy season) and August and September (dry season) 2009. Samples were collected at the surface (1 m) and at the base of the mixed layer throughout nine transects (from coastal to oceanic region) in each season. Pigments were analysed by HPLC. The software CHEMTAX was used to estimate the contribution of the different phytoplankton groups to total chlorophyll a (TChla). A gradient with decreasing TChla biomass from the continent to the oceanic region was observed. TChla biomass was typical of coastal areas up to the 75 m isobath (maximum of 1.86 mg m⁻³ in the rainy and 5.51 mg m⁻³ in the dry season). In the oceanic area the concentrations were typical of the oligotrophic waters of the Brazil Current (0.03 to 0.3 mg m⁻³ in the rainy and 0.06 to 0.6 mg m⁻³ in the dry season). The chemotaxonomic approach registered the presence of seven phytoplankton classes, which showed patterns along the bathymetric and the vertical profiles; latitudinal patterns were not identified. Temporal trends were identified for the biomass of the phytoplankton groups: cyanobacteria were more abundant in the rainy season, while in general the biomass was higher in the dry season. Also different spatial patterns were identified along the bathymetric profile. Diatoms' biomasses were higher near the coast (25 and 50 m isobaths), while nanophlagellate organisms (prymnesiophytes, prasinophytes and cryptophytes) decreased slowly along the bathymetric profile. Eucaryotic picoplankton (pelagophytes) increased towards the shelf-break and then decreased again along the bathymetric profile. The microplanktonic cyanobacteria *Trichodesmium*, detected only in the rainy season, and the picoplanktonic *Synechococcus* were widely distributed over the whole region, especially in superficial

waters. *Prochlorococcus*, another picoplanktonic cyanobacterium detected, was distributed in the rainy season in a similar way as pelagophytes, but in the dry season was mainly present in the oceanic region, with an increasing biomass profile starting at the 150 m isobath. Along the bathymetric profile, a gradient was identified from the coastal area, richer in nutrients, to the more oligotrophic ocean waters, where there were changes in abundance, size structure and taxonomic composition of the phytoplankton assemblages, moving from higher microplankton to lower picoplankton biomasses.

INTRODUÇÃO

O fitoplâncton marinho pode ser estudado com a ajuda de várias técnicas. A quimiotaxonomia do fitoplâncton é feita a partir da determinação do perfil pigmentar (carotenóides e clorofilas) das amostras naturais. Os pigmentos são extraídos e em seguida, separados e quantificados utilizando a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC), que permite quantificar mais de 50 pigmentos presentes em todas as classes de algas, incluindo o picoplâncton e as células frágeis os quais podem ter suas identificações dificultadas devido às limitações impostas por outras técnicas (Gieskes e Kraay, 1983). A partir da determinação dos pigmentos, podem ser conhecidas as classes ou mesmo gêneros de algas presentes e suas contribuições para a biomassa total. As diferentes técnicas de análise do fitoplâncton podem ser consideradas como complementares, cada uma com as suas especificidades. A microscopia ótica é capaz de distinguir o microplankton ($> 20 \mu\text{m}$) em nível de espécies e identifica, com limitações de tamanho, o nanoplâncton (fração compreendida entre 2 e $20 \mu\text{m}$). A citometria de fluxo é uma técnica rápida e aplicável a partículas entre 0,5 e $1000 \mu\text{m}$ mas é limitada quanto ao grau de classificação do fitoplâncton (Rutten *et al.*, 2005). A determinação da composição do fitoplâncton a partir dos pigmentos não depende do tamanho da célula, englobando o micro- o nano- e o picoplâncton. Por outro lado, dados de microscopia podem ser importantes na construção da matriz de grupos taxonômicos, já que a transformação dos dados de pigmentos em biomassas dos diferentes grupos não é trivial, pois alguns carotenóides e clorofilas estão presentes em vários grupos taxonômicos.

Os primeiros trabalhos onde a composição do fitoplâncton foi determinada por meio de pigmentos se basearam na escolha, para cada classe de alga ou para um grupo de classes, de pelo menos um carotenóide “marcador” da classe/grupo (Soma *et al.*, 1992). O pigmento “marcador” devia ser específico da classe/grupo corresponden-

te, ou no mínimo ocorrer em tal concentração naquela classe/grupo que praticamente pudesse ser considerado como totalmente proveniente dela(e). Algoritmos foram desenvolvidos, para computar separadamente a contribuição de determinados pigmentos inespecíficos em cada um dos grupos onde ocorrem (Letelier *et al.*, 1993). A revisão de conceitos básicos sobre pigmentos fitoplanctônicos e a compilação de técnicas clássicas e modernas de extração e análise por Jeffrey *et al.*, 1997, foi um importante passo para a sistematização do uso de pigmentos fitoplanctônicos em Oceanografia. Outro marco foi a proposta de Mackey *et al.*, 1997, do cálculo da contribuição de cada classe para a comunidade fitoplânctonica total com base numa fatorização de matrizes - Chemical Taxonomy (CHEMTAX), onde, para cada classe, todos os pigmentos representativos são simultaneamente considerados. O software CHEMTAX é disponibilizado livremente aos pesquisadores interessados e tem sido amplamente utilizado (Wright *et al.*, 2010; Wright *et al.* 2009; Carreto *et al.*, 2008; Marty *et al.*, 2008, Marinho e Rodrigues, 2003, Mackey *et al.*, 2002, Wright e Van den Enden, 2000; Pinckney *et al.*, 1998).

Mais recentemente os pigmentos fitoplanctônicos tem sido utilizados também para calibrar dados de sensoriamento remoto (Uitz *et al.*, 2006; Ras *et al.*, 2008; Nair *et al.*, 2008). Esses últimos modelos dão menos informação taxonômica, mas visam um monitoramento do fitoplâncton em escala global.

O presente trabalho envolveu a análise por pigmentos/CHEMTAX do fitoplâncton da Bacia de Campos, com o objetivo de avaliar a variabilidade espacial, vertical e temporal do fitoplâncton no ambiente estudado.

Metodologia

As amostras para análise dos pigmentos fitoplanctônicos foram obtidas através da filtração de 6 L de água do mar em filtro GF/F (0,7 μm), sob luz reduzida e sob pressão máxima de 250 mmHg e armazenados em criotubos em nitrogênio líquido até o momento da análise. A extração foi realizada de acordo com metodologia proposta por Wright e Jeffrey (1997) com modificações. Foi introduzido no método um procedimento de controle da eficiência da extração, pela adição de 355 ng de trans-beta-Apo-8'-carotenal (Sigma Aldrich) ao solvente extrator (metanol : acetato de tetrabutyl-amônio (TBAA) 28 mmol L⁻¹, 98:2 (v/v)), imediatamente antes da extração assistida por ultra-som (Sonda Bandelin Sonoplus). As amostras foram analisadas pelos métodos de Brotas e Plante-Cuny (2003) e Van Heukelem e Thomas (2001), usando um cromatógrafo Thermo modelo Accella 600 com detetor de arranjo de diodos e outro da marca Bischoff Analy-

sentetchnik composto de 3 bombas (gradiente de alta pressão), acoplado a um detector de arranjo de diodos Shimadzu SPD- M10A VP. No método de Van Heukelem e Thomas (2001) substituiu-se a coluna original por uma ACE C8, 150 mm, 3 µm e alterou-se a vazão para 1,2 mL min⁻¹. Todos os reagentes usados foram de grau cromatográfico (Tedia) e a água foi ultra-purificada (Milli Q Gradient - Millipore). A quantificação foi feita a partir de padrões de clorofila c3 (Clc3), clorofila c2 (Clc2), clorofila b (Clb), divinilclorofila a (DVCl a), clorofila a (Cl a), peridina (Per), 19'Butanoiloxi-fucoxantina (19'But), fucoxantina (Fuco), 19'hexanoiloxifucoxantina (19'Hex), zeaxantina (Zea) luteína (Lut), prasinoxantina (Pras), neoxantina (Neox), violaxantina (Viola), diadinoxantina (Diad), diatoxantina (Diat), aloxantina (Alo), mixoxantofila (Mixo), α-caroteno (α-Car) e β-caroteno (β-Car); todos adquiridos de DHI - Water and Environment (Hørsholm, Denmark). Soluções concentradas foram preparadas em acetona e as diluições com o solvente de extração. Para o controle diário qualitativo foi usado um padrão misto (DHI - Water and Environment - Hørsholm, Denmark), contendo todos os pigmentos citados, exceto Mixo. Para cada pigmento analisado, foram feitas curvas analíticas com pelo menos cinco níveis de concentração, com dados obtidos a 503 nm para Mixo e a 440 nm para todos os outros pigmentos. Os limites de detecção, calculados a partir dos desvios-padrão das curvas analíticas, (Miller & Miller, 1988), podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1 - Limites de detecção dos pigmentos quantificados.

Pigmento	L.D. (µg m ⁻³)	Pigmento	L.D. (µg m ⁻³)	Pigmento	L.D. (µg m ⁻³)
Clc3	0,5	19'Hex	1,3	Lut	0,7
Clc2	0,3	Viola	0,7	DVClb	0,7
Per	0,7	Diad	0,8	Clb	0,7
19'But	1,5	Mixo	0,8	DVCl a	2
Fuco	0,6	Alo	0,3	Cl a	20
Neox	0,2	Diat	0,1	α-Car	0,8
Pras	0,3	Zea	9	β-Car	1,4

A concentração de clorofila a total (TCl a), usada como índice da biomassa fitoplanctônica, foi a soma das concentrações de Cl a e DVCl a em cada amostra.

Processamento dos dados – Análises CHEMTAX

A contribuição de diferentes grupos de fitoplâncton para a clorofila a foi calculada para cada estação de coleta a partir da utilização do programa CHEMTAX (MACKEY *et al.*, 1997). Os grupos taxonômicos foram definidos a partir da análise dos resultados obtidos. Para a matriz das amostras foram usados os dados dos seguintes pigmentos: Clc3, Clc2, Clb, DVCl_a, Cl_a, Per, 19'But, Fuco, 19'Hex, Zea, Lut, Pras, Neox, Viola, Alo e Mixo. Optou-se por não incluir Diad, Diat e β-Car por não terem grande especificidade taxonômica. Os perfis pigmentares iniciais dos grupos taxonômicos usados no processamento quimiotaxonômico foram obtidos da literatura. Dados de Schluter *et al.* (2000) foram usados para: *Synechococcus*, prasinofíceas, criptofíceas, pelagofíceas e dinoflagelados. Os valores escolhidos para os dinoflagelados foram os de *Prorocentrum*, por ter sido encontrado na corrente do Brasil (Carreto *et al.*, 2008). Para *Prochlorococcus* e *Trichodesmium* foi usada como referência Mackey *et al.*, 1997. O perfil pigmentar usado para as diatomáceas foi o de Carreto *et al.*, 2003, e para as primnesiofíceas os de Carreto *et al.*, 2008. Apesar de não se poder, estritamente a partir dos pigmentos analisados, confirmar a presença dos 3 sub-grupos de primnesiofíceas (classificação de Zapata *et al.*, 2004), o grupo 6 foi incluído pelo fato de *Emiliania huxleyi* ter reconhecidamente uma ampla distribuição espacial nos oceanos (Ribeiro, 1996). *Chrysocromulina* (grupo 7) e *Phaeocystis* e *Imantonia* (Grupo 8) foram encontradas em estudos de microscopia na frente da Lagoa dos Patos (Bergesh *et al.*, 2008). Estes 3 tipos de primnesiofíceas foram detectados na corrente do Brasil, na frente marítima do Rio da Prata, por Carreto *et al.*, 2008.

A partir de observações da distribuição espacial dos pigmentos, e da relação pigmentos fotocoletores/Cl_a nas duas profundidades amostradas, as amostras foram separadas e analisadas em distintos grupos pelo CHEMTAX. Quatro grupos foram processados no período chuvoso (PC) e 4 no período seco (PS): Grupo1: 1m - isóbatas 25, 50 e 75 m; Grupo 2: Segunda Profundidade - isóbatas 25, 50 e 75 m Grupo 3: 1m - isóbatas 150, 400, 1000, 1900, 3000 m; Grupo 4: Segunda profundidade - isóbatas 150, 400, 1000, 1900, 3000 m. O processamento pelo CHEMTAX gerou, para cada amostra, as abundâncias dos grupos taxonômicos, em termos da contribuição de cada um para a TCl_a. *Prochlorococcus* foi expresso diretamente pela concentração de DVCl_a.

Tratamento estatístico

Para verificar as semelhanças ao longo dos transectos (padrão latitudinal), das isóbatas (perfil batimétrico) e entre as profundidades (perfil vertical) de coleta foi realizada a Análise de Similaridade (ANOSIM) e o teste não paramétrico de significância (aplicando a correção de Bonferoni aos valores de p) em matrizes de similaridades utilizando-se o índice de Bray-Curtis (Clarke 1993). Quando da existência de diferenças, a análise não paramétrica de percentuais de similaridade (SIMPER) foi aplicada para determinar quais grupos taxonômicos contribuem mais para as similaridades e dissimilaridades (Clarke e Warwick, 2001). A ANOSIM e o SIMPER foram realizadas com auxílio do programa PAST versão 2.0 (Hammer *et al.*, 2001). As relações entre a TCl_a e nitrato, silicato e fosfato (obtidos de Suzuki *et al.*, 2013) foram avaliadas através da correlação de Pearson.

Resultados

Distribuição espacial e temporal dos pigmentos marcadores

Foram quantificados 21 pigmentos nas amostras analisadas: clorofila c3 (Clc3), clorofila c2 (Clc2), divinilclorofila b (DVClb), clorofila b (Clb), divinilclorofila a (DVCl_a), clorofila a (Cl_a), peridinina (Per), 19'Butanoiloxi-fucoxantina (19'But), fucoxantina (Fuco), 19'hexanoiloxifucoxantina (19'Hex), zeaxantina (Zea), luteína (Lut), prasinoxantina (Pras), neoxantina (Neox), violaxantina (Viola), diadinoxantina (Diad), diatoxantina (Diat), aloxantina (Alo), mixoxantofila (Mixo), α -caroteno (α -Car) e β -caroteno (β -Car). Os valores máximos, mínimos e as medianas encontrados nos períodos chuvoso e seco são apresentados nas tabelas 2 e 3, tendo se destacado fucoxantina, zeaxantina, 19'Hex, DVCl_a, Clc3 e Clb.

Tabela 2 - Valores máximos (Máx.), medianas (Med.) e mínimos (Min), das concentrações dos principais pigmentos ($\mu\text{g m}^{-3}$), calculados por isóbata no período chuvoso.

	Conc.	25 m	50 m	75 m	150 m	400 m	1000 m	1900 m	3000 m	Geral
TCla	Máx.	1856	1739	1083	398	496	259	311	257	1856
	Med.	537	306	294	198	189	178	136	111	222
	Mín.	237	137	141	119	132	33	62	40	33
Cla	Máx.	1856	1681	1049	306	383	204	249	176	1856
	Med.	529	269	227	155	139	116	94	83	144
	Mín.	234	104	109	79	80	22	42	28	22
Fuco	Máx.	588	408	312	28	18	11	12	10	588
	Med.	95	28	20	8	7	6	5	4	7
	Mín.	23	6	7	3	3	1	2	1	1
Clb	Máx.	336	224	97	38	89	14	12	14	336
	Med.	51	27	54	8	7	6	5	4	51
	Mín.	16	8	5	3	2	1	2	1	16
19'Hex	Máx.	121	217	160	82	89	38	34	46	217
	Med.	51	38	39	23	24	25	22	22	25
	Mín.	23	17	18	12	13	6	11	6	5
Zea	Máx.	198	131	144	124	118	126	108	109	198
	Med.	89	80	84	85	80	75	81	71	80
	Mín.	39	15	17	35	57	21	43	27	15
Clc2	Máx.	182	191	104	33	40	16	17	16	182
	Med.	47	24	20	10	11	11	9	8	47
	Mín.	9	3	2	3	5	3	4	2	9
Clc3	Máx.	97	165	107	27	47	15	13	12	165
	Med.	27	18	15	6	7	6	6	4	7
	Mín.	9	3	3	3	1	2	2	0	0
19'But	Máx.	75	161	150	24	50	11	10	12	161
	Med.	13	13	14	7	7	6	6	5	7
	Mín.	6	6	5	4	4	1	2	2	1
DVCla	Máx.	83	116	153	103	117	118	84	112	153
	Med.	14	35	43	66	60	58	43	35	43
	Mín.	0	0	17	24	26	11	21	12	0
Per	Máx.	51	95	64	8	8	9	7	7	95
	Med.	13	8	7	5	5	5	4	4	13
	Mín.	7	1	3	3	3	0	0	0	7
Alo	Máx.	87	33	15	6	10	1	1	0	87
	Med.	11	5	3	0	0	0	0	0	0
	Mín.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
β -car	Máx.	58	23	23	12	9	19	13	5	58
	Med.	9	5	5	4	3	3	1	2	4
	Mín.	2	1	1	1	0	1	0	1	0
Pras	Máx.	49	45	17	5	11	0	0	0	49
	Med.	8	19	10	1	0	0	0	0	0
	Mín.	4	3	8	0	0	0	0	0	0
Viola	Máx.	49	27	9	6	6	3	3	2	49
	Med.	9	7	4	2	2	2	1	1	2
	Mín.	5	1	1	1	1	1	1	1	1
Mixo	Máx.	29	30	15	30	25	22	18	28	30
	Med.	0	0	5	5	5	5	1	0	3
	Mín.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lut	Máx.	19	5	13	1	1	1	1	1	19
	Med.	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	Mín.	1	1	0	1	1	1	1	0	0
DVClb	Máx.	6	10	14	12	13	10	7	12	14
	Med.	1	1	1	4	4	4	2	1	2
	Mín.	0	1	1	1	1	0	1	1	0

A fucoxantina, pigmento associado principalmente às diatomáceas, foi detectada em altas concentrações principalmente nas isóbatas mais próximas à costa. No período seco, suas concentrações foram em geral mais elevadas, inclusive no talude até a isóbata de 1000 m (Figura 1, Tabelas 2 e 3). A Clc2, presente em vários grupos taxonômicos, como diatomáceas, criptofíceas e dinoflagelados, acompanhou o perfil batimétrico da fucoxantina.

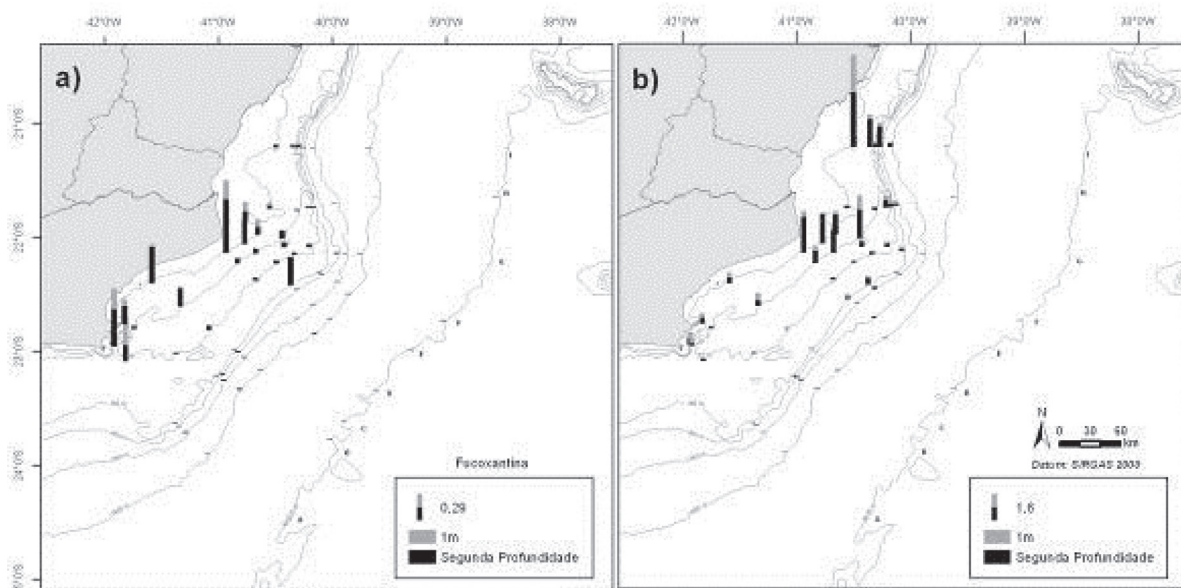


Figura 1 - Distribuição espacial da fucoxantina na Bacia de Campos nos períodos amostrados, nas diferentes profundidades: a) Período chuvoso; b) Período seco. Notar as diferentes escalas (concentrações em mg m^{-3}).

A 19'Hex também foi um pigmento importante, e que esteve presente praticamente em todo o perfil batimétrico, especialmente na segunda profundidade (Figura 2, Tabelas 2 e 3). A 19'But teve um padrão de distribuição semelhante ao da 19'Hex, em ambos os períodos, não sendo observada variação temporal marcante destes pigmentos. Contudo, a razão entre estes dois pigmentos marcadores variou, especialmente no período seco (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias e desvios-padrão das razões 19'But/(19'But+Fuco+19'Hex) e 19'But/19'Hex na plataforma e talude, nos períodos chuvoso e seco, nas duas profundidades amostradas.

Razão	Período chuvoso		Período seco	
	Plataforma (n = 27)	Talude (n = 45)	Plataforma (n = 27)	Talude (n = 42)
19'But/(19'But+Fuco+19'Hex)				
1 m	0,13 ± 0,06	0,16 ± 0,02	0,07 ± 0,06	0,18 ± 0,06
2ª Profundidade	0,20 ± 0,12	0,19 ± 0,03	0,10 ± 0,09	0,25 ± 0,09
19'But/19'Hex				
1 m	0,28 ± 0,07	0,25 ± 0,05	0,24±0,06	0,37±0,10
2ª Profundidade	0,50 ± 0,20	0,30 ± 0,07	0,35±0,18	0,52±0,16

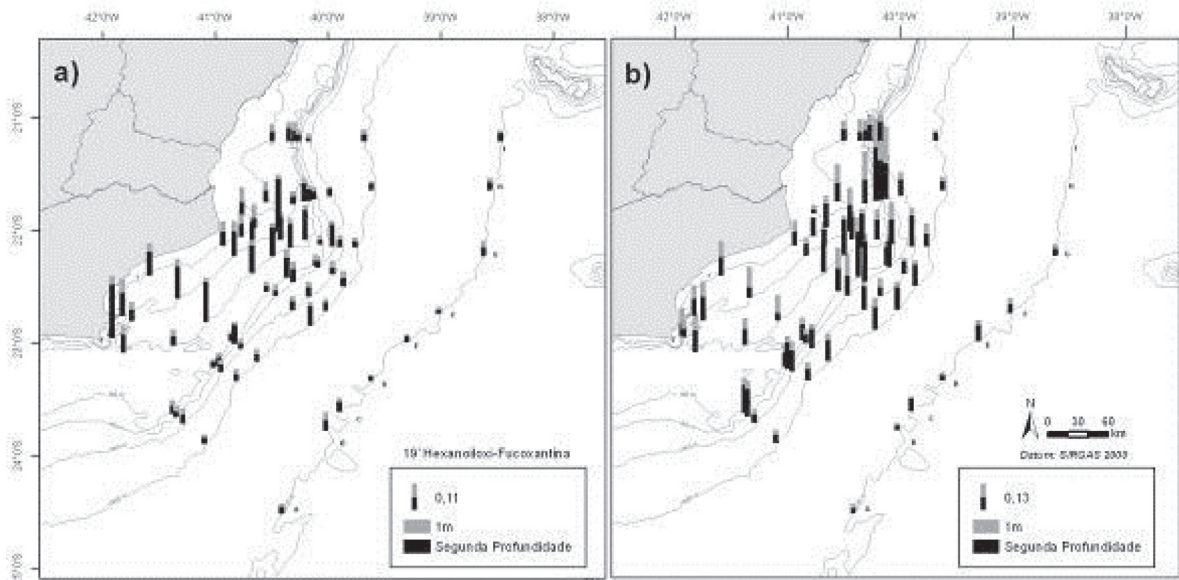


Figura 2 - Distribuição espacial da 19'Hex na Bacia de Campos nos períodos amostrados, nas diferentes profundidades: a) Período chuvoso; b) Período seco. (concentrações em mg m⁻³).

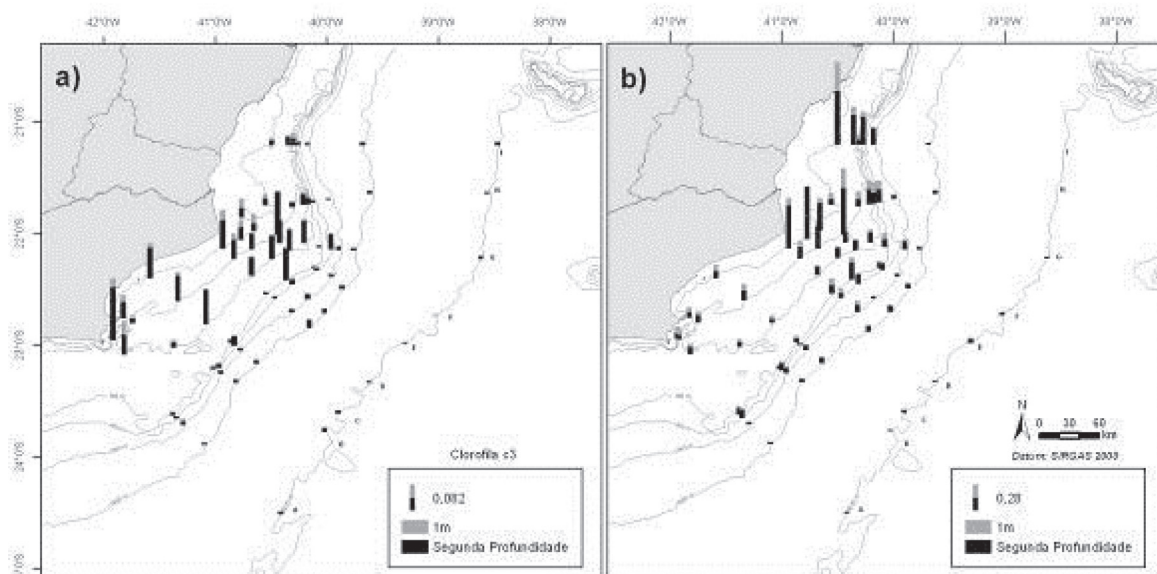


Figura 3 - Distribuição espacial da Clorofila c3 na Bacia de Campos nos períodos amostrados, nas diferentes profundidades: a) Período chuvoso; b) Período seco. Notar as diferentes escalas (concentrações em mg m^{-3}).

No período seco, foram observados altos valores de clorofila c3 (Figura 3) que estiveram associados aos elevados valores de fucoxantina mencionados (Figura 1). No entanto as concentrações de Clc3 não estiveram associadas às de 19'Hex. Foi observado um aumento na razão 19'Hex/Clc3 ao longo do perfil batimétrico. Os valores mais baixos dessas razões sugerem a presença de primnesiofíceas do tipo pigmentar 8. Esse fenômeno se deu principalmente nas duas primeiras isóbatas da plataforma central e norte da Bacia de Campos, entre os transectos D e I, e principalmente na segunda profundidade. O Transecto H foi uma exceção, onde a razão 19'Hex/Clc3 se manteve alta ao longo de todo o perfil batimétrico (Figura 4).

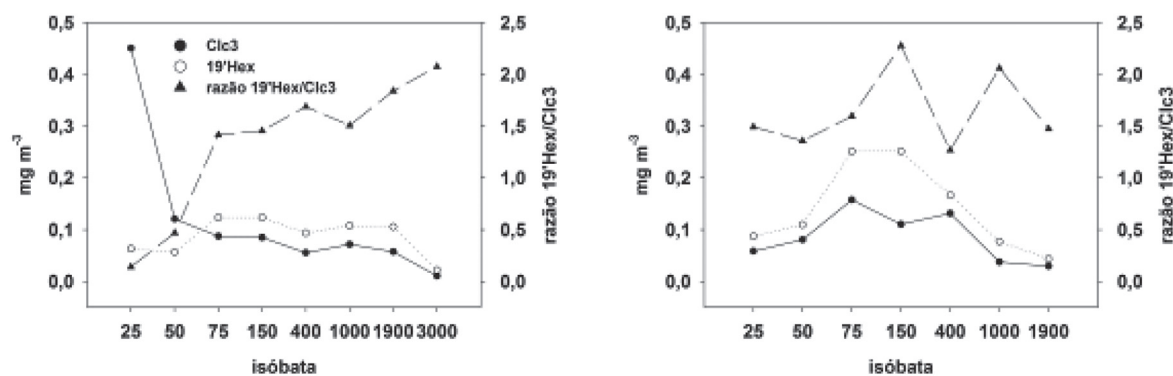


Figura 4 - Variação das concentrações de Clc3 e 19'Hex (mg m^{-3}) e da razão 19'Hex/Clc3, nos Transectos D (a) e H (b), na segunda profundidade, no período seco.

Foram detectados zeaxantina, DVCl_a e mixoxantofila, que são carotenóides características de cianobactérias. A zeaxantina esteve distribuída de maneira homogênea em toda a Bacia de Campos, apresentando concentrações mais elevadas no período chuvoso (Figura 5). A DVCl_a foi detectada em concentrações relevantes em ambos os períodos (Figura 6). Na região mais próxima à costa, no período chuvoso, as medianas foram maiores do que no período seco (Tabelas 2 e 3). A mixoxantofila só foi detectada no período chuvoso.

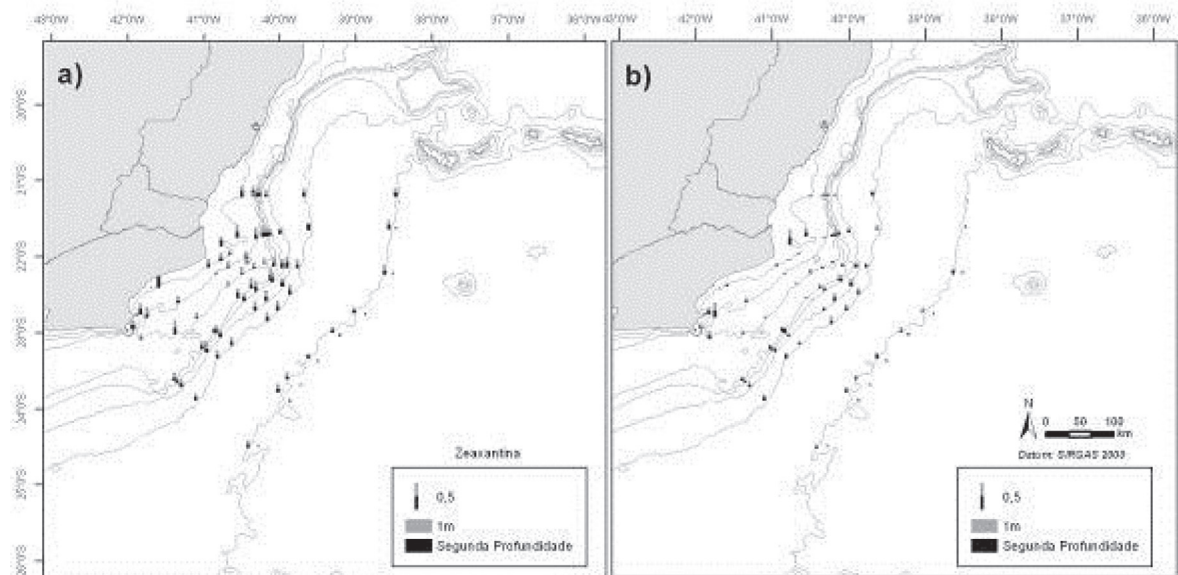


Figura 5 - Distribuição espacial da zeaxantina na Bacia de Campos nos períodos amostrados, nas diferentes profundidades: a) Período chuvoso; b) Período seco. (Concentrações em mg m^{-3}).

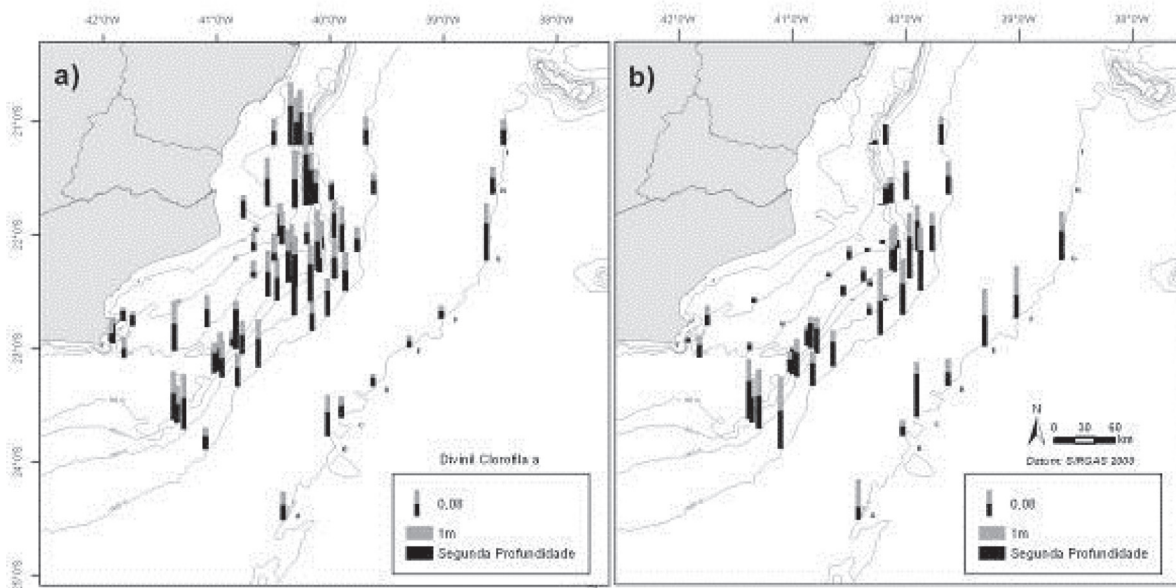


Figura 6 - Distribuição espacial da DVChl a na Bacia de Campos nos períodos amostrados, nas diferentes profundidades: a) Período chuvoso; b) Período seco. (concentrações em $mg\ m^{-3}$).

Foram detectados clorofila b, luteína, neoxantina, violaxantina e prasinoxantina, todos pigmentos característicos de algas verdes. A clorofila b esteve associada às três primeiras isóbatas no período chuvoso. No período seco destaca-se o Transecto H que apresentou concentrações elevadas entre as isóbatas de 25 m e 400 m (Figura 7).

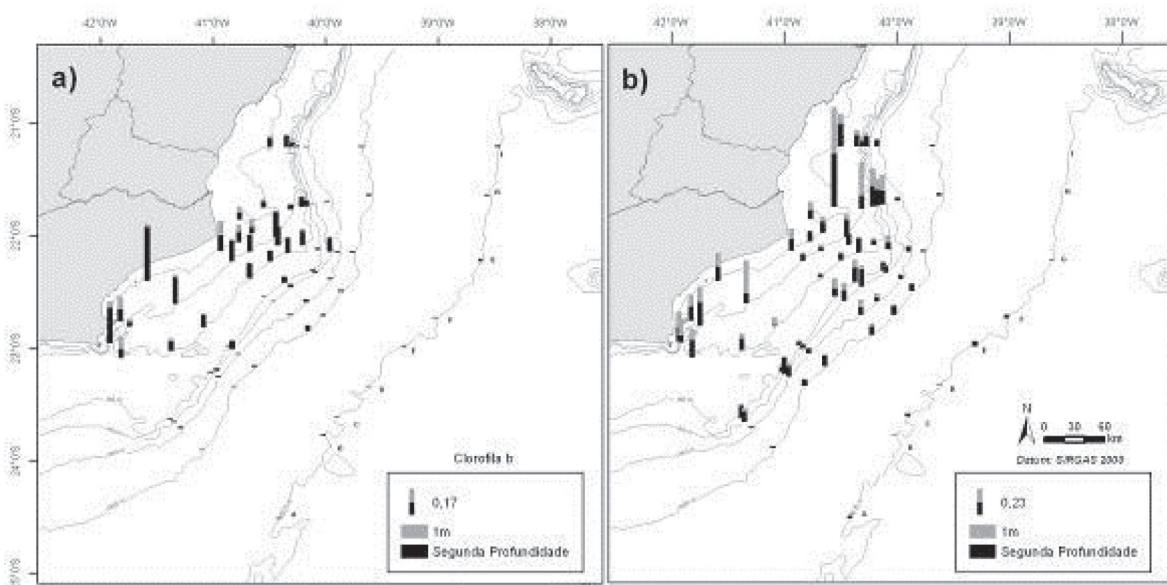


Figura 7 - Distribuição espacial da Clb na Bacia de Campos nos períodos amostrados, nas diferentes profundidades: a) Período chuvoso; b) Período seco. (Concentrações em $mg\ m^{-3}$).

Peridininina e aloxantina, que são pigmentos inequívocos de dinoflagelados e criptofíceas, estiveram presentes em baixas concentrações em ambos os períodos estudados.

Pigmentos fotocoletores (PF)

A razão pigmentos fotocoletores (PF)/C_{1a} foi utilizada como índice para avaliar a foto-adaptação nas populações fitoplanctônicas. Per, 19'But, Fuco, 19'Hex, Pras, Alo, Clc2, Clc3, DVClb e Clb foram os pigmentos fotocoletores considerados. A razão PF/TCl_a foi calculada para as duas profundidades amostradas, em duas regiões da Bacia, definidas em função da distribuição batimétrica observada nas concentrações dos pigmentos: região costeira (três primeiras isóbatas), região oceânica (as demais).

Observou-se aumento significativo das razões PF/TCl_a (teste t, $p < 0,05$) com a profundidade, tanto na região da plataforma quanto na oceânica. No período seco, as razões foram mais altas do que no período chuvoso e tiveram maior variabilidade, mas as médias observadas na 2ª profundidade permaneceram maiores do que as de 1 m (Figura 8).

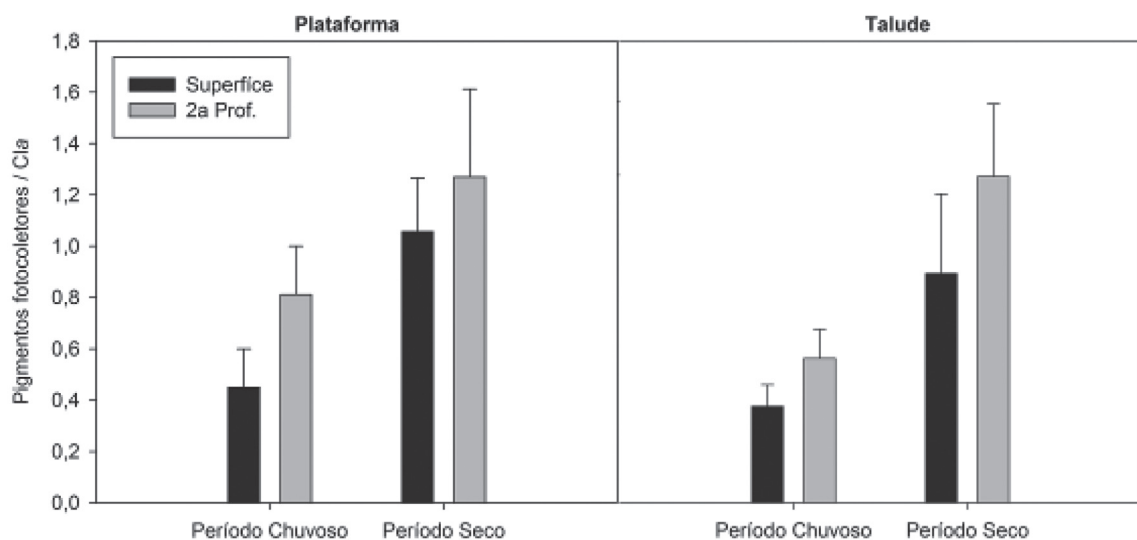


Figura 8 - Variação da razão PF/TCl_a nas duas profundidades amostradas, na região da Plataforma (isóbatas de 25 a 75 m) e na região oceânica (isóbatas de 150 a 3000 m), nos períodos chuvoso e seco.

Variação da biomassa fitoplanctônica com base na Clorofila a total

A biomassa fitoplanctônica estimada pela clorofila a total (TCIa) diminuiu do continente para a região oceânica (Figura 9, Tabelas 2 e 3). Na plataforma continental até a isóbata de 75 m, os valores foram típicos de região costeira (máximo de 1,86 mg m⁻³ no período chuvoso e 5,51 mg m⁻³ no período seco). Destacaram-se as biomassas encontradas nas regiões de Cabo Frio e do Cabo de São Tomé no período chuvoso, e aquelas observadas no Cabo de São Tomé e ao norte da plataforma (Transecto I) no período seco. Na região oceânica (isóbatas de 1000, 1900 e 3000 m) as biomassas foram tipicamente oligotróficas (0,03 a 0,3 no período chuvoso e 0,06 a 0,6 mg m⁻³ e no período seco) variando pouco entre os períodos. No entanto, na região da quebra do talude (isóbatas de 150 e 400 m) foram observadas diferenças com biomassas mais elevadas no período seco, ao Norte da Bacia de Campos (Transectos H e I). As maiores biomassas foram, independentemente do período e da batimetria, registradas na 2^a profundidade.

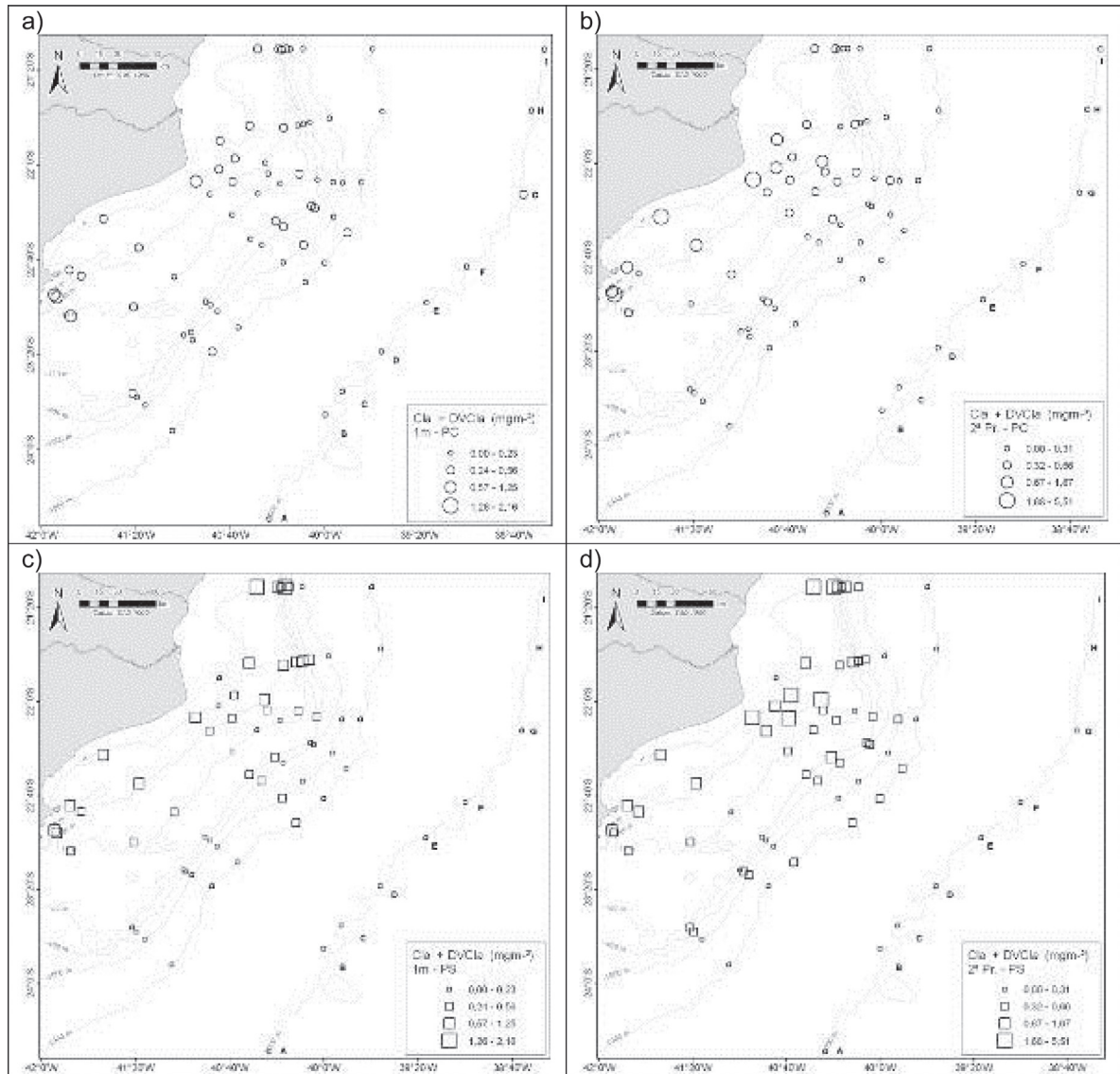


Figura 9 - Distribuição espacial da TCIIa na Bacia de Campos nos períodos amostrados, nas diferentes profundidades: a) Período chuvoso, 1 m; b) Período chuvoso, 2ª Pr.; c) Período seco, 1 m; d) Período seco, 2ª Pr. Concentrações em mg m^{-3} . Notar as diferentes escalas.

Varição dos grupos fitoplanctônicos determinados com base nos Pigmentos Marcadores

Através da abordagem quimiotaxonômica foi registrada a presença de 7 classes fitoplanctônicas (Bacillariophyceae, Prymnesiophyceae, Prasinophyceae, Dinophyceae, Pelagophyceae, Cryptophyceae e Cyanobacteria) nas duas campanhas realizadas. Dentre estas classes foi possível a diferenciação de 3 gêneros de cianobactérias (*Trichodesmium*, *Synechococcus* e *Prochlorococcus*). Todos os grupos estiveram sempre presentes, com exceção de *Trichodesmium* que foi registrado apenas nas campanhas do período chuvoso.

Distribuição espacial – perfil latitudinal

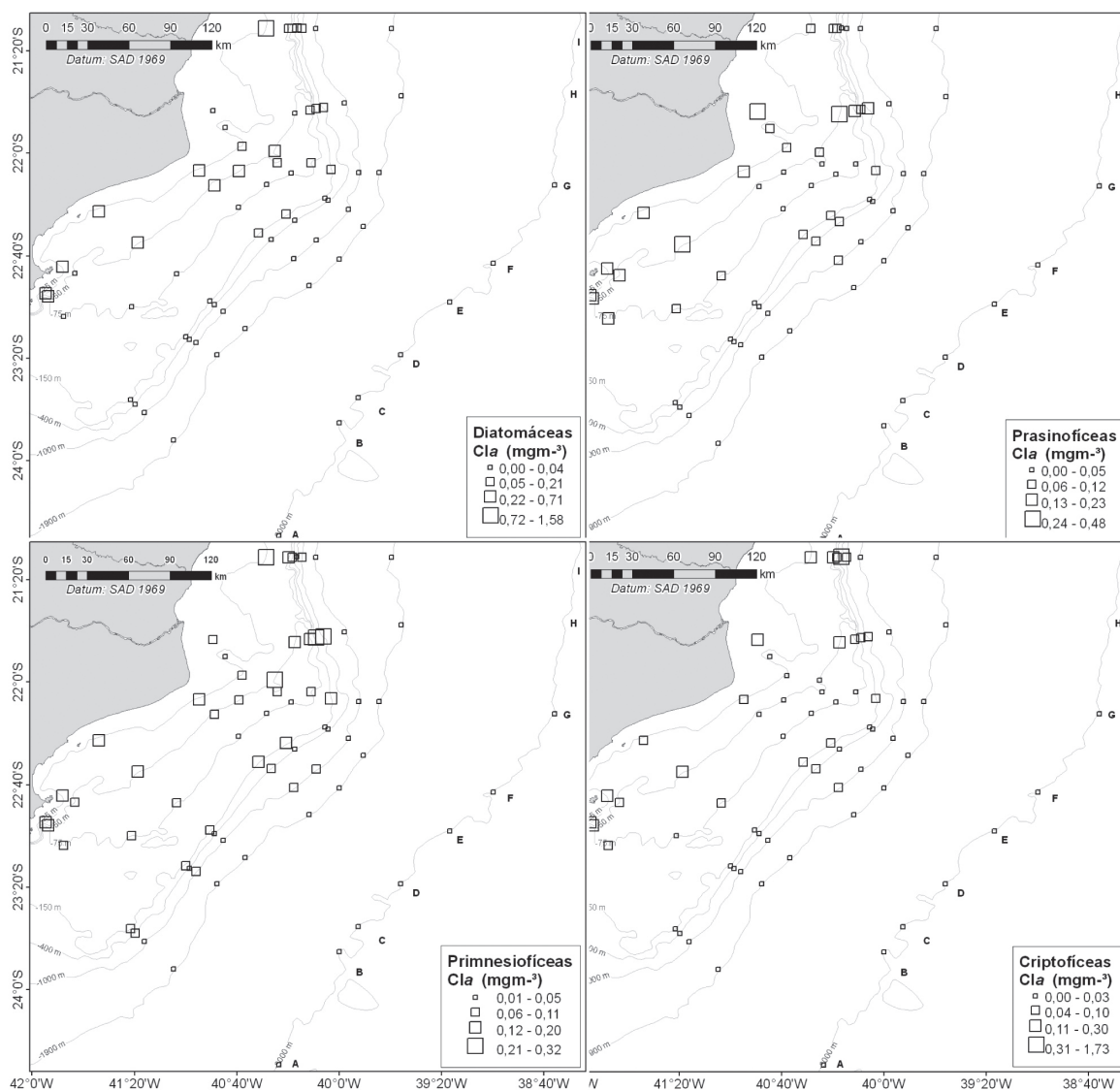


Figura 10 - Distribuição espacial de prasinofíceas, diatomáceas, primnesiofíceas e criptofíceas ($mg\ m^{-3}$) a 1 m no Período seco.

Não foram identificados padrões espaciais em relação ao perfil latitudinal. A análise de similaridade (ANOSIM) entre os transectos revelou não haver diferença estatisticamente significativa no período chuvoso. No período seco, apenas o Transecto H foi significativamente diferente de D, E, F, G e I, na região da plataforma (até a isóbata de 150 m); a análise SIMPER mostrou que esta diferença se deveu às diatomáceas, prasinofíceas, primnesiofíceas e criptofíceas. No Transecto H, na região da plataforma, foram observadas biomassas elevadas de prasinofíceas e baixas de diatomáceas e a presença significativa e constante de primnesiofíceas e criptofíceas (Figura 10).

Distribuição espacial – perfil batimétrico

Foram observados distintos padrões espaciais no perfil batimétrico para os grupos fitoplanctônicos. As diatomáceas apresentaram altas biomassas nas isóbatas de 25 e 50 m e grande redução a partir da isóbata de 75 m (Figura 11). Organismos flagelados nanoplanctônicos (primnesiofíceas, prasinofíceas e criptofíceas), que também apresentaram contribuições importantes, mostraram um gradiente decrescente ao longo do perfil batimétrico (Figuras 11 e 12). O padrão de distribuição espacial das pelagofíceas (picoplâncton eucariótico) foi distinto, sendo verificado um gradiente crescente em direção à quebra da plataforma, com posterior decréscimo na região do talude (Figura 12). Em relação às cianobactérias (Figura 13), *Trichodesmium* (microplâncton) foi registrado apenas no período chuvoso, amplamente distribuído tanto na região da plataforma quanto do talude, com as maiores biomassas na superfície. Dentre as espécies picoplanctônicas, *Prochlorococcus* apresentou um padrão semelhante ao das pelagofíceas na campanha do período chuvoso. Contudo, no período seco, esteve presente sobretudo na região do talude, apresentando biomassas crescentes a partir da isóbata de 150m. *Synechococcus* também esteve presente nos dois períodos, porém não foi identificado nenhum padrão de distribuição espacial nas duas profundidades analisadas.

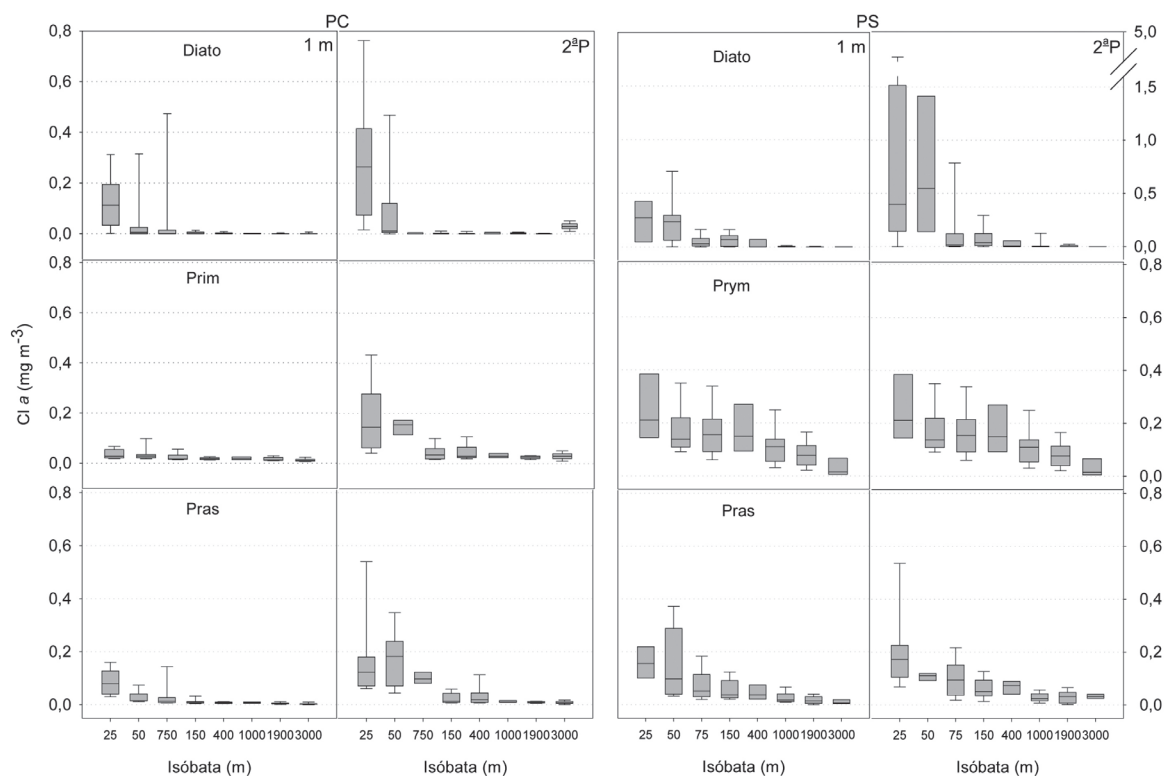


Figura 11 - Variação da biomassa de diatomáceas, primnesiofíceas e prasinofíceas (expressa em mg m⁻³ de clorofila a) nas amostras coletadas a 1 m e na segunda profundidade (2^a P) nas diferentes isóbatas, nas campanhas dos períodos chuvoso (PC) e seco (PS) (Linhas dentro das caixas são as medianas; caixas 25-75 % dos valores; barras – 90 % dos valores).

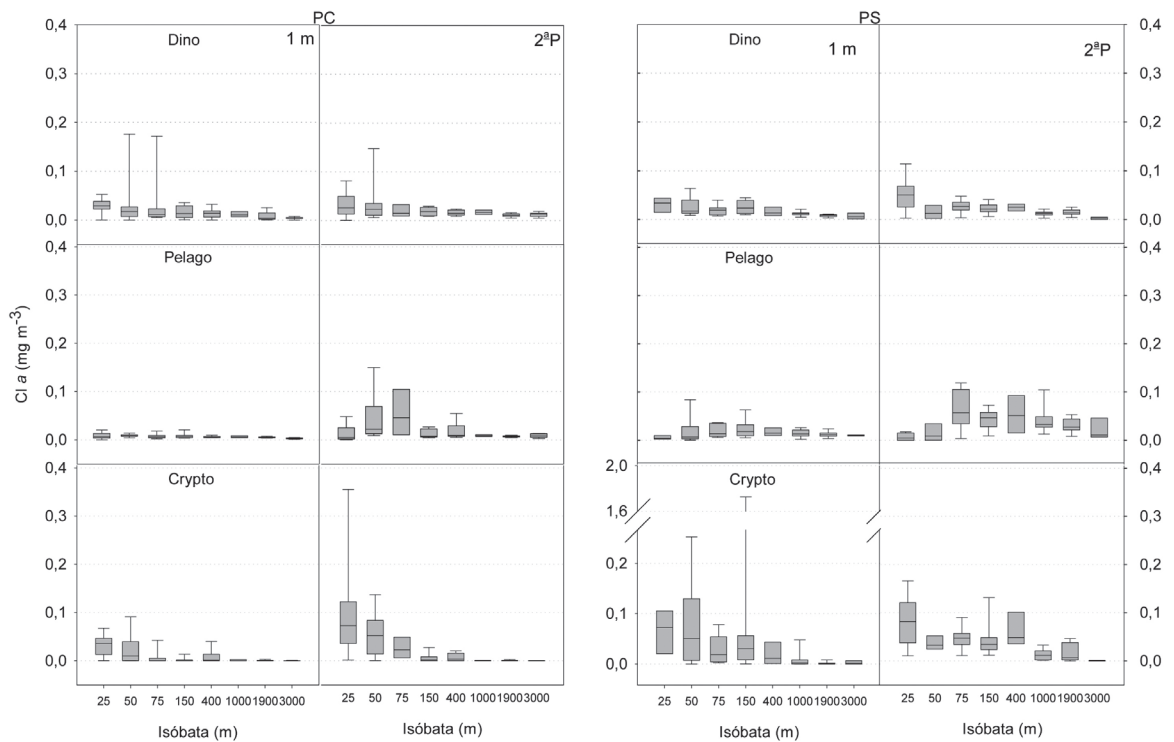


Figura 12 - Variação da biomassa de dinoflagelados, pelagofíceas e criptofíceas (expressa em mg m^{-3} de clorofila *a*) nas amostras coletadas a 1 m e na segunda profundidade (2ªP) nas diferentes isóbatas, nas campanhas dos períodos chuvoso (PC) e seco (PS) (Linhas dentro das caixas são as medianas; caixas 25-75 % dos valores; barras – 90 % dos valores).

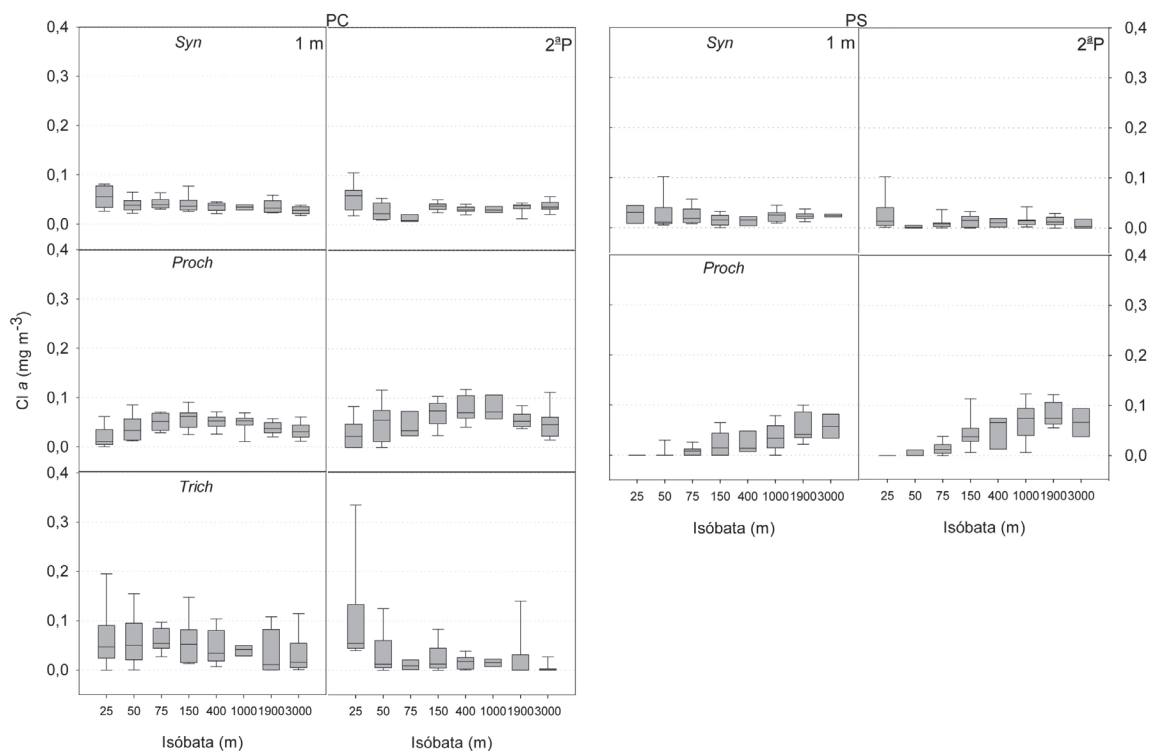


Figura 13 - Variação da biomassa de *Synechococcus*, *Prochlorococcus*, e *Trichodesmium* (expressa em mg m⁻³ de clorofila *a*) nas amostras coletadas a 1 m e na segunda profundidade (2ª P) nas diferentes isóbatas, nas campanhas dos períodos chuvoso (PC) e seco (PS). (Linhas dentro das caixas são as medianas; caixas 25-75 % dos valores; barras – 90 % dos valores).

Distribuição vertical

A análise de similaridade (ANOSIM) revelou uma diferença significativa ($p < 0,05$) entre o fitoplâncton das duas profundidades, tanto na plataforma quanto no talude. A análise SIMPER identificou, no período chuvoso, dissimilaridade maior na plataforma (59,8 %) do que no talude (38 %), e no período seco, dissimilaridades semelhantes nas duas regiões (59-53 %). As diatomáceas (Figura 11) foram o grupo mais importante para a dissimilaridade na plataforma; no talude, vários grupos contribuíram equitativamente, sendo os principais as cianobactérias (*Prochlorococcus* e *Trichodesmium*) e primnesiofíceas (Figuras 12 e 13).

Padrões verticais distintos foram observados, dependendo do grupo fitoplanc-
tônico, da região e do período amostrado. Nas campanhas do período chuvoso, as
biomassas de dinoflagelados e das cianobactérias *Synechococcus* foram similares
nas duas profundidades (Figuras 12 e 13). Porém, *Trichodesmium* mostrou prefe-
rência por camadas mais superficiais (Figura 13), enquanto que *Prochlorococcus*
apresentou maiores biomassas na segunda profundidade. As demais classes apre-

sentaram biomassas maiores na segunda profundidade, especialmente sobre a região da plataforma (Figuras 11 e 12).

No período seco, ao contrario do período chuvoso, as prasinofíceas estiveram distribuídas homogeneamente entre as profundidades amostradas e as criptofíceas apresentaram maiores biomassas a 1 m (Figuras 11 e 12). A distribuição vertical das diatomáceas foi distinta entre a plataforma, onde as maiores biomassas ocorreram na segunda profundidade, e a região do talude, que não apresentou diferenças entre as profundidades (Figura 11). As biomassas de *Synechococcus* foram maiores na superfície (1 m).

Varição temporal

A biomassa dos grupos fitoplanctônicos determinada através de pigmentos marcadores apresentou variação temporal entre os períodos seco e chuvoso. Em geral, biomassas mais elevadas ocorreram durante o período seco ao longo das isóbatas (Figuras 11 a 13). As exceções foram os dinoflagelados que não apresentaram variação temporal (Figura 12), e as cianobactérias, que tiveram as maiores biomassas registradas no período chuvoso, destacando-se que *Trichodesmium* foi registrado apenas nesta época (Figura 13).

Assembléias fitoplanctônicas

Como não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os transectos, a variabilidade do fitoplâncton pode ser mostrada por seu perfil batimétrico. O agrupamento de isóbatas semelhantes ($p < 0,05$, ANOSIM) permitiu então delimitar regiões similares quanto à composição do fitoplâncton e identificar a existência de gradientes de composição ao longo do perfil batimétrico. A Figura 14 mostra as medianas das biomassas dos diferentes grupos taxonômicos por isóbata, nos dois períodos e nas duas profundidades. As barras dos quadros à direita representam os agrupamentos estatisticamente significativos entre as isóbatas de acordo com os resultados do ANOSIM, ou seja, as barras unem isóbatas semelhantes entre si. No período chuvoso, observou-se diferenças nos padrões de semelhança das duas profundidades. A 1 m pode-se identificar a região mais próxima à costa (isóbata de 25 m) como distinta, por só ser semelhante à isóbata de 50 m. Essa região se caracterizou pela predominância de diatomáceas e por contribuições importantes de primnesiofíceas e prasinofíceas. A isóbata de 50 m, por sua vez, representou uma

transição entre a primeira e as demais. A partir da isóbata de 75 m, ainda na plataforma, não houve mais diferença significativa entre as assembléias: as cianobactérias, micro- e picoplantônicas, contribuíram em média com 74 % da biomassa (30 % *Prochlorococcus*, 21 % *Synechococcus*, 23 % *Trichodesmium*). Na segunda profundidade houve uma separação mais clara entre duas regiões, uma na plataforma (até a isóbata de 75 m) e outra com início ainda na plataforma (isóbata de 150 m) e se estendendo ao longo de todo o talude. As diatomáceas também predominaram na segunda profundidade próxima à costa (isóbata de 25 m), mas nesse caso a importância de primnesiofíceas e prasinofíceas se estendeu até a terceira isóbata (75 m). A partir da isóbata de 150 m, as cianobactérias picoplanctônicas (36 % *Prochlorococcus* e 20 % *Synechococcus*) dominaram, a contribuição de *Trichodesmium* foi muito reduzida em relação à camada mais superficial e as primnesiofíceas foram responsáveis por cerca de 20% da biomassa.

No período seco, foram evidenciados padrões distintos dos observados no período chuvoso. As isóbatas de 25 e 50 m também se distinguiram em função da grande contribuição das diatomáceas e nanoflagelados, contudo, a partir da isóbata de 150 m ocorreu uma mudança gradual na estrutura da comunidade, passando do domínio de grupos nanoplanctônicos (primnesiofíceas, prasinofíceas e criptofíceas) para a dominância de cianobactérias picoplanctônicas, principalmente *Prochlorococcus*. A 1 m, as isóbatas mais costeiras (25 e 50 m) apresentaram em média 40 % de diatomáceas, 21 % de primnesiofíceas, 20 % de prasinofíceas e 12 % de criptofíceas, e a partir daí houve um gradiente, de 30 % de primnesiofíceas, 22 % de prasinofíceas, e 12 % de diatomáceas na isóbata de 75 m, para 42 % de *Prochlorococcus*, 17 % de *Synechococcus* e 23 % de primnesiofíceas, na isóbata de 3000 m. Na segunda profundidade, a composição foi semelhante nas isóbatas de 25 e 50 m. Contudo, ao longo do gradiente batimétrico, a contribuição percentual de *Synechococcus* diminuiu e a dos nanoflagelados, incluindo as pelagofíceas, foi maior do que nas águas mais superficiais. Na isóbata de 3000 m, foi observada dominância de *Prochlorococcus* (51 %) com contribuição importante de prasinofíceas (25 %) e primnesiofíceas (12 %).

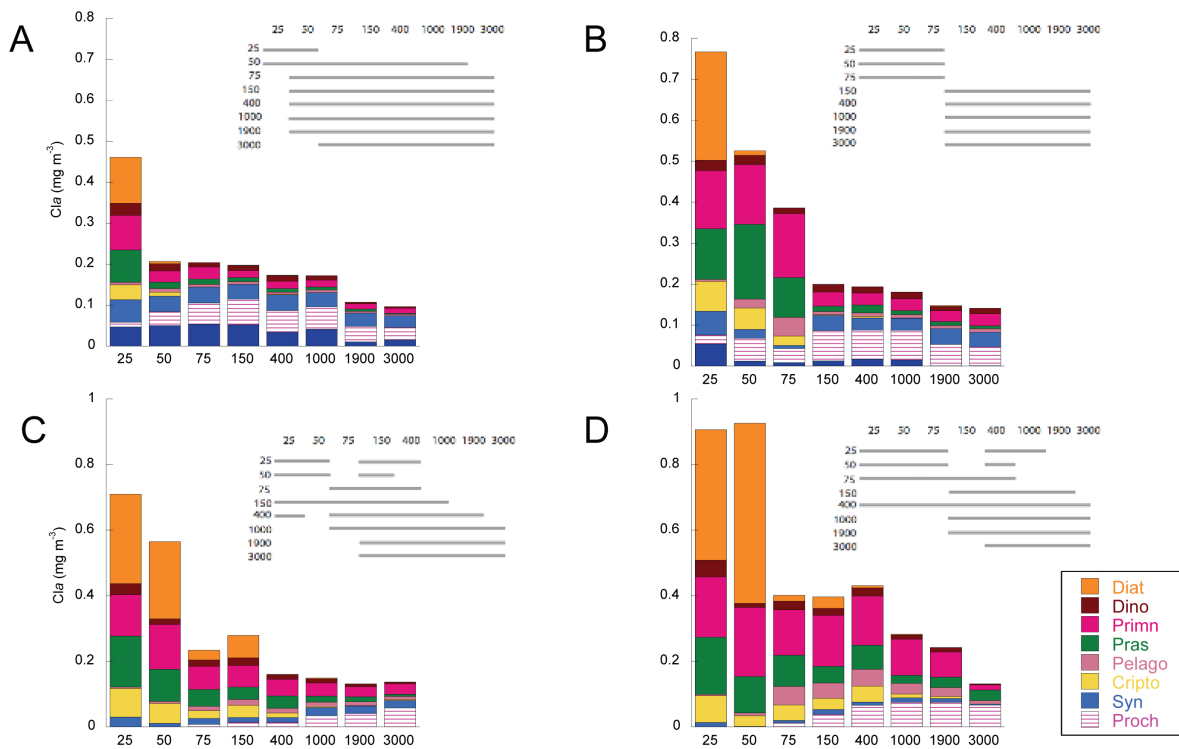


Figura 14 - Variação das biomassas dos grupos fitoplanctônicos (medianas por isóbatas) nos períodos chuvoso (A – 1 m, B – 2ª prof.) e seco (C – 1 m, D – 2ª prof.). As barras dos quadros à direita representam os agrupamentos estatisticamente significativos entre as isóbatas de acordo com os resultados do ANOSIM.

Discussão

O estudo detalhado dos pigmentos de amostras naturais do fitoplâncton permite a identificação dos grupos taxonômicos presentes. Contudo, não existem muitos estudos do fitoplâncton por pigmentos em todo o Atlântico Sul Ocidental e, na região das plataformas Leste e Sul do Brasil abordadas no presente trabalho, os resultados são inéditos.

A biomassa fitoplanctônica estimada pela TCla apresentou grande variação na área da Bacia de Campos. Os valores observados nas águas sobre a plataforma podem ser considerados típicos de regiões costeiras quando comparados com outros estudos (Knopers *et al.*, 1999; Gonzalez-Rodriguez *et al.*, 1992). As concentrações registradas na região do talude são características de sistemas oligotróficos como as águas da corrente do Brasil (Carreto *et al.* 2008; Gonzalez-Silvera *et al.*, 2004). Os valores de clorofila a total e dos principais pigmentos encontrados no cruzeiro AMT 3 (Barlow *et al.*, 2002) a aproximadamente 20°S - 37 °W foram muito próximos às medianas encontradas na isóbata de 3000 m na Bacia de Campos nos dois períodos amostrados.

A variabilidade espacial (perfil batimétrico) e temporal (período chuvoso / período seco) pode em parte ser relacionada à disponibilidade de nutrientes, especialmente sílica e fósforo, conforme pode ser observado através da análise de correlações entre TCla e os nutrientes (Tabela 6).

Tabela 6 - Correlações de Pearson entre a biomassa fitoplanctônica (TCla) e os principais nutrientes inorgânicos dissolvidos na Bacia de Campos (valores significativos $p < 0,01$).

	Período		
	Chuvoso	Seco	Geral
Nitrato	0,03	0,05	0,07
Sílica	0,44*	0,01	0,13*
Fósforo	0,65*	0,33*	0,47*

*correlação moderada

Os altos valores relativos encontrados para a fucoxantina na plataforma indicaram claramente a presença de diatomáceas; a importância deste grupo taxonômico próximo à costa e seu desaparecimento nas regiões oceânicas também foram observados por Knoppers *et al.*, 1999, na região de Abrolhos, utilizando pigmentos marcadores e o processamento pelo CHEMTAX.

A 19'Hex, pigmento praticamente inequívoco das primnesiofíceas (nanoplanctônicas), foi um dos mais significativos, tanto em termos de valores máximos quanto pela sua ampla distribuição em toda a Bacia de Campos. A 19'But está presente em diferentes tipos de primnesiofíceas e na classe picoplanctônica das pelagofíceas (Dimier *et al.*, 2009); sua quantidade relativa foi superior à esperada, se fosse proveniente exclusivamente de primnesiofíceas (Seoane *et al.*, 2009, Laza-Martinez *et al.*, 2007). Na Bacia de Campos, com exceção da plataforma, no período seco, os valores médios da razão 19'But/(19'But+Fuco+19'Hex), mostrados na Tabela 4, foram superiores ao máximo de 0,12 reportado na literatura (Seoane *et al.*, 2009, Laza-Martinez *et al.*, 2007), considerando primnesiofíceas dos grupos pigmentares 1, 2, 3, 6, 7 e 8 (*sensu* Zapata *et al.*, 2004). Para a razão 19'But/19'Hex (Tabela 4) todos os valores médios encontrados foram superiores a 0,23, valor máximo obtido para primnesiofíceas (Seoane *et al.*, 2009). Esses resultados levaram à inclusão da classe das pelagofíceas, cujo teor de 19'But é superior ao das primnesiofíceas. Carreto *et al.*, 2008, por motivos semelhantes, também incluíram esta classe no estudo do fitoplâncton da região marítima da frente do rio da Prata. Além disso, os maiores valores

encontrados na BC para as razões 19'But/19'Hex na 2ª profundidade sugerem a ocorrência de uma mudança de estrutura da comunidade nano e /ou picoplanctônica eucariótica com a profundidade.

A observação de baixas razões 19'Hex/Clc3 (Figura 5), ocorrida na região mais costeira no período seco, sugeriu a dominância, naquela região, de primnesiofíceas do tipo *Phaeocystis* (Seoane *et al.*, 2009).

A presença de dinoflagelados e criptofíceas foi revelada pelos pigmentos inequívocos peridina e aloxantina. Os dinoflagelados autotróficos, cuja biomassa foi baixa neste trabalho, só foram encontrados pontualmente por Knoppers *et al.*, 1999. Para a decisão quanto aos grupos de algas verdes a serem considerados, foram usados critérios baseados nas razões de pigmentos encontradas na literatura. Quanto à pigmentação, existem dois tipos de prasinofíceas: um contém prasinoxantina (tipo I) e o outro, não (tipo II) (Latasa e Scharek, 2004). Em cultivos com algas do tipo I, a razão prasinoxantina/clorofila b, segundo Schluter *et al.*, 2003, pode variar de 0,17 a 0,77. Razões inferiores a estas indicariam a presença de prasinofíceas do tipo II e/ou de clorofíceas. Como foram observadas razão inferiores a 0,17 para a Bacia de Campos, pode-se supor que prasinofíceas tipo II ou clorofíceas sejam fontes adicionais de clorofila b. No entanto as baixas razões luteína/clorofila b encontradas (0,01 a 0,13 no período chuvoso e 0,00 a 0,20 no período seco) descartam a presença de clorofíceas, que possuem teores relativos de luteína maiores que 0,30 (Schluter *et al.*, 2003).

A presença de cianobactérias foi indicada pelo pigmento característico zeaxantina. A existência de um pigmento inequívoco, a divinilclorofila a, evidenciou a presença das cianobactérias picoplanctônicas do gênero *Prochlorococcus*. A mixoxantofila foi o carotenóide marcador da cianobactéria microplanctônica *Trichodesmium*. Os altos valores da razão Zea/Cla encontrados indicaram a presença das cianobactérias picoplanctônicas do gênero *Synechococcus*, cuja presença em ambientes oceânicos é amplamente relatada na literatura (Carreto *et al.* 2008; Simon *et al.*, 2009; Barlow *et al.*, 2002) e que, dentre os três gêneros mencionados, possui a maior razão Zea/Cla (Mackey *et al.*, 1997).

Segundo Barlow *et al.*, 2002, as cianobactérias dominam as águas superficiais do Atlântico Sul, cuja parte ocidental tem como característica marcante a existência de um máximo de clorofila a profunda ("Deep Chlorophyll Maximum – DCM), onde nanoflagelados se somam às cianobactérias. Como o estudo do perfil vertical na Bacia de Campos foi limitado à amostragem a 1m e a uma segunda profundidade

que, na maior parte das estações correspondeu à base da camada de mistura, não se pode determinar o DCM, mas as biomassas observadas na segunda profundidade foram maiores do que a 1 m. Observou-se também na BC tanto o domínio de cianobactérias nas águas mais superficiais quanto a contribuição de nanoflagelados na segunda profundidade.

O padrão de distribuição vertical de alguns grupos fitoplanctônicos, com maiores biomassas na segunda profundidade, está relacionado ao acesso dos organismos fitoplanctônicos a maiores disponibilidades de nutrientes, porém pode limitar a disponibilidade de luz. Adaptações fisiológicas na composição de pigmentos são importantes para que as populações possam ter maior acesso a nutrientes sem sofrer limitação de luz.

Os dados da razão PF/Cla evidenciaram incremento na segunda profundidade indicando uma resposta fotoadaptativa. Estas respostas fisiológicas foram observadas em toda a região da BC, sendo mais evidentes no período chuvoso, quando foram registradas grandes alterações da superfície (razão PF/Cla 0,45) para a segunda profundidade (razão PF/Cla 0,8). Este fato reflete o período de maior estratificação vertical da coluna d'água.

Populações fitoplanctônicas fotoadaptadas também foram relatadas por Carreto *et al.*, 2008, para a corrente do Brasil na região da frente marítima do Rio da Prata. Os autores também destacam a presença de duas populações distintas de *Prochlorococcus*, uma crescendo na superfície e refletindo um ecotipo adaptado a elevadas intensidades luminosas (baixa razão DVClb/DVCl a) e outra crescendo em camadas mais profundas representando um ecotipo fotoadaptado com valores da razão > 2 (Carreto *et al.*, 2008; Ting *et al.* 2002). Os dados obtidos para a BC também indicam que as populações de *Prochlorococcus* apresentam respostas fisiológicas de fotoadaptação, com valores de razão DVClb/DVCl a maiores na segunda profundidade. Os dados da presente caracterização, contudo, não indicaram a presença de diferentes ecotipos, uma vez que as razões DVClb/DVCl a foram sempre inferiores a 1 (Ting *et al.*, 2002; Moore *et al.*, 1995).

Ao longo do perfil batimétrico pode ser identificado um gradiente da região costeira, com maior disponibilidade de nutrientes, para águas oceânicas mais oligotróficas, com mudanças na abundância, estrutura de tamanho e composição taxonômica das assembléias fitoplanctônicas passando de biomassas mais elevadas do microplâncton para picoplâncton de biomassas reduzidas.

Diatomáceas, cianobactérias picoplanctônicas e nanoflagelados dominaram as assembléias fitoplanctônicas em termos de contribuição para a biomassa total (TCIa). As diatomáceas foram predominantes na região mais costeira (isóbatas de 25 a 50 m), sobretudo em períodos de maior disponibilidade de nutrientes. Diatomáceas micropicoplanctônicas são associadas a condições de alta turbulência e maior disponibilidade de nutrientes (Margalef, 1978).

Nanoflagelados planctônicos, especialmente primnesiofíceas e prasinofíceas representaram grupos com grande importância na região da BC. As assembléias fitoplanctônicas dominadas por estes organismos caracterizam desde regiões mais costeiras, até a quebra da plataforma (isóbatas de 150 a 400 m). A presença de espécies de nanoflagelados de rápido crescimento (r-selecionados) também foi relatada para a região de quebra da plataforma nos estudos de Carreto *et al.*, 2008 e Mendes *et al.*, 2011). Em ambos estudos, os autores atribuíram o fato aos padrões de circulação com formação de ondas internas que resultam em aporte de nutrientes.

As baixas razões C1c3/19'Hex, na plataforma, no período seco, acompanhadas por altas concentrações de fucoxantina, são consistentes com as observadas por Seoane *et al.* (2009) em primnesiofíceas do tipo *Phaeocystis globosa*.

A região oceânica da Bacia de Campos foi caracterizada pelo predomínio de cianobactérias picoplanctônicas, especialmente durante o período chuvoso. *Synechococcus* e *Prochlorococcus* foram os principais representantes e são espécies adaptadas a condições severas de oligotrofia (Gibb *et al.*, 2000). Resultados semelhantes foram obtidos por pigmentos/CHEMTAX (Carreto *et al.*, 2003, Carreto *et al.*, 2008), para a Corrente do Brasil na Frente Marítima do Rio da Prata, onde *Prochlorococcus* e *Synechococcus* foram dominantes e primnesiofíceas subdominantes. Na Bacia de Campos, os principais nanoflagelados observados foram as primnesiofíceas e, em segundo lugar em importância na região oceânica, as prasinofíceas. A clorofila *b*, pigmento que, depois da clorofila *a*, é o mais abundante nas prasinofíceas, também foi encontrada por Barlow *et al.*, 2002, no Atlântico Sul Ocidental. A importância de prasinofíceas e pelagofíceas na Corrente do Brasil também foi observada por Carreto *et al.*, 2008, principalmente na base da zona eufótica. Embora a assembléia de cianobactérias picoplanctônicas esteja bem definida para as águas oceânicas na BC, não foi possível identificar ocorrências de populações ou ecotipos geneticamente selecionados para viver em condições de alta ou baixa luminosidade (Moore *et al.*, 1995).

Conclusão

A análise dos pigmentos utilizando a técnica de HPLC em conjunto com o software CHEMTAX possibilitou a identificação da composição e estrutura do fitoplâncton da BC, incluindo grupos do pico, nano e micropilâncton. Foram detectados 7 grupos taxonômicos (diatomáceas, dinoflagelados, prasinofíceas, criptofíceas, primnesiofíceas, pelagofíceas e cianobactérias), sendo possível identificar três gêneros de cianobactérias.

Ao longo do perfil batimétrico pode ser identificado um gradiente da região costeira, com maior disponibilidade de nutrientes, para águas oceânicas mais oligotróficas, com mudanças na abundância, estrutura de tamanho e composição taxonômica das assembleias fitoplanctônicas, passando de biomassas mais elevadas do micropilâncton para picoplâncton de biomassas reduzidas.

Na região da plataforma interior predominam as diatomáceas associadas a condições de maior turbulência e disponibilidade de nutrientes. Os grupos nanoplanctônicos (primnesiofíceas e prasinofíceas) dominam a região mais externa até a quebra da plataforma.

Na região oceânica da BC a comunidade fitoplanctônica foi dominada por cianobactérias picoplanctônicas e haptofíceas associadas às águas oligotróficas.

Agradecimentos

Às Dras Denise Tenenbaum e Silvia Nascimento pelas informações sobre o micropilâncton e ao Dr. Rodolfo Paranhos, pela disponibilização dos dados de nutrientes.

Referências

- Barlow, R.G., Aiken, J., Holligan, P.M., Cummings, D.G., Maritorena, S., Hooker, S., 2002. Phytoplankton pigment and absorption characteristics along meridional transects in the Atlantic Ocean S. Deep-Sea Research I 47, 637–660.
- Bergesch, M., Odebrecht, C., Moestrup, O., 2008. Nanoflagellates from coastal waters of southern Brazil (32°S). *Botanica Marina* 51, 35-50.
- Brotas, V., Plante-Cuny, M., 2003. The use of HPLC pigment analysis to study microphytobenthos communities. *Acta Oecologica* 24, 109–115.
- Carreto, J.I., Montoya, N.G., Benavides, H.R., Guerrero, R., Carignan, M.O., 2003. Characterization of spring phytoplankton communities in the Río de La Plata maritime front using pigments signatures and cell microscopy. *Marine Biology* 143, 1013-1023
-

-
- Carreto, J.I., Montoya, N.G., Akselman, R., Carignan, M.O., Silva, R.I., Cucchi-Colleoni, D. A., 2008. Algal pigment patterns and phytoplankton assemblages in different water masses of the Rio de la Plata maritime front. *Continental Shelf Research* 28, 1589-1606.
- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18, 117-143.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 5Primer- E Ltd, Plymouth Marine Laboratory, UK.
- Dimier C., Brunet, C., Geider, R., Raven. J., 2009. Growth and photoregulation dynamics of the picoeukaryote *Pelagomonas calceolata* in fluctuating light. *Limnology and Oceanography*, 54(3), 823–836.
- Gibb, S.W., Barlow, R.G., Cummings, D.G., Rees, N.W., Trees, C.C., Holligan, P., Suggett, D., 2000. Surface phytoplankton pigment distributions in the Atlantic Ocean: an assessment of basin scale variability between 50 degrees N and 50 degrees S. *Progress in Oceanography*, 45 (3-4), 339-368.
- Gieskes, W.W.C., Kraay, G.W., 1986. Floristic and physiological differences between the shallow and the deep nanoplankton community in the euphotic zone of the open tropical Atlantic revealed by HPLC analysis of pigments. *Marine Biology* 91, 567–576.
- Gonzalez-Rodriguez E., Valentin, J.L.V., Andre, D.L. e Jacob, S.A., 1992. Upwelling and downwelling at Cabo Frio (Brazil) – Comparison of biomass and primary Production responses. *Journal of Plankton Research*, 17, 289-306.
- Gonzalez-Silvera, A., Santamaria-del-Angel, E., Garcia, V.M.T., Garcia, C.A.E., Millán-Núñez, R., Muller-Karger, F., 2004. Biogeographical regions of the tropical and subtropical Atlantic Ocean off South America: classification based on pigment (CZCS) and chlorophyll-a (SeaWiFS) variability. *Continental Shelf Research* 24, 983.1000.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., P. D. Ryan, P.D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.
-

-
- Knoppers, B., Meyerhöfer, M., Marone, E., Dutz, Jörg, Lopes, R., Leipe, T., De Camargo, R., 1999. Compartments of the pelagic system and material exchange at the Abrolhos Bank coral reefs, Brazil. *Archive of Fishery Marine Research* 47 (2/3), 285-306.
- Latasa, M., Scharek, R., 2004. Pigments suites and taxonomic groups in prasinophyceae. *Journal of Phycology* 40, 1149-1155.
- Laza-Martinez, A., Seoane, S., Zapata, M., Orive, E., 2007. Phytoplankton pigment patterns in a temperate estuary: from unialgal cultures to natural assemblages. *Journal of Plankton Research* 29 (11), 913–929,
- Letelier, R.M., Bidigare, R.R., Hebel, D.V., Ondrusek, M., Winn, C.D., Karl, D.M., 1993. Temporal variability of phytoplankton community structure based on pigment analysis. *Limnology and Oceanography* 38 (7), 1420-1437.
- Mackey, M.D., Blanchot, J., Higgins, H.W., Neveux, J., 2002. Phytoplankton abundances and community structure in the equatorial Pacific. *Deep-Sea Research II* 49, 2561-2582-
- Mackey, M.D., Higgins, H.W., Mackey, D.J., Wright, S.W., 1997. CHEMTAX user's manual: a program for estimating class abundances from chemical markers – applications to HPLC measurements of phytoplankton pigments. CSIRO Marine Laboratories Report 229, Hobart, Australia, ISBN 0 643 06040 5, 47pp.
- Margalef, R., 1978. Life-forms of phytoplankton as survival alternative in an unstable environment. *Oceanologica Acta* 1, 493–509.
- Marinho, M., Rodrigues, S.V., 2003. Phytoplankton of an eutrophic reservoir: comparison of biomass estimated from counts with chlorophyll-a biomass from HPLC measurements. *Hydrobiologia* 505, 77-88.
- Marty, J.C., Garcia, N., Raimbault, P., 2008. Phytoplankton dynamics and primary production under late summer conditions in the NW Mediterranean Sea. *Deep-Sea Research I* 55, 1131-1149.
- Mendes, C.R., Sá, C., Vitorino, J., Borges, C., Tavano Garcia, V.M. and Brotas, V., 2011. Spatial distribution of phytoplankton assemblages in the Nazaré submarine canyon region (Portugal): HPLC-CHEMTAX approach. *Journal of Marine Systems*, 87(1), pp. 90-101.
- Miller, J.C, Miller, J.N., 1988. *Statistics for Analytical Chemistry* 2nd Ed.; Ellis Horwood Series in Analytical Chemistry, Wiley, 227 pp.
-

-
- Moore, L.R., Goerike, R., Chisholm, S.W., 1995. Comparative physiology of *Synechococcus* and *Prochlorococcus*: influence of light and temperature on growth, pigment, fluorescence and absorptive properties. *Marine Ecology Progress Series* 116, 259–275.
- Nair, A., Sathyendranath, S., Platt, T., Morales, J., Stuart, V., Forget, M.H., Devred, E., Bouman, H. 2008. Remote sensing of phytoplankton functional types. *Remote Sensing of the Environment* 112, 3366-3375.
- Pinckney, J.I., Paerl, H.W., Harrington, M.B., Howe, K.E. 1998. Annual cycles of phytoplankton community-structure and bloom dynamics in the Neuse River Estuary, North Carolina. *Marine Biology* 131, 371-381.
- Ras, J., Claustre, H., Uitz, J., 2008. Spatial variability of phytoplankton pigment distributions in the Subtropical south Pacific Ocean: comparison between in situ and predicted data. *Biogeosciences* 5, 353-369.
- Ribeiro, S.M.S., 1996. Caracterização taxonômica e ecológica das comunidades pico-, nano- e micro-planctônicas, superficial e profunda, da zona eufótica do Atlântico Sul. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 155 pp.
- Rutten, T.P.A., Sandee, B., Hofman, A.R.T., 2005. Phytoplankton monitoring by high performance flow cytometry: a successful approach?. *Cytometry Part A* 64, 16-26.
- Schlüter, L., Mohlenberg, F., 2003. Detecting presence of phytoplankton groups with non-specific pigment signatures. *Journal of Applied Phycology* 15 : 465-476.
- Schlüter, L., Mohlenberg, F., Havskum, H., Larsen, S., 2000. The use of phytoplankton pigments for identifying and quantifying phytoplankton groups in coastal areas: testing the influence of light and nutrients on pigment/chlorophyll a ratios; *Marine Ecology Progress Series* 149, 49-63.
- Seoane, S., Zapata, M., Orive, E., 2009. Growth rates and pigment patterns of haptophytes isolated from estuarine waters. *Journal of Sea Research* 62, 286–294.
- Simon, N., Cras, A.L, Foulon, E., Lemée, R., 2009. Diversity and evolution of marine phytoplankton *C R Biologies* 332, 159–170
- Soma, Y., Imaizumi, K.Y., Kasuga, S., 1993. Estimation of algal succession in lake water using HPLC analysis of pigments. *Canadian Journal of Fishery and Aquatic Science* 50, 1142-1146.
-

-
- Suzuki, M.S., Paranhos, R., Rezende, C.E., Pinto, F.N., Gobo, A.R., German, C., Ana Paula Falcão, A.P., Curbelo, M.P. 2013. Hidroquímica, carbono e nutrientes dissolvidos e particulados na Bacia de Campos, em Caracterização de parâmetros físico-químicos na Bacia de Campos, Elsevier 2013
- Ting, C.S., Rocap, G., King, J., Chisholm, S.W., 2002. Cyanobacterial photosynthesis in the oceans: the origins and significance of divergent light-harvesting strategies. *Trends in Microbiology* 10, 134–142.
- Uitz, J., Claustre, H., Morel, A., Hooker, S., 2006. Vertical distribution of phytoplankton communities in open ocean: An assessment based on surface chlorophyll. *Journal of Geophysical Research-Oceans*, 111 (C8): Art. No. C08005.
- Van Heukelem, L., Thomas, C.S., 2001. Computer-assisted high performance liquid chromatography method development with applications to the isolation and analysis of phytoplankton pigments. *Journal of Chromatography A* 910, 31-49.
- Wright, S.W., Ishikawa, A., Marchant, H.J., Davidson, A.T., Van den Enden, R.L., Nash, G.V., 2009. Composition and significance of picoplankton in Antarctic waters. *Polar Biology* 32, 797-808.
- Wright, S.W., Jeffrey, S.W., 1997. High Resolution HPLC System for chlorophylls and carotenoids of marine phytoplankton; in Jeffrey, S.W., Mantoura, R.F.C. & Wright, S.W., 1997. *Phytoplankton pigments in oceanography. Guidelines to modern methods*. Unesco publishing, 661 pp.
- Wright, S.W., Van den Enden, R.L., 2000. Phytoplankton community structure and stocks in the East Antarctic marginal ice zone (BROKE survey, January-March 1996) determined by CHEMTAX analyses of HPLC pigment signatures. *Deep Sea Research II* 47, 2363-2400.
- Wright, S.W., Van den Enden, R.L., Pearce, I., Davidson, A.T., Scott, F.J., Westwood, K.J., 2010. Phytoplankton community structure and stocks in the southern Ocean (30-80°E) determined by CHEMTAX analysis of HPLC pigments signatures. *Deep-Sea Research II* 57, 758-778.
- Zapata, M., Jeffrey, S.W., Wright, S.W., Rodríguez, F., Garrido, J.L., Clementson, L., 2004. Photosynthetic pigments in 37 species (65 strains) of Haptophyta: implications for oceanography and chemotaxonomy. *Marine Ecology Progress Series* 270, 83–102.
-

V. A ESTRUTURA ESPACIAL E TEMPORAL DA COMUNIDADE DO MICROPLÂNCTON NA BACIA DE CAMPOS

Resumo

Os aspectos estruturais da comunidade microplanctônica, expressos pela composição específica, densidade, biomassa e riqueza (número de táxons) foram caracterizados na plataforma e talude da Bacia de Campos e investigados em relação às variáveis ambientais. A composição e densidade do microplâncton (organismos > 20µm) foram analisadas pelo método de sedimentação sob microscópio invertido a partir da análise de 186 amostras coletadas à superfície e na base da camada de mistura em duas campanhas (período chuvoso e seco de 2009). As 42 estações posicionadas ao longo de seis transectos latitudinais estiveram distribuídas em oito isóbatas (25 a 3000m). A composição específica revelou 233 táxons com riqueza similar entre os períodos de estudo. A densidade média do microplâncton foi duas ordens de grandeza superior na plataforma continental ($10^1 - 10^6$ ind.L⁻¹) do que no talude. Os autotróficos constituíram ≈75% da densidade do microplâncton. As diatomáceas predominaram na plataforma interna, diminuindo gradualmente nas estações mais externas do talude, enquanto os dinoflagelados autotróficos apresentaram um padrão de distribuição inverso. No período chuvoso, as diatomáceas, especialmente *Chaetoceros* spp., *Pseudo-nitzschia* spp., *Leptocylindrus* spp. e *Cylindrotheca closterium* atingiram elevadas densidade ($3,4 \times 10^5$ ind.L⁻¹) e biomassa ($39 \mu\text{gC.L}^{-1}$) na região próxima a Cabo Frio. Apesar das diatomáceas contribuírem com até 97 % da densidade dos autotróficos, os heterotróficos e dinoflagelados autotróficos também apresentaram densidade superior na região de Cabo Frio. A cianobactéria *Trichodesmium* spp. constituiu um importante componente no período chuvoso, nas águas superficiais na região da quebra da plataforma atingindo densidades da ordem de 10^3 ind.L⁻¹ e biomassa de $1,7 \mu\text{gC.L}^{-1}$. No período seco, a diatomácea *Dactyliosolen fragilissimus* foi responsável pelas elevadas densidade ($3,9 \times 10^4$ ind.L⁻¹) e biomassa ($4,3 \mu\text{gC.L}^{-1}$) na região do Cabo de São Tomé. A intrusão da ACAS, em Cabo Frio e Cabo de São Tomé, contribuiu para o enriquecimento das águas superficiais favorecendo o desenvolvimento do fitoplâncton. Nos dois períodos de amostragem o talude continental apresentou baixas densidades (< 10^3 ind.L⁻¹) representadas pelos dinoflagelados tecados e atecados da ordem Gymnodiniales. Destaca-se a importância da fertilização da zona eufótica através

de forçantes físicas que atuam na escala intra-sazonal e propiciam o desenvolvimento do fitoplâncton aumentando assim a entrada e o fluxo de energia no sistema pelágico.

INTRODUÇÃO

A comunidade planctônica é constituída por organismos de forma diversificada e complexidade estrutural variada que se deslocam com os movimentos das correntes (Boney, 1975). Apresenta um caráter dinâmico, com altas taxas de reprodução e perda, respondendo rapidamente às alterações físicas e químicas do meio aquático (Valiela, 1995).

Dentre as múltiplas classificações aplicadas ao plâncton, as por classes de tamanho estabelecem informações importantes com relação à estrutura e funcionamento do ecossistema. Segundo Sieburth *et al.* (1978), o microplâncton compreende indivíduos de vários grupos taxonômicos entre 20 e 200 µm incluindo organismos autotróficos, heterotróficos e mixotróficos que estabelecem complexas relações intra e interespecíficas na competição e utilização do espaço e dos recursos.

A individualização das categorias tróficas por faixas dimensionais é essencial para a avaliação das relações trofodinâmicas na comunidade planctônica. O microfitoplâncton é constituído por diatomáceas, dinoflagelados, coccolitoforídeos, silicoflagelados e cianobactérias. Como parte do componente autotrófico desempenha um papel fundamental na produção primária dos oceanos (Mann & Lazier 1991). Já o microzooplâncton inclui protistas como ciliados, dinoflagelados, foraminíferos, assim como metazoários pequenos, náuplios de copépodos e copepoditos, e larvas meroplânctônicas. São consumidores de pequenos organismos e de matéria orgânica (Laybourn-Parry, 1992) e representam um elo na transferência de energia desde as bactérias até os níveis tróficos superiores (Calbet, 2008).

A distribuição espacial e temporal da comunidade pode variar em resposta às mudanças nas condições ambientais provocadas pela disponibilidade de nutrientes, luz, temperatura. Interações entre espécies, como herbivoria e competição também afetam a distribuição do fitoplâncton (Thompson *et al.*, 2008). Variações na comunidade fitoplanctônica em um dado tempo e espaço são bem documentadas e são manifestações de estratégias adaptativas e modos de nutrição (Margalef, 1997). Em regiões oceânicas tropicais, o desenvolvimento da termoclina e a conseqüente estratificação da coluna de água determina a formação de um máximo de clorofila

e produtividade primária sub-superficial (Mann & Lazier 1991). Eventualmente esse tipo de produção se alterna com a “produção nova”, baseada em fontes externas de nitrogênio, introduzidas por ressurgências, propiciando o aumento da biomassa fitoplanctônica.

A diversidade e a dinâmica das populações planctônicas resultam de interações complexas de fatores hidrodinâmicos, físicos, químicos e biológicos. Deste modo, as formas de vida representam adaptações a habitats definidos ao longo de gradientes de intensidade de turbulência e concentração de nutrientes, que variam no tempo e no espaço (Margalef, 1978). A identificação de padrões de distribuição da composição e abundância dos organismos do plâncton exige o conhecimento da importância relativa das diversas escalas envolvidas e podem constituir um instrumento de caracterização e de monitoramento ambiental.

O Conhecimento na área de estudo

As características oceanográficas do Atlântico Sul Ocidental foram inicialmente descritas a partir de dados obtidos durante as expedições oceanográficas *Discovery* e especialmente *Meteor* realizadas entre 1925 e 1927. Entretanto, os estudos planctônicos de cunho taxonômico surgiram nos anos 50 e as observações apontaram uma alta diversidade específica de diatomáceas e dinoflagelados, independente da época ou métodos de coleta empregados (Bassani *et al.*, 1999; Brandini *et al.*, 1997).

Na região de Cabo Frio apesar dos estudos hidrográficos iniciarem-se na década de 50 (Brandini *et al.*, 1997), somente a partir da criação do Projeto Cabo Frio (década de 70) deu-se início a um programa de pesquisa focado na ressurgência através de estudos sobre a distribuição do plâncton e sua relação com as diversas forçantes oceanográficas (Bassani *et al.*, 1999). Estes estudos enfocaram os aspectos quali-quantitativos do fitoplâncton e relataram elevadas densidades ($\cong 10^5$ cel.L⁻¹) associadas à dominância de uma ou poucas espécies de diatomáceas (Macedo e Valentin, 1974; Macedo *et al.*, 1975; Valentin *et al.*, 1977). A avaliação da concentração de clorofila a e da taxa de produção primária confirmou que a biomassa fitoplanctônica segue um padrão de variação determinado pelo ciclo da ressurgência e subsidência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) na região (Gonzalez-Rodriguez *et al.*, 1992; Purcell, 2005; Zoffoli, 2009). Amostras semanais sobre as densidades do fitoplâncton em uma estação próxima a Ilha de Cabo Frio mostraram

a dominância de diatomáceas na comunidade fitoplanctônica, com destaque para as espécies *Thalassionema nitzschioides*, *Asterionellopsis glacialis*, *Rhizosolenia* sp. e *Pseudo-nitzschia complexo delicatissima* (Moraes *et al.*, 2010). Os dinoflagelados, especialmente do gênero *Neoceratium*, *Scrippsiella*, e *Proto-peridinium* se tornaram mais representativos e com elevada diversidade de espécies apenas nos períodos pós-ressurgência (Moraes *et al.*, 2010).

Em contraste, a região sob influência do Rio Paraíba do Sul se destaca pelas baixas densidades fitoplanctônicas ($< 10^3$ ind.L⁻¹) provavelmente ocasionadas pela turbidez da água. A composição é marcada pela presença de espécies estuarinas devido às salinidades inferiores a 35, com dominância de diatomáceas ao longo do fluxo de escoamento do rio (Valentin *et al.*, 1978).

Por questões logísticas, a maioria dos estudos oceanográficos no Brasil foi realizada em regiões costeiras. Os estudos da região oceânica brasileira foram impulsionados com a implantação do Programa REVIZEE na década de 90 (MMA, 2006). Além disso, as iniciativas da PETROBRAS em estudos de caracterização ambiental do oceano profundo na área de exploração e produção da Bacia de Campos, compreendida entre o Alto de Vitória e Cabo Frio, têm gerado informações sobre o sistema oceânico. No REVIZEE, o litoral brasileiro foi dividido em quatro regiões onde a Bacia de Campos ficou localizada entre a Região Central (Baía de Todos Santos, BA ao Cabo de São Tomé, RJ) e a Região Sul (até o Chuí, RS). De acordo com Tenenbaum *et al.* (2007), o microfitoplâncton na Região Central apresenta características típicas de oceanos tropicais oligotróficos com baixa densidade celular ($< 10^3$ cel.L⁻¹) e alta diversidade com predomínio de espécies termófilas e dinoflagelados heterotróficos. Já a Região Sul apresenta a área de plataforma mais produtiva do Brasil, devido às suas características físicas associadas às massas de água que podem sustentar uma alta biomassa fitoplanctônica (Gaeta e Brandini, 2006). Entretanto, os estudos sistemáticos na Bacia de Campos intensificaram-se a partir da década de 80 como um requisito aos programas de licenciamento ambiental. Deste modo, o conhecimento sobre o fitoplâncton da Bacia de Campos vem sendo conduzido de forma a utilizá-los como instrumento de caracterização ambiental, através da abordagem taxonômica (Vianna, 2008) e ecológica (Mendes, 2006).

Objetivos

Este estudo teve por objetivo geral caracterizar a comunidade do microplâncton autotrófico e heterotrófico na plataforma e talude continental na Bacia de Campos em dois períodos de amostragem: no período chuvoso e período seco.

Objetivos específicos:

Avaliar a estrutura da comunidade microplânctônica na Bacia de Campos, através dos seguintes descritores: densidade de indivíduos, biomassa em carbono, composição específica, riqueza e diversidade.

Apresentar os padrões de distribuição dos descritores da comunidade microplânctônica ao longo dos gradientes batimétrico, latitudinal e perfil vertical na Bacia de Campos.

Relacionar os descritores da comunidade às variáveis ambientais e forçantes físicas.

Metodologia

Análise do Microplâncton: densidade, biomassa e composição

Alíquotas de 10 a 100 mL foram colocadas em repouso por até 72 horas em câmaras de sedimentação (Utermöhl, 1958) para análise da composição específica e densidade do microplâncton (autotrófico e heterotrófico), em microscópio óptico invertido sob aumento final de $\times 200$ com contraste de fase. Entretanto, considerando a heterogeneidade espacial, as amostras do talude continental e da região oceânica, com presumidas baixas densidades, foram previamente concentradas (1 a 2 L) através de filtração reversa com malha de 20 μm (Dodson e Thomas, 1978).

A estimativa da densidade foi efetuada a partir da contagem de 400 unidades sedimentadas correspondendo a um erro de 10% (Lund, 1958) ou toda a área da câmara de sedimentação, quando este número não foi atingido. Em amostras com elevada densidade de uma espécie, foram quantificadas 100 unidades sedimentadas do organismo dominante em transectos perpendiculares a câmara de sedimentação. Cada unidade sedimentada corresponde a uma célula solitária ou a uma cadeia de células. Simultaneamente, foi contabilizado o número de células em cada unidade sedimentada para o cálculo da densidade do microplâncton, expressa em

indivíduos por litro (ind.L⁻¹). No caso de cianobactérias filamentosas, cada filamento (tricoma) foi considerado como um indivíduo. A identificação foi efetuada em nível de espécie sempre que possível, entretanto, devido às limitações do método de análise, os organismos foram classificados em categorias genéricas, supragenéricas ou mesmo agrupados em morfotipos de acordo com a forma (esférica, esferóide, lanceolada, bicapitada) e a máxima dimensão linear (MDL, A= 20-50 µm, B= 51-100 µm, C=101-150 µm, D= 151-200 µm).

O biovolume celular foi calculado a partir da comparação entre as formas dos organismos identificados com as formas geométricas propostas por Hillebrand *et al.* (1999) e Sun e Liu (2005). A fim de reduzir os erros inerentes ao método de análise, principalmente no que diz respeito à estimativa da terceira dimensão as formas geométricas que necessitam desta medida foram substituídas por outras com apenas duas dimensões (p.e. esferóide prolado ao invés de esferóide, segundo Menden-Deuer e Lessard, 2000). A mediana das dimensões celulares foi considerada a partir da medição em vista planar de no mínimo 20 células de cada táxon sob aumento final de $\times 400$ (Hillebrand *et al.*, 1999). Para táxons com medidas insuficientes, foi consultada a literatura especializada (Tomas, 1997). A conversão do biovolume celular (BV) para biomassa em carbono orgânico foi realizada utilizando-se as equações descritas em Montagnes e Franklin (2001) para as diatomáceas ($0,32 \cdot BV^{0,87}$) e Menden-Deuer e Lessard (2000) para os demais protistas ($0,216 \cdot BV^{0,939}$). No caso das cianobactérias do gênero *Trichodesmium*, utilizou-se a conversão de carbono celular de 424 fgC.µm⁻¹ descrita em Carpenter *et al.* (2004), onde assumiu-se que um tricoma de *Trichodesmium* tem cerca de 50 células.

A biomassa em carbono foi calculada para os táxons selecionados em cada sistema (plataforma e talude continental) e profundidade de coleta por período de amostragem. A seleção dos gêneros para o cálculo da biomassa foi realizado segundo o índice de valor ecológico (IVE, Lopes, 2007). O IVE ordena a importância de um táxon em relação a outro hipoteticamente dominante em cada grupo de amostras. Os táxons com o IVE > 0,1 foram selecionados. Este índice foi calculado usando o Programa DIVCALC v. 1 (Sérgio Rosso, não publicado) e é descrito pela seguinte equação:

$$IVE_j = \sqrt[3]{P_j \cdot E_j \cdot A_j}$$

$$P_j = \frac{n_j}{N}$$

sendo P_j = presença do táxon j , n_j = nº de amostras com ocorrência do táxon j e N = nº total de amostras.

$$E_j = \frac{Levins_j}{\ln(n_j)}$$

E_j = equitatividade de Pielou, $Levins_j$ = índice de amplitude do nicho definido por:

$$\sum_{i=1}^N p_{i,j} \cdot \ln(p_{i,j})$$

sendo $P_{i,j}$ abundância relativa global do táxon j , na amostra i .

$$A_j = \frac{\sum_{i=1}^n a_{i,j}}{\sum_{j=1}^S \sum_{i=1}^N a_{i,j}}$$

A_j = abundância relativa do táxon j , $a_{i,j}$ = densidade absoluta do táxon j na amostra i .

Na avaliação da composição específica foram contados somente os táxons identificados em nível de espécie. Os gêneros que não apresentaram nenhuma espécie identificada foram contabilizados, mantendo assim a informação sobre sua ocorrência. Os ciliados lorizados (tintinídeos) foram desconsiderados das análises, devido a ausência de material orgânicos nas lorizas. A classificação por categoria trófica foi efetuada de acordo com o modo predominante de nutrição, com base na literatura. Compõem a categoria de organismos autotróficos (fitoplâncton) cianobactérias, diatomáceas, euglenofíceas, silicoflagelados, dinoflagelados autotróficos e mixotróficos, além do ciliado autotrófico *Myrionecta rubra*. Como heterotróficos foram incluídos os representantes do protozooplâncton, como ciliados alorizados, acantários, amebas, ebrídeos e radiolários, além dos dinoflagelados e silicoflagelados heterotróficos.

A identificação dos táxons baseou-se em bibliografia especializada, destacando-se Hustedt (1930), Cupp (1943), Wood (1968), Taylor (1976), Ricard (1987), Balech (1988), Komárek e Anagnostidis (1989, 2005), Hasle e Syvertsen (1997), Heimdal (1997), Steidinger e Tangen (1997), Boltovskoy (1999).

Análises numéricas

Os aspectos estruturais do microplâncton, caracterizados pelos dados de composição, densidade, biomassa em carbono e riqueza (número de táxons) foram considerados como variáveis descritivas. A análise dessas variáveis foi realizada a partir de matrizes de dados (VARIÁVEIS x TEMPO x ESPAÇO) onde a relação entre os fatores temporal e espacial foi avaliada para a caracterização de padrões. O fator temporal foi definido pelos períodos de amostragem: chuvoso (março e abril) e seco (agosto) em 2009. A variação no espaço foi avaliada entre os sistemas plataforma (isóbatas 25, 50, 75 e 150 m) e talude continental (isóbatas 400, 1000, 1900 e 3000 m) no gradiente batimétrico (isóbatas) e na direção latitudinal (transectos A, C, D, F, H e I). O perfil vertical também foi considerado, sendo duas profundidades de amostragem, 1m (superfície) e segunda profundidade (SP) quando na plataforma continental ou base da camada de mistura (BCM), no talude continental. Essa profundidade variou entre 18 e 130 m e foi definida em função do perfil vertical de temperatura.

Matrizes

Nas matrizes utilizadas, o conceito de unidade taxonômica (táxon) variou entre espécie, gênero, família, ordem ou morfotipo, de acordo com o objetivo da análise. Deste modo, foram elaboradas as seguintes matrizes:

- 1) densidade dos táxons em nível específico e de morfotipos (383 táxons x 186 amostras),
- 2) densidade dos grupos taxonômicos individualizados por categoria trófica e morfotipos, agrupados pela máxima dimensão linear (MDL) em quatro categorias de tamanho: A, B, C e D (sete grupos taxonômicos x 186 amostras),
- 3) densidade dos gêneros e morfotipos agrupados pela MDL (164 táxons x 186 amostras),
- 4) biomassa em carbono dos gêneros e morfotipos agrupados pela MDL selecionados pelo índice de valor ecológico – IVE e que apresentaram contribuição mínima de 5 % da biomassa total em pelo menos uma amostra (45 gêneros x 186 amostras),
- 5) variáveis ambientais: temperatura da água (T), salinidade (S), precipitação semanal acumulada (PR), profundidade da zona eufótica (Z_{euf}), nitrato (NO_3^-), silicato (SiO_4^-) e fosfato (PO_4^{3-}) (sete variáveis x 186 amostras)

Variáveis descritivas: diversidade e razões

Visando descrever a estrutura da comunidade do microplâncton, a diversidade foi avaliada através da riqueza (número de táxons), índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e equitabilidade de Pielou (J'), além da densidade e biomassa em carbono. O índice de diversidade de Shannon-Wiener foi estimado segundo a equação $H' = - \sum p_i \log_2 p_i$, onde $p_i = N_i/N$, sendo N_i = número de indivíduos do táxon i e N = densidade total da amostra. O índice de equitabilidade de Pielou (J') foi calculado como $H'/\log_e S$. Os índices foram calculados a partir da Matriz 1 usando o Programa PRIMER® v. 5 (Clarke e Warwick, 1994).

A contribuição dos principais grupos taxonômicos na densidade total dos autotróficos foi calculada a partir da Matriz 2, pelas seguintes razões: diatomáceas/autotróficos (DIAT/AUT), dinoflagelados autotróficos/autotróficos (DINO/AUT) e cianobactérias/autotróficos (CIANO/AUT). A razão $[HET/(HET+AUT)]$ foi avaliada visando estabelecer a relação entre os componentes autotróficos e heterotróficos.

Variáveis descritivas: densidade e biomassa

Os padrões de distribuição espacial e temporal da densidade do microplâncton por categorias tróficas (autotróficos e heterotróficos) e classes taxonômicas (diatomáceas, cianobactérias, dinoflagelados autotróficos, dinoflagelados heterotróficos e ciliados) foram testados através da análise de variância multivariada permutacional (não-paramétrica) para modelos com múltiplos fatores (PERMANOVA) (Anderson, 2001). A análise foi realizada a partir da Matriz 3 em cada um dos sistemas (plataforma e talude continental), considerando como fatores o período (chuvoso ou seco), a profundidade (1m e segunda profundidade) e a posição no gradiente latitudinal (seis transectos). As estações posicionadas na plataforma continental interna (isóbatas 25 e 50 m) e externa (isóbatas de 75 e 150 m) foram agrupadas por cada transecto e tratadas como réplicas. Do mesmo modo as amostras do talude continental foram agrupadas entre as isóbatas 400 e 1000 m e 1900 e 3000 m. O desenho analítico para os testes estatísticos configurou-se com seis transectos com quatro setores cada um, sendo dois na plataforma continental e dois no talude continental. Desta forma, cada setor apresentou-se com duas réplicas em cada transecto.

A distância Euclidiana foi escolhida como a medida de dissimilaridade para as análises de PERMANOVA. Os dados foram permutados 9999 vezes por análise,

para testes ao nível de significância de 0,05. Nos casos de diferenças significativas entre os transectos, a identificação do padrão de afinidades se fez por meio de testes a posteriori usando também 9999 permutações. As interações significativas foram investigadas da mesma forma. Os dados de densidade foram transformados em $\log_{10}(x+1)$ de forma a compensar os contrastes observados.

A identificação das associações de amostras, de acordo com a biomassa em carbono dos gêneros do microplâncton, foi realizada através da Análise de Agrupamento (CLUSTER) a partir do coeficiente de similaridade de Bray-Curtis. Os dados foram transformados em raiz quadrada, permitindo dessa forma que não só os gêneros mais abundantes influenciem a similaridade entre amostras. Posteriormente, a contribuição média percentual para a similaridade entre grupos e intra-grupos foi calculada para identificar os táxons descritores de cada grupo (SIMPER). Estas análises foram efetuadas baseadas na matriz de biomassa em carbono de gêneros (Matriz 4) usando o Programa PRIMER® v.6.

A Análise de Redundância Canônica (RDA) foi utilizada para identificar quais as variáveis que mais contribuem para a variância dos táxons e que percentagem desta variância é explicada por tais variáveis (Valentin, 2000). No diagrama de ordenação da RDA o comprimento dos vetores é proporcional à sua importância e o ângulo entre um determinado vetor e cada eixo de ordenação, representa o seu grau de correlação com o eixo. Esta análise foi realizada com o Programa CANOCO® v. 4.5 e elaborada a partir de duas matrizes de dados: Matriz 4 - biomassa do microplâncton transformada em $\log_{10}(x+1)$ e Matriz 5 – dados ambientais. Foram selecionadas sete variáveis explanatórias (características hidrológicas e meteorológicas), que influenciam as variáveis biológicas. O critério para que a análise RDA seja estatisticamente válida foi seguido, ou seja, o número dos descritores (táxons) e variáveis ambientais deve ser inferior ao número das amostras. Os dados de biomassa foram centralizados e padronizados pelos táxons e analisados (Seleção a posteriori) para determinar o número mínimo de variáveis que explicam a variação dos dados ($P < 0,05$). A significância das variáveis ambientais foi analisada através de teste de permutação de Monte Carlo com 999 permutações irrestritas. Como variáveis suplementares foram utilizadas a clorofila a (Cl), produção primária (PP), índice de diversidade de Shannon (DIV) e equitabilidade de Pielou (EQ).

Resultados

Variáveis descritivas do microplâncton nos dois períodos de amostragem

As variáveis descritivas do microplâncton expressas em termos de densidade de organismos autotróficos e seus principais grupos taxonômicos (diatomáceas, cianobactérias e dinoflagelados) e de organismos heterotróficos (ciliados e dinoflagelados) foram analisadas ao longo dos gradientes latitudinais e batimétrico. A distribuição vertical desses organismos também foi avaliada nas profundidades de coleta: 1m e segunda profundidade (SP) ou BCM. Os valores médios e erros padrão são apresentados na Tabela 1.

A densidade média dos autotróficos foi mais elevada na plataforma, sendo pelo menos duas ordens de grandeza superiores as do talude continental, em ambos os períodos de amostragem (Figura 1). Os organismos heterotróficos seguiram a mesma tendência, sendo a densidade média na plataforma continental superior ao talude em trinta vezes no período chuvoso e três vezes no período seco (Figura 2).

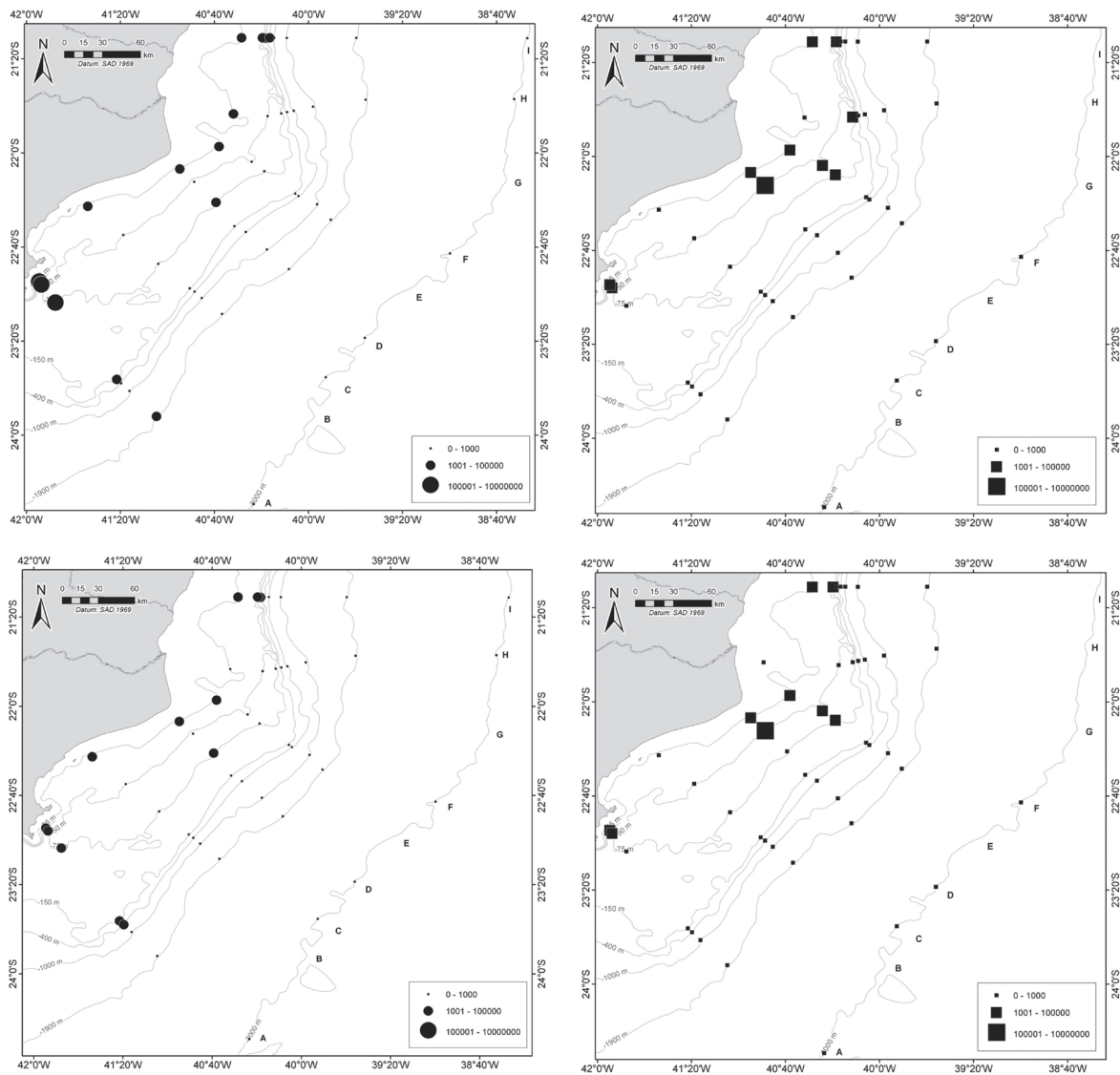


Figura 1 - Distribuição da densidade (ind.L^{-1}) do microplâncton autotrófico a 1m (a,b) e na segunda profundidade (c,d) da Bacia de Campos (2009) nos períodos chuvoso (círculo) e seco (quadrado).

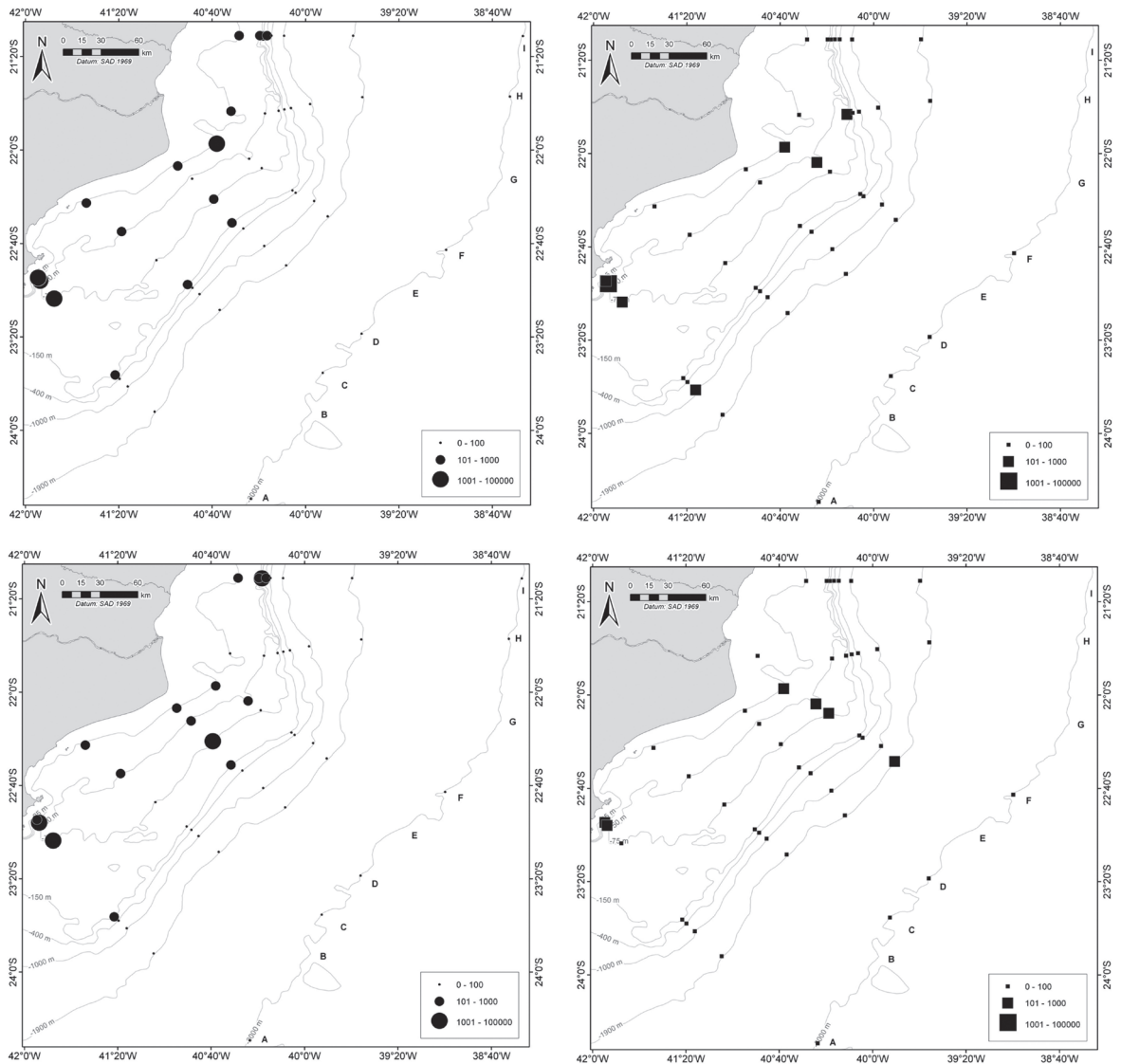


Figura 2 - Distribuição da densidade (ind.L^{-1}) do microplâncton heterotrófico a 1m (a,b) e na segunda profundidade (c,d) da Bacia de Campos (2009) nos períodos chuvoso (círculo) e seco (quadrado).

Período Chuvoso

A densidade do microplâncton autotrófico variou entre 10^1 e 10^6 ind.L^{-1} na plataforma continental no período chuvoso (Tabela 1), apresentando distribuição heterogênea ao longo do gradiente latitudinal (PERMANOVA, $F_{5,95} = 10,9$; $P < 0,01$).

A interação significativa entre períodos e transectos (PERMANOVA, $F_{5,95} = 5,9$; $P < 0,01$) evidenciou diferença na densidade dos autotróficos nos padrões de distribuição no gradiente latitudinal (transectos) entre os períodos. Na plataforma continental, o transecto A foi significativamente diferente dos demais (PERMANOVA, teste a posteriori $P < 0,01$), por apresentar altas densidades de organismos autotróficos

(Figura 1a,c), especialmente as diatomáceas ($\bar{x} = 3,0 \times 10^5 \text{ ind.L}^{-1}$, Figura 3a), que corresponderam a 92 % da densidade. Os dinoflagelados ($\bar{x} = 5,0 \times 10^3 \text{ ind.L}^{-1}$, Figura 3c) e cianobactérias também foram mais abundantes neste transecto (479 ind.L^{-1} , Figura 3e). A estação D1, próxima ao Cabo de São Tomé, se destacou pela elevada densidade de autotróficos na superfície ($\bar{x} = 5,3 \times 10^4 \text{ ind.L}^{-1}$) representada em 97% por diatomáceas (Figura 1a). As cianobactérias constituíram na plataforma continental o único grupo com distribuição vertical heterogênea (PERMANOVA, teste a posteriori $P < 0,01$), onde na superfície os valores foram sete vezes superiores aos da segunda profundidade.

Tabela 1 - Variáveis descritivas do microplâncton na Baía de Campos (2009) nos períodos, sistemas e profundidades amostrados (1m e SP- segunda profundidade). Média \pm erro padrão, mínimo e máximo.

Sistema Período Profundidade	Plataforma				Talude			
	Chuvoso		Seco		Chuvoso		Seco	
	1m	SP	1m	SP	1m	SP	1m	SP
AUT. ($\times 10^3 \text{ ind.L}^{-1}$)	99 \pm 60 0,2 - 1253	7,4 \pm 3 0,05 - 73	16 \pm 7 0,04 - 124	16 \pm 7 0,01 - 143	0,3 \pm 0,1 0,03 - 3	0,20 \pm 0,06 0,02 - 1,5	0,15 \pm 0,03 0,01 - 0,54	0,12 \pm 0,02 nd - 0,01
DIAT. ($\times 10^3 \text{ ind.L}^{-1}$)	97 \pm 60 0,02 - 1241	6,4 \pm 3 nd - 70	16 \pm 7 0,01 - 124	16 \pm 7 0,01 - 143	0,2 \pm 0,1 nd - 3	0,09 \pm 0,06 nd - 1,4	0,04 \pm 0,01 0,01 - 0,29	0,05 \pm 0,01 nd - 0,01
CIANO (ind.L^{-1})	314 \pm 85 nd - 1859	42 \pm 16 nd - 331	5 \pm 3 nd - 74	20 \pm 18 nd - 434	112 \pm 27 nd - 491	46 \pm 16 nd - 270	24 \pm 9 nd - 172	2 \pm 1 nd - 19
DINO (ind.L^{-1})	1464 \pm 574 65 - 11154	886 \pm 285 18 - 5143	270 \pm 81 0 - 1160	160 \pm 58 1,8 - 1140	40 \pm 5 13 - 120	40 \pm 6 11 - 113	82 \pm 14 nd - 253	62 \pm 10 2 - 189
HET (ind.L^{-1})	1108 \pm 620 21 - 14872	677 \pm 181 29 - 3718	97 \pm 48 nd - 1070	48 \pm 17 nd - 330	31 \pm 4 3 - 81	27 \pm 3 3 - 64	30 \pm 8 2 - 140	25 \pm 7 nd - 105
CIL (ind.L^{-1})	719 \pm 325 10 - 7436	579 \pm 161 9 - 3036	67 \pm 39 nd - 860	20 \pm 7 nd - 130	24 \pm 3 3 - 57	17 \pm 2 2 - 39	14 \pm 3 nd - 43	11 \pm 3 nd - 42
DINOH (ind.L^{-1})	388 \pm 308 nd - 7436	95 \pm 27 3 - 682	22 \pm 4 nd - 80	26 \pm 11 nd - 250	7 \pm 2 nd - 29	10 \pm 2 nd - 38	14 \pm 4 nd - 86	11 \pm 3 nd - 52
n	31 \pm 2 19 - 49	30 \pm 2 15 - 46	25 \pm 3 7 - 55	21 \pm 3 4 - 49	20 \pm 2 10 - 41	22 \pm 1 12 - 34	30 \pm 3 3 - 52	27 \pm 3 7 - 60
H' bits.ind ⁻¹	3,4 \pm 0,2	3,7 \pm 0,1	2,5 \pm 0,3	2,3 \pm 0,3	2,9 \pm 0,1	3,4 \pm 0,2	3,8 \pm 0,2	3,8 \pm 0,2
J'	0,7 \pm 0,03	0,8 \pm 0,03	0,6 \pm 0,1	0,6 \pm 0,1	0,7 \pm 0,03	0,8 \pm 0,04	0,8 \pm 0,1	0,9 \pm 0,1
DIAT/AUT	0,57 \pm 0,07	0,55 \pm 0,06	0,68 \pm 0,07	0,78 \pm 0,06	0,21 \pm 0,05	0,31 \pm 0,05	0,29 \pm 0,05	0,39 \pm 0,05
CIANO/AUT	0,14 \pm 0,04	0,08 \pm 0,03	0,03 \pm 0,02	0,05 \pm 0,04	0,47 \pm 0,06	0,24 \pm 0,05	0,15 \pm 0,04	0,02 \pm 0,01
DINO/AUT	0,29 \pm 0,06	0,37 \pm 0,05	0,29 \pm 0,07	0,17 \pm 0,05	0,32 \pm 0,05	0,45 \pm 0,06	0,55 \pm 0,05	0,59 \pm 0,05
HET/(HET+AUT)	0,12 \pm 0,02	0,25 \pm 0,03	0,09 \pm 0,02	0,05 \pm 0,01	0,18 \pm 0,03	0,23 \pm 0,03	0,16 \pm 0,02	0,18 \pm 0,04

Densidade: AUT= autotróficos, DIAT= diatomáceas, CIANO= cianobactérias, DINO= dinoflagelados autotróficos, HET= heterotróficos, CIL= ciliados, DINOH= dinoflagelados heterotróficos, HET/(HET+AUT)= razão de heterotróficos sobre somatório de heterotróficos e autotróficos.

Diversidade: n= número de táxons, H'= índice de diversidade de Shannon-Wiener, J'= índice de equitabilidade de Pielou. nd= não detectável

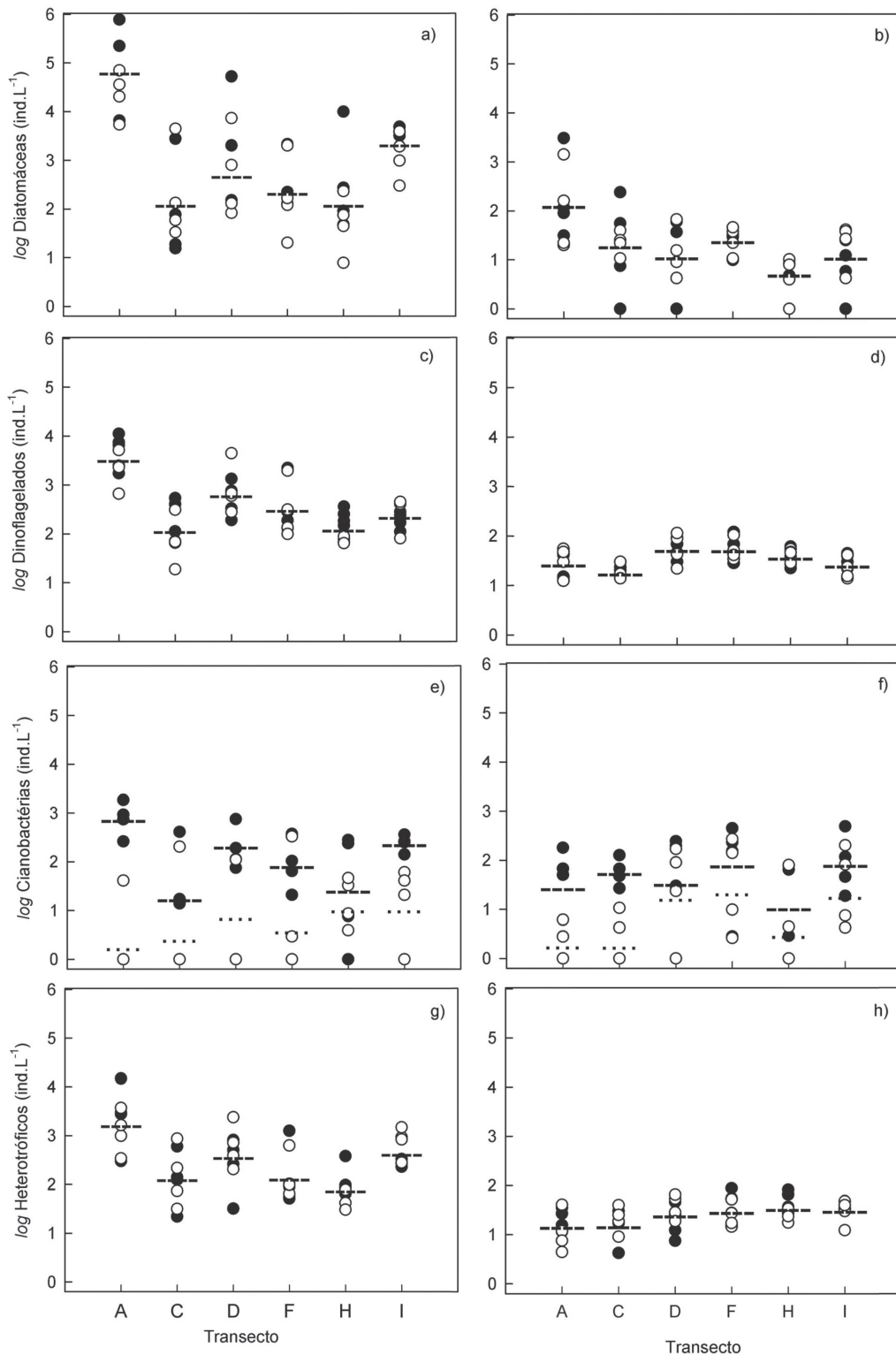


Figura 3 - Gradiente latitudinal na plataforma (lado esquerdo) e no talude (lado direito): densidade de diatomáceas (a,b), dinoflagelados autotróficos (c,d), cianobactérias (e,f) e heterotróficos (g,h) a 1m (círculo fechado) e segunda profundidade (círculo aberto) na Bacia de Campos (2009) no período chuvoso. A barra tracejada indica valores médios em cada transecto. Nas figuras e & f as barra tracejada e pontilhada indicam valores médios de 1m e da segunda profundidade, respectivamente.

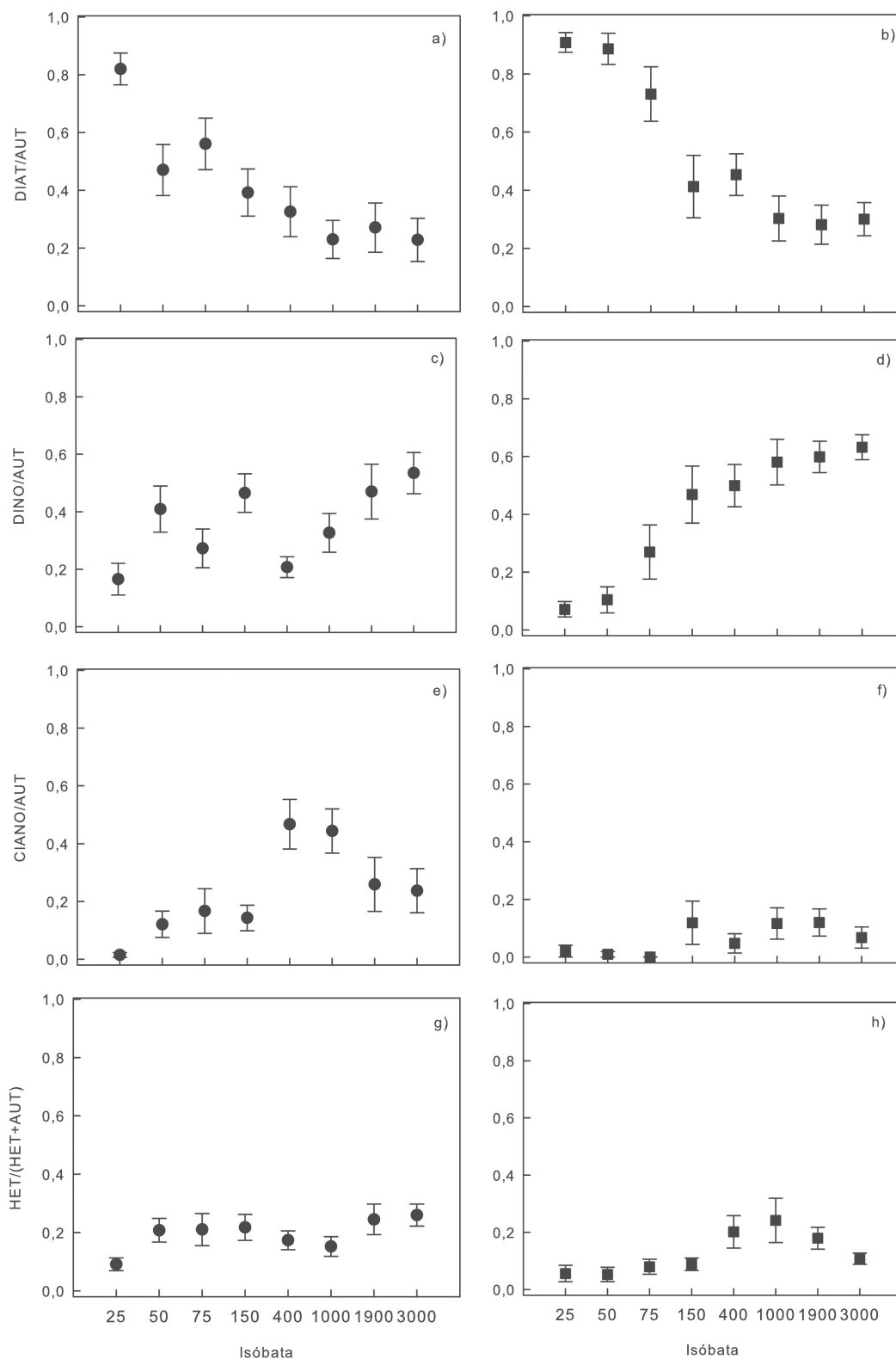


Figura 4 - Gradiente batimétrico das razões entre os constituintes do microplâncton: DIAT/AUT (a,b), DINO/AUT (c,d) CIANO/AUT (e,f), HET/HET+AUT (g,h) na Bacia de Campos (2009) nos períodos chuvoso (círculo) e seco (quadrado). AUT= autótrofos, DIAT= diatomáceas, DINO= dinoflagelados autótrofos, CIANO= cianobactérias, HET= heterótrofos. Média \pm erro padrão.

O componente heterotrófico, representado principalmente por ciliados e dinoflagelados, constituiu uma fração reduzida $[(HET/(HET+AUT)) < 0,3]$ da densidade do microplâncton na plataforma continental no período chuvoso (Figura 4g). Assim como os autotróficos, apresentou densidade significativamente maior no transecto A ($\bar{x} = 3,5 \times 10^3 \text{ ind.L}^{-1}$) (PERMANOVA, $F_{5,95}=15,49$; $P < 0,01$) (Figura 3g). Na plataforma continental, a contribuição relativa dos heterotróficos foi maior superfície (25%) do que segunda profundidade (12 %). Considerando o gradiente batimétrico, foi observada uma maior contribuição dos organismos heterotróficos ao longo das isóbatas de 50 a 150 m, representando em média 20 % da comunidade (Figura 4g).

No talude continental a densidade dos organismos autotróficos variou entre 23 e 3100 ind.L^{-1} , sendo, em média, duas ordens de grandeza inferior àquela observada na plataforma continental (Figura 1 a,c). O transecto A apresentou elevada densidade de diatomáceas (Figura 3b, PERMANOVA, teste a posteriori $P < 0,05$) sendo significativamente diferente dos demais, como observado na plataforma continental. Em especial, as estações A6 e A10 se destacaram pelas elevadas densidades ($>103 \text{ ind.L}^{-1}$), representadas especialmente pelas diatomáceas ($> 96 \%$) (Figura 1a,c). Contudo, considerando as amostras do talude continental, a densidade relativa das diatomáceas foi inferior àquela na plataforma continental. Este grupo taxonômico apresentou razões DIAT/AUT decrescentes ao longo do gradiente batimétrico, variando de 0,82 na isóbata de 25 m a 0,23 na isóbata de 3000 m (Figura 4a). Já os dinoflagelados autotróficos apresentaram o padrão inverso, aumentando sua contribuição com o distanciamento da costa. As razões DINO/AUT variaram de 0,17 na isóbata de 25 m a 0,53 na isóbata de 3000 m (Figura 4c). No talude continental os dinoflagelados apresentaram densidade média de 40 ind.L^{-1} (Figura 3d) contribuindo com 50 % dos organismos autotróficos nas isóbatas de 1900m e 3000 m (Figura 4c).

Apesar da baixa densidade média (79 ind.L^{-1}), as cianobactérias constituíram um componente importante do microplâncton no talude continental, chegando a representar até 88 % da densidade dos autotróficos nas estações I6 e C10 (SP) e correspondendo a 35 % dos autotróficos (Figura 4e). Apesar das cianobactérias terem apresentado maior densidade na região central e norte da Bacia de Campos no talude, não foi observada diferença significativa entre os transectos no talude continental (PERMANOVA, teste a posteriori, $P > 0,05$; Figura 3f). O perfil vertical da densidade das cianobactérias apresentou diferença entre as profundidades (PERMANOVA, teste a posteriori; $P < 0,01$). As concentrações de superfície ($\bar{x} = 112 \text{ ind.L}^{-1}$) foram

duas vezes superiores às da segunda profundidade (SP, 46 ind.L⁻¹, Tabela 1, Figura 3f), influenciando a distribuição heterogênea dos autotróficos no talude continental no período chuvoso (PERMANOVA, teste pareado a posteriori $P = 0,034$).

Os organismos heterotróficos contribuíram em média com 21 % da densidade do microplâncton no talude continental e apresentaram densidade média de 28 ind.L⁻¹, 200 vezes inferior a da plataforma continental. Entretanto, em função das baixas densidades do microplâncton, em algumas estações mais externas do talude (I10, SP; H12, 1m) os heterótrofos chegaram a contribuir em torno de 61 % da densidade total.

Período Seco

Em contraste com o período chuvoso, as maiores densidades dos organismos autotróficos da plataforma continental foram observadas nos transectos D, F e I no período seco ($\bar{x} = 3,1 \times 10^4$ ind.L⁻¹, Figura 1b,d). As diatomáceas foram o grupo taxonômico mais abundante nestes transectos, contribuindo com 82 % da densidade dos autotróficos e representando 73 % dos autotróficos na plataforma continental como um todo. A densidade dos organismos autotróficos e das diatomáceas foi significativamente diferente nos transectos C e H na plataforma continental (PERMANOVA, teste a posteriori $P < 0,05$ para ambos) por apresentarem menores densidades. Os transectos A e F foram diferenciados dos demais e também entre si (PERMANOVA, teste a posteriori $P < 0,01$) devido às maiores densidades de dinoflagelados ($\bar{x} = 540$ ind.L⁻¹, Figura 5c). A densidade relativa dos dinoflagelados aumentou ao longo do gradiente batimétrico, em média de 7 % na isóbata de 25 m para 47 % na isóbata de 150 m (Figura 4d). Este aumento da contribuição dos dinoflagelados foi acompanhado da diminuição da contribuição das diatomáceas, de 91 % nas estações mais próximas à costa (isóbata de 25 m) para 41 % nas estações ao longo da isóbata de 150 m (Figura 4b). As cianobactérias apresentaram baixas densidades na região da plataforma continental no período seco ($\bar{x} = 13$ ind.L⁻¹), representando uma pequena parcela da densidade dos autotróficos (CIANO/AUT $< 0,1$; Figura 4f). Não foi verificada diferença na densidade dos autotróficos entre as profundidades de amostragem na plataforma continental durante o período seco (PERMANOVA, $F_{1,95} = 3,5$; $P > 0,05$).

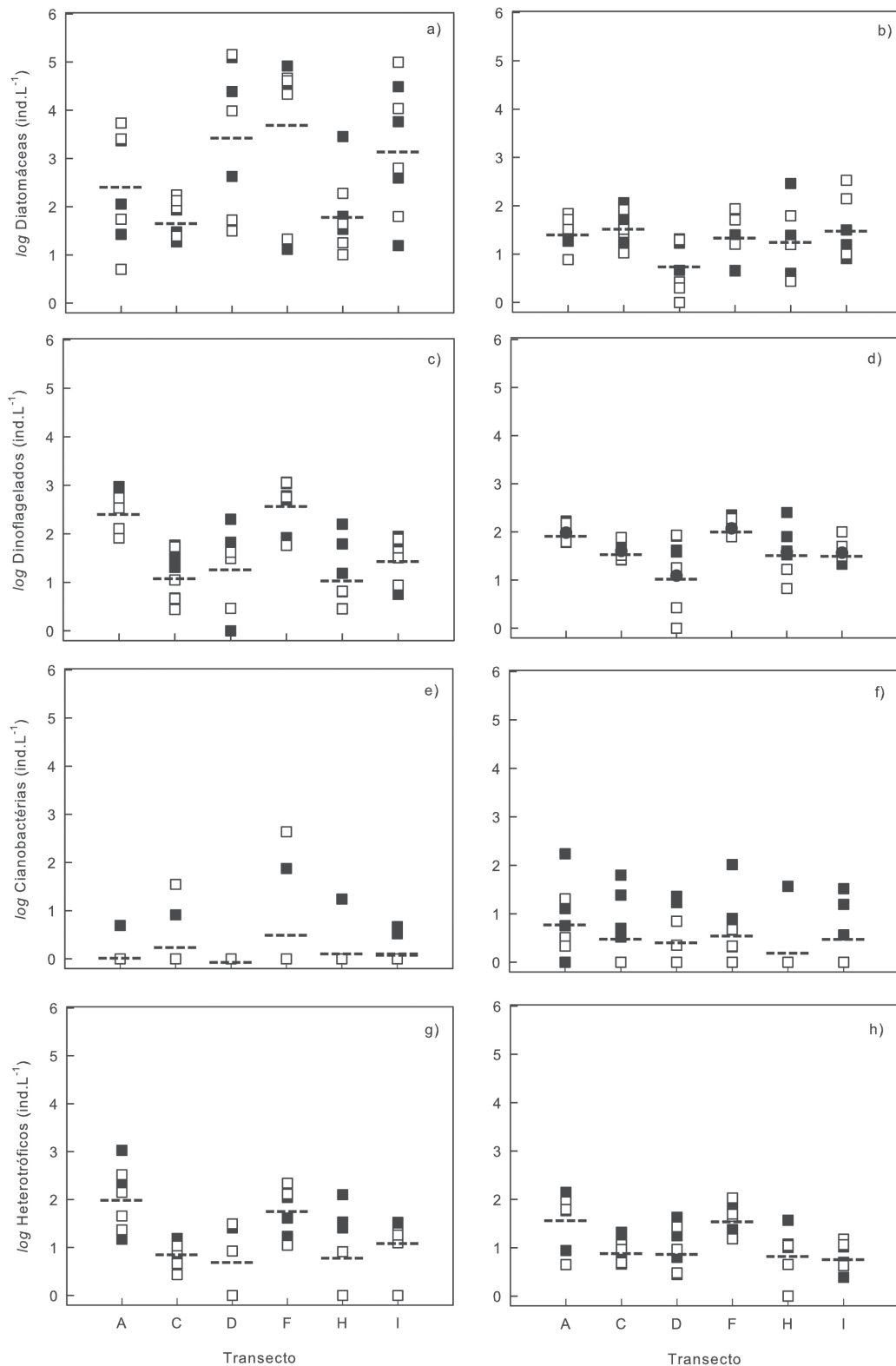


Figura 5 - Gradiente latitudinal na plataforma (lado esquerdo) e no talude (lado direito): densidade de diatomáceas (a,b), dinoflagelados autotróficos (c,d), cianobactérias (e,f) e heterotróficos (g,h) a 1m (círculo fechado) e segunda profundidade (círculo aberto) na Bacia de Campos (2009) no período seco. A barra tracejada indica valores médios em cada transecto.

A densidade dos heterotróficos na plataforma continental no período seco foi em média 13 vezes inferior àquela da plataforma no período chuvoso (Tabela 1). Os heterotróficos representaram 7 % da densidade do microplâncton na plataforma continental no período seco, sendo a densidade média de 71 ind.L⁻¹ (Tabela 1). Os transectos A e F foram significativamente diferentes dos demais quanto à densidade dos heterotróficos (PERMANOVA, teste a posteriori $P < 0,05$) e apresentaram densidades médias superiores (Figura 5h), como verificado para os dinoflagelados autotróficos. As duas profundidades amostradas apresentaram densidades similares de heterotróficos (PERMANOVA, $F_{1,95} = 5,0$; teste a posteriori $P > 0,05$). Assim como no período chuvoso, os ciliados representaram o principal componente dessa comunidade.

No talude continental, a densidade dos organismos autotróficos durante o período seco foi baixa, atingindo valor máximo de 542 ind.L⁻¹ e médio de 130 ind.L⁻¹ (Figura 1b, d). Os dinoflagelados constituíram o grupo taxonômico dominante no talude continental, representando em média 57 % da densidade total dos autotróficos (Figura 4d). Os transectos A e F se destacaram dos demais quanto à densidade dos dinoflagelados (PERMANOVA, teste a posteriori $P < 0,01$) e apresentaram valores de densidade média superiores àqueles registrados nos demais transectos (Figura 5d). Como observado na plataforma continental, houve uma diminuição da contribuição relativa das diatomáceas acompanhada de incremento da representatividade dos dinoflagelados na direção das estações mais distantes da costa (Figura 4b,d). Os dinoflagelados contribuíram com 63 % e as diatomáceas com 30 % em média da densidade dos autotróficos nas estações ao longo da isóbata de 3000 m (Figura 4b,d). Assim como na plataforma continental, as cianobactérias apresentaram baixa contribuição para a densidade total dos autotróficos no talude continental, representando em média 9 % da sua densidade (Figura 4f).

A densidade dos autotróficos foi significativamente diferente entre as profundidades no talude continental no período seco (PERMANOVA, $F_{1,95} = 11,1$; teste a posteriori $P < 0,05$). Contudo, quando cada grupo taxonômico (diatomáceas, dinoflagelados e cianobactérias) foi testado separadamente, não foi evidenciada diferença significativa entre as duas profundidades.

Os organismos heterotróficos representaram em média 19 % do microplâncton no talude continental no período seco e apresentaram densidade média de 27 ind.L⁻¹. Assim como na plataforma continental, os transectos A e F foram significativamente diferentes dos demais (PERMANOVA, $F_{5,95} = 10,3$; teste a posteriori $P < 0,01$) e apre-

sentaram densidades médias superiores (Figura 5h). Não houve diferença entre as duas profundidades amostradas. Verificou-se maior contribuição dos heterotróficos ao longo das isóbatas de 400 e 1000 m, nas quais sua contribuição relativa foi em média de 22 % (Figura 4h).

Composição Taxonômica

A riqueza (número de táxons) foi avaliada por categoria trófica (autotrófico e heterotrófico), dos quais 60 % dos táxons foram identificados até espécie. Dentre os autotróficos, foram identificados 233 táxons, sendo em nível específico: 102 dinoflagelados (Divisão Dinophyta), 88 diatomáceas (Divisão Bacillariophyta), oito cianobactérias (Classe Cyanophyceae), duas prasinofíceas (Classe Prasinophyceae), um silicoflagelado (Classe Dictyochophyceae) e um ciliado (Filo Ciliophora). Os representantes das Classes Prymnesiophyceae (três cocolitoforídeos) e Euglenophyceae (duas euglenofíceas) foram identificados apenas em nível de família.

Os dinoflagelados apresentaram um elevado número de espécies distribuídas em 29 gêneros dos quais 24 correspondem aos dinoflagelados tecados, destacando-se *Neoceratium* (33 espécies), *Oxytoxum* (17 espécies) e *Prorocentrum* (13 espécies). Os dinoflagelados atecados foram representados por sete gêneros e cinco espécies. As diatomáceas contribuíram com 59 gêneros, sendo 34 gêneros e 73 espécies de diatomáceas cêntricas e 25 gêneros e 30 espécies de diatomáceas penatas. Dentre os gêneros mais representativos em termos de número de espécies destacam-se *Chaetoceros* (quinze espécies) e *Rhizosolenia* (oito espécies) entre as cêntricas. Entre as diatomáceas penatas apenas uma espécie foi identificada para cada gênero, exceto *Nitzschia* (quatro espécies) e *Thalassionema* (duas espécies). Com exceção das cianobactérias dos gêneros *Trichodesmium* (cinco espécies) e *Katagnymene* (duas espécies), as demais classes taxonômicas registraram baixa contribuição na composição específica e a riqueza genérica foi igual ao número de táxons.

De um modo geral o número de táxons dos autotróficos foi similar entre os períodos chuvoso (166 táxons) e seco (184 táxons). Os dinoflagelados e as diatomáceas representaram mais de 90 % da composição específica em ambos os períodos. Aproximadamente 50 % dos táxons foram comuns aos dois períodos de coleta, entretanto, 30 % foram exclusivos do período chuvoso e 20 % do período seco. Alguns táxons de euglenofíceas, diatomáceas (*Asterolampra marylandica*, *Cerataulina pe-*

lagica, *Corethron pennatum*) e dinoflagelados (*Ceratoperidinium yeye* e *Dinophysis tripos*), dentre outros, ocorreram somente no período chuvoso. Restritos ao período seco destacam-se os cocolitoforídeos, as prasinofíceas, as diatomáceas *Cyclotella* spp., *Gosleriella tropica*, *Lithodesmium undulatum* e os dinoflagelados *Corythodinium belgicae* e *C. constrictum*.

O microplâncton heterotrófico foi representado por 45 táxons, sendo 31 identificados em nível específico distribuídos entre: vinte dinoflagelados (Divisão Dinophyta), sete ciliados aloricados (Filo Ciliophora), dois ebrídeos (Filo Zoomastigophora), um silicoflagelado (Família Dictyochophyceae) e um radiolário (Filo Sarcodina). O Filo Sarcomastigophora foi representado por dois foraminíferos e um acantário identificados apenas em nível de superfamília e ordem, respectivamente, assim como o Filo Rhizopoda, que incluiu um táxon identificado em nível de família. Dentre os dinoflagelados heterotróficos atecados foram encontrados *Gyrodinium spirale*, *Katodinium glaucum* e *Warnowia* spp., além de quatro táxons morfotipados. Os dinoflagelados tecados heterotróficos foram representados por cinco gêneros e 18 táxons com destaque para *Histioneis* e *Protoperidinium* com seis espécies cada um. Os ciliados aloricados foram representados por 12 gêneros e apenas *Leegaardiella* teve duas espécies identificadas. Para os demais componentes do microplâncton heterotrófico, o número de gêneros foi corresponde ao número de táxons.

O número de táxons dos heterotróficos no período chuvoso (33 táxons) foi semelhante ao do período seco (34 táxons), com predominância dos dinoflagelados (>75 %) e ciliados aloricados. Seguindo o mesmo padrão dos autotróficos, cerca de 50 % da composição específica foi comum aos dois períodos, sendo 13 táxons exclusivos do período chuvoso (ex: *Phalacroma doryphorum*, *Histioneis crateriformes*, *Protoperidinium divergens* e amebas) e 12 táxons exclusivos do período seco (ex: *Globigerinidae*, *Hermenesinum adriaticum*, *Mesocena* sp.).

Diversidade

Os atributos da diversidade, riqueza (número de táxons), índice de Shannon e equitabilidade de Pielou foram calculados como descritores da comunidade microplanctônica.

No período chuvoso, o número de táxons na plataforma continental variou entre 15 e 49 por estação de amostragem, sendo em média 31 táxons a 1m (Tabela 1). Os transectos A e F apresentaram maior número médio de táxons (36), enquanto nos transectos C e I foram observados os menores valores médios (24) (PERMANOVA, $F_{5,95}=16,2$; $P < 0,01$). Já no talude continental foi registrado um menor número de táxons ($\bar{x} = 21$, Tabela 1) e foram verificadas apenas diferenças entre os transectos (PERMANOVA, $F_{5,95}=6,5$; $P < 0,01$).

No período seco foram observados em média 23 táxons por estação na plataforma continental, com valores variando entre quatro e 55. Os transectos A e F destacaram-se dos demais por apresentarem valores mais elevados de riqueza (37) (PERMANOVA, $F_{5,95}=16,2$; $P < 0,01$). O mesmo padrão foi observado no talude continental (PERMANOVA, $F_{5,95}=6,5$; $P < 0,01$), onde estes transectos apresentaram em média 39 táxons, em contraste com a média de todo o talude, que foi de 28 táxons. Em ambos os períodos e tanto na plataforma quanto no talude continental, o número de táxons não apresentou diferença significativa entre as profundidades de coleta (PERMANOVA, $F_{1,95}=2,2$; $P > 0,05$ para a plataforma e $F_{1,95}=0,8$; $P > 0,05$ para o talude).

O índice de diversidade de Shannon variou entre 1,3 e 4,7 bits.ind⁻¹ na plataforma continental no período chuvoso, com valor médio de 3,5 bits.ind⁻¹ (Figura 6, Tabela 1). Já no talude continental, o índice de Shannon variou entre 0,8 e 4,6 bits.ind⁻¹ com média de 3,2 bits.ind⁻¹ no período chuvoso (Figura 6, Tabela 1). No período seco foram observados menores valores do índice de Shannon na plataforma continental, em média de 2,4 bits.ind⁻¹, enquanto no talude o valor médio foi mais elevado, de 3,6 bits.ind⁻¹ (Figura 6, Tabela 1). Os valores de equitabilidade de Pielou não variaram entre os sistemas e períodos estudados, sendo entre 0,6 e 0,8 (Figura 6, Tabela 1).

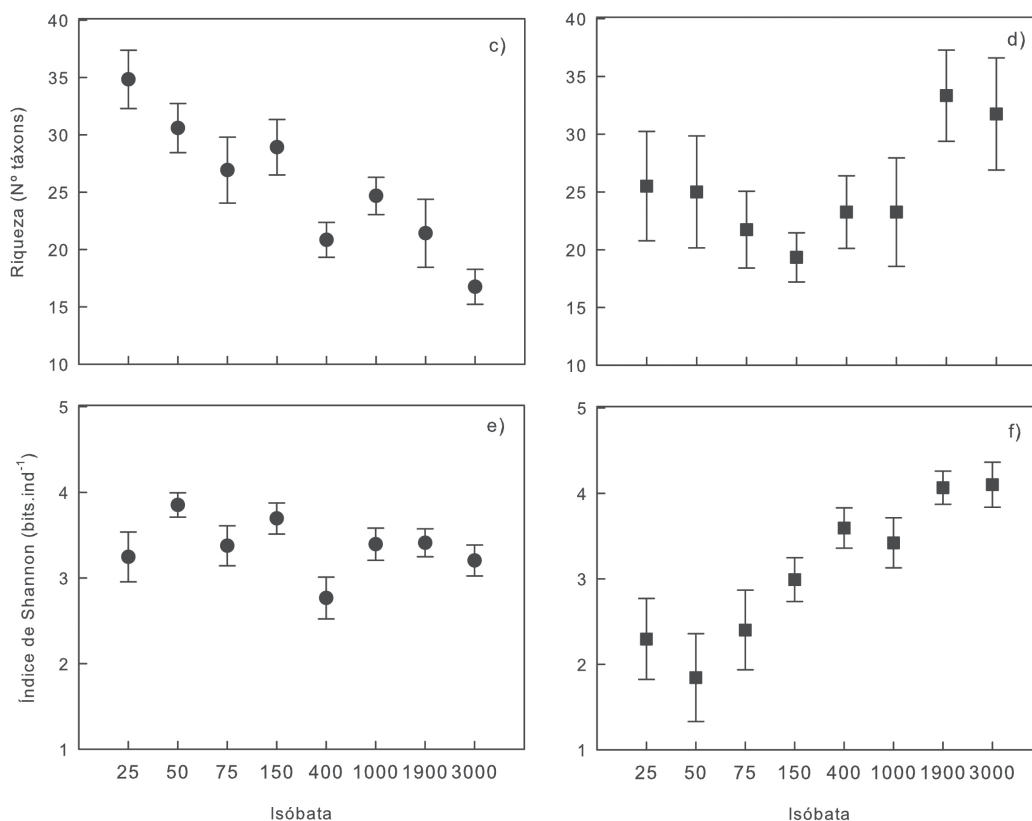


Figura 6 - Gradiente batimétrico da densidade do microplâncton, riqueza e Índice de Shannon na Bacia de Campos (2009) nos períodos chuvoso (círculo) e seco (quadrado).

Estrutura da comunidade do microplâncton baseada na biomassa: similaridade entre amostras

Período Chuvoso

A análise de agrupamento da biomassa do microplâncton autotrófico e heterotrófico do período chuvoso separou dois grupos de amostras em nível de similaridade de Bray–Curtis de 13 % (Figura 7a). A um nível mais elevado de similaridade (38 %), seis grupos foram evidentes (Figura 7a). A biomassa média dos táxons (gêneros ou morfotipos) que contribuíram em até 50 % da similaridade de cada grupo é apresentada na Tabela 2 com o objetivo de determinar quais táxons foram importantes na diferenciação entre grupos de amostras.

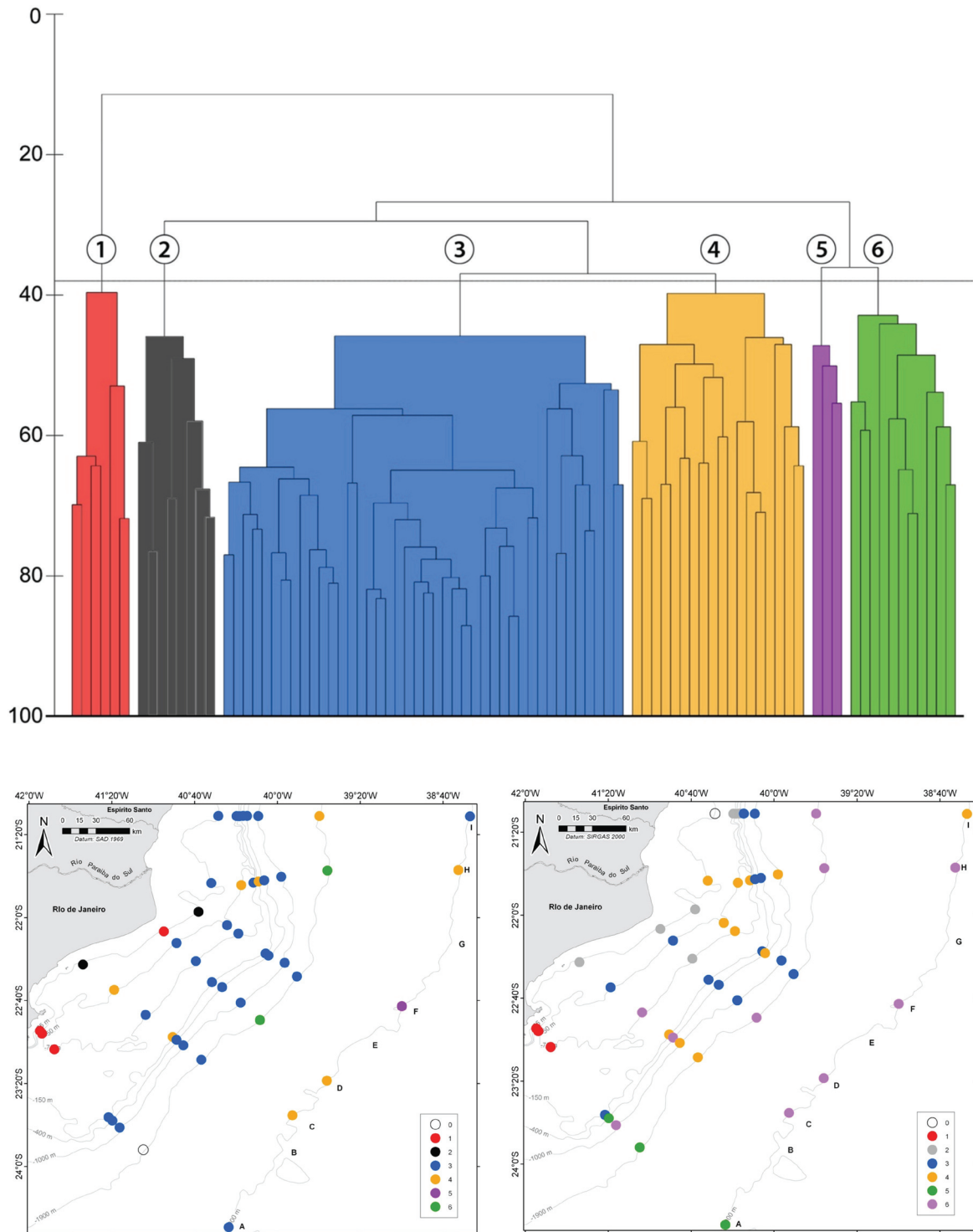


Figura 7 - Associação das amostras através da análise de agrupamento em função da biomassa do microplâncton (a) e distribuição dos grupos a 1m (b) e segunda profundidade (c) da Bacia de Campos (2009) no período chuvoso.

O Grupo 1 (n=7) foi constituído pelas amostras da região de Cabo Frio (estações A1, A2 e A3 em ambas as profundidades) e do Cabo de São Tomé (D1, 1m) (Figura 7b,c). Foi o grupo de maior dissimilaridade em relação aos demais e maior biomassa (56507 ngC.L⁻¹), tendo apresentado biomassa 20x superior a dos Grupos 2 e 3. O detalhamento da contribuição de cada táxon para a similaridade das amostras no Grupo mostra que as diatomáceas *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Dactyliosolen*, *Pseudo-nitzschia* e os dinoflagelados tecados autotróficos NI de 30 µm contribuíram juntos com 51 % da similaridade das amostras desse Grupo (Tabela 2). As diatomáceas representaram 61 % e os dinoflagelados 24 % da biomassa do Grupo 1.

O Grupo 2 (n=9) foi caracterizado por um componente heterotrófico importante, que representou 39% da biomassa das amostras tendo sido constituído principalmente pelos ciliados *Strombidium*, *Lohmaniella* e *Leegardiella* (Tabela 2). Os dinoflagelados tecados NI (30 µm) e atecados NI (27 µm) representaram os principais autótrofos nas amostras do grupo, seguidos pela diatomácea *Guinardia*. O Grupo 2 foi encontrado na região costeira centro-norte da Bacia de Campos, especialmente na segunda profundidade (Figura 7b,c). Apresentou dissimilaridade de 87 % em relação ao Grupo 1, localizado na plataforma interna ao sul da Bacia de Campos.

O Grupo 3 (n=43) apresentou o maior número de amostras distribuídas principalmente na superfície da região central da Bacia de Campos e ao longo da área de quebra da plataforma continental (Figura 7b,c), especialmente na superfície. A cianobactéria filamentosa *Trichodesmium* (2002 ngC.L⁻¹) especialmente *T. thiebautii*, contribuiu com 82 % da biomassa e com 63 % da similaridade das amostras no Grupo, apresentando biomassa média no Grupo de 2002 ngC.L⁻¹ (Tabela 2).

O gênero *Trichodesmium* também foi o principal descritor da similaridade das amostras do Grupo 4 (n=19) e representou 30% da biomassa deste Grupo. Entretanto, apresentou biomassa de 78 ngC.L⁻¹, bem inferior àquela observada nas amostras do Grupo 3. Os dinoflagelados tecados NI (30 µm) e atecados NI (27 µm) contribuíram cada um com 17% da similaridade das amostras e juntos representaram 29% da biomassa do Grupo 4 (Tabela 2). Este Grupo se localizou na superfície a norte e sul das amostras do Grupo 3 e na segunda profundidade em toda a região central da Bacia de Campos, adjacente a quebra da plataforma continental. Incluiu ainda três amostras de superfície na isóbata de 3000 m (Figura 7b,c).

Os dinoflagelados foram os principais descritores da similaridade das amostras dos Grupos 5 e 6, localizados na região do talude, especialmente na segunda pro-

fundidade e representaram 52 e 53% da biomassa desses Grupos, respectivamente (Tabela 2). Apresentaram ainda baixos valores de biomassa, de 130 e 56 ngC.L⁻¹, condizentes com sua localização mais distante da costa.

Tabela 2 - Lista dos principais táxons que contribuíram para a similaridade de cada grupo no período chuvoso. A similaridade média de cada grupo, biomassa média de cada táxon (ng C.L⁻¹) por grupo e sua contribuição para a similaridade de cada grupo (entre parênteses), biomassa total média por grupo e contribuição relativa de cianobactérias, diatomáceas, dinoflagelados e organismos heterotróficos para a biomassa total são apresentados. Análise de agrupamento, SIMPER, transformação raiz quadrada, * contribuição para a similaridade inferior a 1%.

Grupos	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6
Similaridade média do grupo (%)	49	52	56	45	49	48
<i>Chaetoceros</i>	12198 (18)	31*	12*	0,2*	0,7*	0,1*
<i>Rhizosolenia</i>	4976 (9)	20*	1*	1*	0,4*	0*
<i>Dactyliosolen</i>	5015 (6)	1*	2*	0*	0,2*	0*
<i>Pseudo-nitzschia</i>	3535 (6)	11 (1)	9*	0,1*	0,1*	0*
<i>Hemiaulus</i>	212*	68 (3)	18 (1)	9 (2)	15 (19)	1*
<i>Trichodesmium</i>	5461 (3)	165 (3)	2002 (61)	78 (20)	10 (4)	0*
Dinoflagelados tecados NI ~30 µm	3436 (12)	256 (17)	61 (7)	34 (17)	16 (17)	10 (18)
Dinoflagelados atecados NI ~27 µm	1165 (12)	263 (7)	60(7)	24 (10)	10 (6)	7 (18)
Dinoflagelados tecados NI ~60 µm	1424 (3)	22*	6*	2*	39 (27)	2*
<i>Strombidium</i>	888 (5)	323 (17)	26 (3)	9 (6)	3 (5)	5 (15)
<i>Lohmaniella</i>	118*	123 (10)	10*	3*	0,5*	2 (5)
Biomassa média de cada grupo	56507	2592	2456	309	130	56
Contribuição relativa (%)						
Cianobactérias	6	9	82	30	7	0
Diatomáceas	61	19	4	12	26	6
Dinoflagelados	24	33	7	29	52	53
Organismos heterotróficos	9	39	7	29	15	41

NI: não identificados

O Grupo 5 (n=4) representa um pequeno número de amostras particularmente da segunda profundidade do transecto A nas quais a diatomácea *Hemiaulus* apresentou elevada biomassa relativa, constituindo 16% da biomassa do Grupo. Trata-se provavelmente da advecção de diatomáceas da área costeira do transecto A, onde elevadas biomassas de diatomáceas foram registradas (Grupo 1). Os dinoflagelados tecados NI (30 e 60 µm) contribuíram respectivamente com 17 e 27% da similaridade das amostras do Grupo.

No Grupo 6 (n=12) os dinoflagelados tecados NI (30 µm) e atecados NI (27 µm) contribuíram juntos com 36% da similaridade das amostras, sendo os principais produtores primários na base da camada de mistura da região oceânica centro-norte da Bacia de Campos. O componente heterotrófico representou 41% da biomassa do microplâncton nas amostras do Grupo e o ciliado *Strombidium* se destacou por contribuir com 15% da similaridade das amostras no Grupo 6.

Período Seco

Quanto à biomassa do microplâncton do período seco, dois grupos principais foram separados em 18 % de similaridade (Figura 8a). A 28 % de similaridade, 5 grupos são destacados e a biomassa dos táxons que mais contribuíram para a similaridade de cada grupo é apresentada na Tabela 3. A distribuição espacial da análise de agrupamento por profundidade amostrada é apresentada na Figura 8b,c.

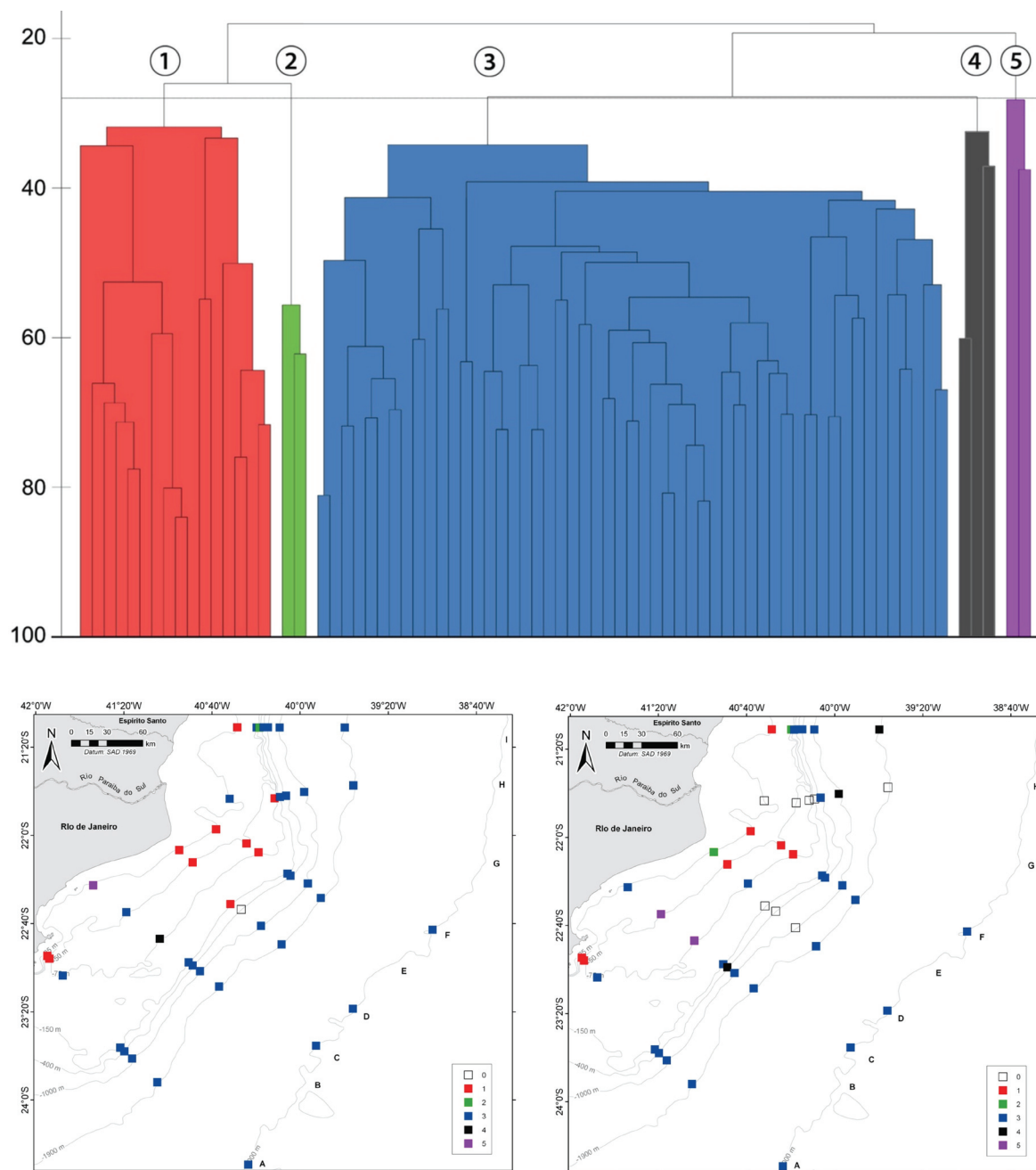


Figura 8 - Associação das amostras através da análise de agrupamento em função da biomassa do microplâncton (a) e distribuição dos grupos a 1m (b) e segunda profundidade (c) da Baía de Campos (2009) no período seco.

A diatomácea *Dactyliosolen* contribuiu com 30% da similaridade e 59% da biomassa das amostras do Grupo 1 (n=7, Tabela 3), caracterizado pela maior biomassa do período seco (7764 ngC.L⁻¹) e localizado na região costeira da Bacia de Campos, principalmente na área central e nas estações A1 e A2 ao sul e I1 ao norte (Figura 8b,c). A diatomácea *Guinardia* e os dinoflagelados tecados NI (30 µm) contribuíram com 10 e 12 % da similaridade das amostras desse Grupo.

O Grupo 2 (n=3) representou as amostras D1 SP, I2 SP e I3 1m (Figura 8b,c), nas quais foi observada elevada contribuição (88%) da diatomácea *Dactyliosolen* para a biomassa total, contribuindo assim com 93% da similaridade do Grupo.

O Grupo 3 (n=54) compreendeu 67% das amostras do período seco e se localizou amplamente da plataforma externa ao talude continental (Figura 8b,c). Os dinoflagelados tecados NI (30µm) e atecados NI (27 µm) contribuíram juntos com 42 % da similaridade das amostras do Grupo, sendo os principais produtores primários do talude continental no período seco da Bacia de Campos. A biomassa do Grupo 3 (300 ngC.L⁻¹) foi inferior à dos Grupos 1 e 2 (Tabela 3).

Os Grupos 4 (n= 4) e 5 (n=3) representaram dois pequenos grupos de baixa biomassa (73 e 76 ngC.L⁻¹). Os dinoflagelados atecados NI (64 µm) e tecados NI (30 µm) contribuíram respectivamente com 32 e 28 % da similaridade das amostras H8 BCM, I10BCM, C3 1m e C6 BCM, constituintes do Grupo 4 (Tabela 3). O Grupo 5 se destacou pela composição rica em diatomáceas, que representaram 82% da biomassa total, sendo que as diatomáceas cêntricas NI (37 µm) contribuíram com 53% da similaridade das amostras (Tabela 3). O Grupo 5 foi encontrado ao longo do transecto C, nas estações C2 e C3 SP e C1 1m (Fig. 8b,c).

Tabela 3 - Lista dos principais táxons que contribuíram para a similaridade de cada grupo no período seco. A similaridade média de cada grupo, biomassa média de cada táxon (ng C.L^{-1}) por grupo e sua contribuição para a similaridade de cada grupo (entre parênteses), biomassa total média por grupo e contribuição relativa de cianobactérias, diatomáceas, dinoflagelados e organismos heterotróficos para a biomassa total são apresentados. Análise de agrupamento, SIMPER, transformação raiz quadrada, * contribuição para a similaridade inferior a 1%.

Grupos	SC 1	SC 2	SC 3	SC 4	SC 5
Similaridade média do grupo (%)	42	58	42	38	31
<i>Dactyliosolen</i>	4577 (30)	1030 (93)	2*	0*	0*
<i>Guinardia</i>	1482 (10)	0*	4*	0*	24 (18)
Diatomáceas cêntricas NI (~37 μm)	405 (8)	18*	7 (5)	1*	12 (53)
<i>Trichodesmium</i>	0*	8*	128 (9)	0*	0*
Dinoflagelados tecados NI (~30 μm)	248 (12)	1*	36 (26)	8 (28)	1*
Dinoflagelados atecados NI (~27 μm)	154 (6)	8*	32 (16)	3 (7)	0*
Dinoflagelados atecados (NI ~64 μm)	39*	0*	6 (2)	8 (32)	1*
Biomassa média em cada grupo	7764	1166	300	73	76
Contribuição relativa (%)					
Cianobactérias	0	1	24	0	0
Diatomáceas	78	97	12	6	82
Dinoflagelados	17	2	50	75	7
Organismos heterotróficos	5	0	14	19	11

NI: não identificados

Integração das variáveis descritivas do microplâncton com as variáveis ambientais

As preferências ambientais que explicaram a variância da biomassa do microplâncton nos períodos chuvoso e seco foram identificadas através da análise de redundância (RDA). No diagrama de ordenação (Fig.9 a,b) a proximidade dos táxons às variáveis ambientais indica o grau de associação. Logo, o posicionamento na mesma direção (ou oposta) da seta identifica uma relação positiva (ou negativa), enquanto uma posição distante da seta (ou projeção negativa) indica ausência de relação.

Os autovalores (λ , Tabela 4) associados às variáveis ambientais foram ordenados pelo valor da variância no conjunto de dados (efeitos marginais), juntamente com a importância dessa variável (teste de Monte Carlo permutações; efeitos condicionais). Destacam-se as variáveis precipitação semanal acumulada ($\lambda= 0,09$; $P= 0,001$), salinidade ($\lambda= 0,09$; $P= 0,001$), temperatura da água do mar ($\lambda= 0,04$; $P= 0,001$) por melhor explicarem a variância dos dados (Seleção a posteriori).

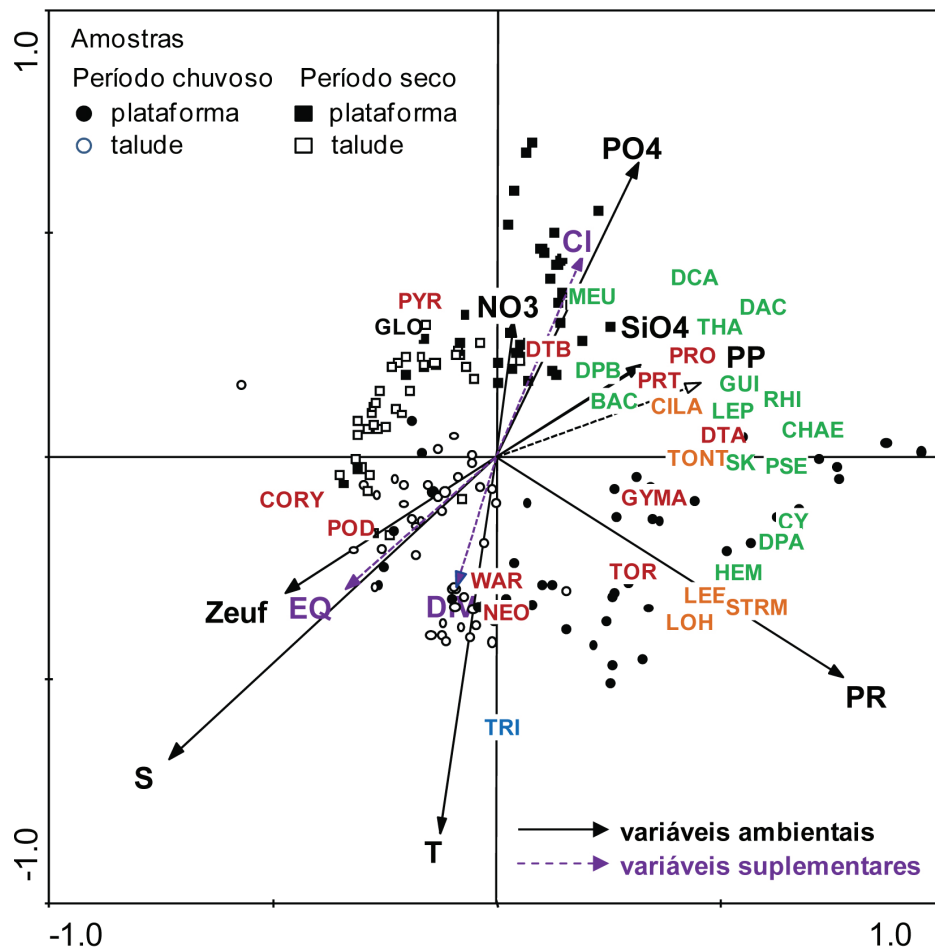


Figura 9 - Biomassa do microplâncton x variáveis ambientais na Bacia de Campos (2009): diagrama de ordenação produzido pela análise de redundância (RDA). O tripot apresenta os 33 táxons (5% de corte), as 186 estações de amostragem (círculos e quadrados), 7 variáveis ambientais (setas contínuas) e 4 variáveis suplementares (setas tracejadas).

Táxons

Datomáceas: BAC (Bacteriatrum), CHA (Chaetoceros), CY (Cylindrotheca), DAC (Dactyliosolen DCA (Diatomácea cêntrica A), DPA (Diatomácea penata A), DPB (Diatomáceas penata B), GUI (Guinardia), HEM (Hemiaulus), LEP (Leptocylindrus), MEU (Meuniera), PSE (Pseudo-nitzschia), RHI (Rhizosolenia), SK (Skeletonema), THA (Thalassionemataceae + Thalassionema)

Dinoflagelados: CORY (Corytodinium) DTA (Dinoflagelado tecido A), DTB (Dinoflagelado tecido B), GYMA (Gymnodiniales A), NEO (Neoceratium), POD (Podolampas), PRO (Prorocentrum), PYR (Pyrocystis), TOR (Torodinium), PRT (Proroperidinium), WAR (Warnovia)

Cianobactérias: TRI (Trichodesmium)

Ciliados: CIAL (Ciliados aloricados), LEE (Leegaardiella) LOH (Lohmaniella), STRM (Strombidium), TONT (Tontonia)

Foramíniferos: GLO (Globigerinidae)

Variáveis ambientais

T (temperatura), S (salinidade), PREC (precipitação semanal acumulada), PO4 (fosfato), NO3 (nitrato), SiO3 (silicato), Zeuf (profundidade da zona eufótica)

Variáveis suplementares: Cl (Clorofila a), PP (produtividade primária), DIV (diversidade específica), EQ (equitabilidade).

Os dois primeiros eixos da análise de RDA foram significativos (autovetores > 1,0) e explicaram cumulativamente 82,6 % da variabilidade dos dados (Tabela 5). A Figura 6 apresenta o diagrama de ordenação produzido pela análise de redundância (RDA), a partir da biomassa dos 33 táxons selecionados com 5% de corte de significância e 186 estações de amostragens. São também posicionados no diagrama as 7 variáveis ambientais e 4 variáveis suplementares.

A precipitação semanal acumulada esteve relacionada positivamente ao Eixo 1 ($r=0,7752$) definindo a oposição entre os períodos de coleta. As amostras da plataforma continental estiveram associadas parte positiva deste Eixo. A estrutura da comunidade evidenciou as maiores biomassas das diatomáceas dos gêneros *Chaetoceros*,

Pseudo-nitzschia, *Cylindrotheca*, *Dactyliosolen* e *Rhizosolenia*, além de morfotipos nomeados de Diatomáceas penatas NI (35 μm), contribuindo para o aumento da produtividade primária ($\bar{x} = 3,8 \text{ mgC.m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$, Gonzalez-Rodriguez *et al.*, este volume) assim como o incremento dos ciliados aloricados (CIL) especialmente espécies de *Lohmaniella*, *Leegaardiella*, *Strombidium* como uma resposta a maior oferta alimentar. Apesar de não apresentar relação significativa, o silicato ($r=0,2058$) também esteve posicionado na parte positiva do Eixo 1, associado as diatomáceas formadoras de cadeia especialmente *Bacteriastrum*, *Dactyliosolen*, *Thalassionema* + *Thalassionemataceae*. Em oposição, projetaram-se especialmente as amostras do talude no período seco onde os dinoflagelados *Corytodinium*, *Podolampas* e *Pyrocystis* foram mais expressivos.

Com relação ao Eixo 2 especialmente a temperatura da água ($r=-0,8435$) e a salinidade ($r=-0,6764$), determinaram a distribuição da biomassa do microplâncton. As águas mais quentes, salinas e claras ($Z_{\text{euf}} = -0,4460$) sobre o talude continental, favoreceram uma população composta basicamente por dinoflagelados (*Neoceratium*, *Warnovia*) e cianobactérias filamentosas do gênero *Trichodesmium* comuns em regiões oceânicas, mais estáveis com maiores índices de diversidade ($\bar{x} = 3,46 \text{ bits. ind}^{-1}$) e equitabilidade ($\bar{x} = 0,79$). Na parte positiva desse eixo projetaram-se o fosfato ($r=0,6583$) e nitrato ($r=0,3024$), associados às amostras da plataforma no período seco. A maior disponibilidade de nutrientes pode ter favorecido as diatomáceas, apesar destas variáveis não explicarem a variância dos dados ($P > 0,05$), refletindo na maior biomassa clorofiliana ($\bar{x} = 1 \mu\text{g.L}^{-1}$, Gonzalez-Rodriguez *et al.*, este volume), provocada especialmente pela diatomácea Meuniera.

Tabela 4 - Variáveis explanatórias utilizadas para a RDA e suas respectivas variâncias.

* indica significância estatística ($P < 0,05$) das variáveis ambientais.

Efeitos Marginais		Efeitos Condicionantes			
Variáveis	λ_1	Variáveis	λ_a	P	F
PR	0,09	PR	0,09	0,001*	17,64
S	0,09	S	0,08	0,001*	15,02
Zeuf	0,04	T	0,02	0,001*	4,29
PO ₄	0,04	PO ₄	0,01	0,006*	2,73
T	0,04	Zeuf	0,01	0,117	1,42
SiO ₄	0,02	NO ₃	0,00	0,180*	1,28
NO ₃	0,01	SiO ₄	0,01	0,394*	1,00

Variáveis: PR - precipitação semanal acumulada (mm), S- salinidade, Zeuf - profundidade da zona eufótica (m), T - temperatura da água (°C), PO₄ - fosfato (μM), SiO₄ - silicato (μM), NO₃ - nitrato (μM).

Tabela 5 - Sumário estatístico para os dois primeiros eixos da análise de redundâncias (RDA).

Resultados	Eixo 1	Eixo 2
Autovalores	0,133	0,045
Correlações táxons-variáveis ambientais	0,727	0,775
Percentual acumulado da variância da relação táxons -variáveis ambientais	61,80	82,60

Tabela 6 - Coeficientes de correlação entre os vetores ambientais e os eixos de ordenação da RDA. (PR - precipitação semanal acumulada, S- salinidade, Z_{euf} - profundidade da zona eufótica, SiO_4 - silicato, PO_4^{3-} - fosfato T - temperatura da água do mar, NO_3^- - nitrato).

	Eixo 1	Eixo 2
PR	0,7752	-0,4956
S	-0,7304	-0,6764
Z_{euf}	-0,4744	-0,3047
SiO_4 -	0,3230	0,2058
PO_4^{3-}	0,3161	0,6583
T	-0,1271	-0,8435
NO_3^-	0,0377	0,3024

DISCUSSÃO

A Bacia de Campos possui uma intensa atividade hidrodinâmica de mesoescala, principalmente próximo ao Cabo de São Tomé e Cabo Frio, sujeitos à ocorrência de meandros da Corrente do Brasil (Silveira, 2007). A ressurgência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) na região costeira ocorre particularmente próximo a Cabo Frio e é causada pela conjunção de fatores geográficos, meteorológicos e hidrográficos. A região de Cabo Frio está situada em uma inflexão da linha de costa, que é acompanhada de uma mudança no perfil da plataforma continental, na qual a isóbata de 100 metros se encontra próxima do litoral (Valentin *et al.*, 1986). As condições hidrográficas locais são diretamente influenciadas pelo regime de ventos, em que a ressurgência costeira ocorre em períodos de predomínio dos ventos nordeste principalmente no verão (Valentin *et al.*, 1986). Além disso, os vórtices associados ao meandramento da Corrente do Brasil podem ocasionar ressurgência da ACAS na quebra da plataforma continental (Campos *et al.* 1999). Esta elevada complexidade hidrodinâmica afeta a composição e abundância dos organismos planctônicos.

Nesse cenário hidrográfico, a alta complexidade estrutural, característica da interação dos sistemas de plataforma e talude, afeta a composição e abundância dos organismos planctônicos, como uma resposta biológica às variações ambientais (Chen *et al.*, 2000, Varela e Prego, 2003, Holliday *et al.*, 2006). A plataforma continental é

diferenciada do talude pela zona de mistura mais rasa e maiores concentrações de nutrientes oriundos do aporte continental e da intrusão da ACAS determinando o aumento da densidade do fitoplâncton, como observado por Tenenbaum *et al.* (2007), na costa central do Programa REVIZEE. As elevadas densidades do microplâncton e taxa de produção primária (Gonzalez-Rodriguez *et al.*, este volume) registradas neste estudo na região de Cabo Frio (10^6 ind.L⁻¹, 7,15 mgC.m⁻³ h⁻¹) no período chuvoso e nas proximidades do Cabo de São Tomé (10^5 ind.L⁻¹, 3,84 mgC.m⁻³h⁻¹) no período seco podem ser avaliadas como uma resposta biológica à entrada de nutrientes em águas superficiais.

O efeito fertilizador das águas superficiais causado pela intrusão da ACAS e promovendo o desenvolvimento de elevadas densidades do fitoplâncton foi percebido nesse estudo. A ACAS, identificada por temperaturas inferiores a 20°C e salinidade menor que 36,4 foi registrada especialmente na região de Cabo Frio no período chuvoso (Belmiro, *et al.* este volume) e em uma área extensa da plataforma continental no período seco. Entretanto, o nitrato, usualmente um traçador da ACAS (Valentin *et al.*, 1986) não apresentou concentrações compatíveis com essa massa d'água (Paranhos *et al.*, este volume), provavelmente devido a um rápido consumo pelo fitoplâncton. Registros de elevada biomassa fitoplanctônica e baixas concentrações de nitrato (< 1µM) ocorrendo concomitantemente no Mar de Labrador foram reportados por Stuart *et al.* (2000) como o esgotamento deste nutriente pelo fitoplâncton.

Estudos na região de Cabo Frio reportam situações de floração de uma ou poucas espécies de diatomáceas como uma resposta à entrada de nutrientes gerando a produção nova (Valentin *et al.*, 1991). Na região de Cabo Frio e próximo ao Cabo de São Tomé, diatomáceas como *Chaetoceros* spp., *Pseudo-nitzschia* spp., *Leptocylin-drus* spp. e *Cylindrotheca closterium* foram responsáveis pela elevada densidade ($3,5 \times 10^5$ ind.L⁻¹) e biomassa (54 µgC.L⁻¹) no período chuvoso. Na plataforma interna ao norte da Bacia de Campos, onde não foi verificada a intrusão da ACAS, as diatomáceas *Cylindrotheca closterium*, *Pseudo-nitzschia* spp. e penatas pequenas NI (35 µm) apresentaram densidades inferiores ($5,2 \times 10^3$ ind.L⁻¹; 2,6 µgC.L⁻¹) àquelas verificadas na região de Cabo Frio, cujas águas superficiais foram enriquecidas pela mistura com a ACAS. Essas diatomáceas devido ao tamanho reduzido, apesar de abundantes, chegam a contribuir em 51 % da densidade dos autotróficos na região norte da plataforma interna, mas com apenas 4 % da biomassa. As espécies de dinoflagelados tecados (30 µm) NI e a cianobactéria *Trichodesmium* foram menos

abundantes ($< 140 \text{ ind.L}^{-1}$) e representaram apenas 6 % da densidade, entretanto possuem maior biomassa ($10,6 \text{ ngC.tricoma}^{-1}$ e $1,4 \text{ ngC.cel}^{-1}$, respectivamente) e contribuíram com 26 % da biomassa microplanctônica nesta região.

A diatomácea *Dactyliosolen fragilissimus* representou 60 % da densidade e 59 % da biomassa do microplâncton nas estações próximas ao Cabo de São Tomé e sul do Espírito Santo no período seco. Esta floração também pode estar relacionada ao enriquecimento das águas superficiais com nutrientes provenientes da intrusão da ACAS. As diatomáceas são capazes de responder rapidamente a pulsos de nutrientes (Cloern e Dufford, 2005), especialmente aquelas com elevadas taxas de divisão celular (Cermeño *et al.*, 2005) e com alta relação superfície:volume (Margalef, 1978), como as espécies alongadas e/ou de pequeno porte encontradas neste estudo. O predomínio de espécies com MDL inferiores a 50 μm confirma esta afirmativa.

Deve-se considerar também que a extensão da plataforma continental interna (até a isóbata de 50 m) varia ao longo da costa, sendo mais extensa ao norte e mais curta e íngreme ao sul da Bacia de Campos. Tais características podem contribuir com alterações nas condições hidrográficas, que acarretam diferenças na estrutura das populações do microplâncton. Além disso, a plataforma ao norte do Cabo de São Tomé se encontra sobre influência do rio Paraíba do Sul, principalmente durante o período chuvoso, quando a vazão é mais intensa, chegando a $2984 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ (Sterza e Fernandes, 2006). Este elevado fluxo de águas do rio Paraíba do Sul para a plataforma adjacente introduz não apenas nutrientes, mas também material particulado em suspensão (Rezende *et al.*, este volume), ocasionando uma redução da zona eufótica ($\bar{x} = 29 \text{ m}$) e provavelmente uma limitação de luz. Esta hipótese é corroborada pela baixa biomassa fitoplanctônica ($\bar{x} = 0,3 \mu\text{g Cla.L}^{-1}$) e o aumento da contribuição dos organismos heterotróficos (40%), para biomassa total do microplâncton incluindo ciliados *Strombidium*, *Lohmaniella* e *Leegaardiella* ao norte da Bacia de Campos no período chuvoso.

As cianobactérias filamentosas do gênero *Trichodesmium*, predominantemente *T. thiebautii* e *T. radians* constituíram um componente importante da comunidade (88% da biomassa) na área superficial próxima à quebra da plataforma continental e em estações oceânicas (isóbata de 3000 m) no período chuvoso. Espécies deste gênero são capazes de fixar nitrogênio atmosférico e são frequentemente observadas em regiões de águas tropicais oligotróficas. Estima-se que a fixação de nitrogênio atmosférico nos oceanos contribua com uma entrada global anual de aproximadamente 80

Tg de nitrogênio (Capone *et al.*, 1997), apesar da incerteza sobre a precisão desses dados, devido à falta de conhecimento sobre a distribuição de *Trichodesmium* e outros fixadores de nitrogênio no oceano (Tyrrell *et al.*, 2003). Evidências do processo de fixação de nitrogênio foram encontradas a partir de dados de razão isotópica do nitrogênio no sedimento da Bacia de Campos no período chuvoso (Angela Wagener, comunicação pessoal).

A distribuição de *Trichodesmium* nos oceanos foi associada às águas com temperaturas superiores a 25°C (Carpenter, 1983). Apesar de não ter sido o único fator a explicar a distribuição de *Trichodesmium* no leste do Mar da China, foi constatado uma relação direta entre abundância e temperaturas superiores a 28°C (Chang *et al.*, 2000), assim como sua distribuição no Oceano Atlântico Tropical foi associada a locais com camada de mistura mais rasa (Tyrrell *et al.*, 2003). Como as cianobactérias possuem a capacidade de regular sua posição na coluna d'água através de aerótopos, e assim absorver nutrientes na nutriclina (Capone *et al.*, 1997; Villareal e Carpenter, 2003), camadas de mistura mais rasas favorecem o movimento vertical. Neste trabalho, as cianobactérias constituíram o único grupo fitoplanctônico cujas densidades foram maiores na superfície. O desenvolvimento do gênero *Trichodesmium* coincidiu com o período de elevadas temperaturas da água (27-28°C) no período chuvoso, apesar de não apresentar correlação significativa (dados não mostrados). No período seco, o gênero *Trichodesmium* foi observado apenas no talude continental e em densidades inferiores.

Os registros de florações de *Trichodesmium* são freqüentes no litoral brasileiro, com a dominância de diferentes espécies em cada região. Esses eventos são comuns no sul do Brasil na Água Tropical (AT) ao longo de todo o ano (Gaeta, 1999) ou em águas de plataforma durante o verão e podem atingir áreas rasas (< 50m) próximas a costa (Brandini *et al.*, 1989; Siqueira *et al.*, 2006). Em águas oceânicas do Estado de São Paulo e Paraná *T. erythraeum* foi reportada (Gianesella-Galvão *et al.*, 1995, Siqueira *et al.*, 2006), enquanto *T. hildebrandtii* foi observada em Santa Catarina (Rörig *et al.*, 1998). No litoral do nordeste a maior parte dos registros é de *T. erythraeum* (Koenig e Macedo, 1999; Koenig *et al.*, 2009). Neste trabalho, *T. thiebautii* foi a espécie dominante deste gênero, mas *T. contortum*, *T. erythraeum*, *T. hildebrandtii* e *T. radians* também foram encontradas.

Com exceção de regiões de divergência das correntes marinhas em que ocorre o afloramento de águas ricas em nutrientes, as regiões oceânicas encontram-se lon-

ge da influência direta do aporte continental de nutrientes e, portanto, dependem de produção regenerada dentro de seu próprio sistema (Lalli e Parsons, 1993). As baixas densidades no talude continental ($< 10^3 \text{ ind.L}^{-1}$) durante este estudo foram típicas de regiões oceânicas do Atlântico Sudoeste, onde a Água Tropical (AT) oligotrófica domina a camada eufótica. Os organismos pertencentes ao picoplâncton e nanoplâncton ($< 20 \mu\text{m}$) dominam em ecossistemas oceânicos (Ekau e Knoppers, 1999) e são abordados por Rodrigues *et al.*, este volume. No talude continental na região compreendida entre o Cabo de São Tomé e a Baía de Todos os Santos, Tenenbaum *et al.* (2007) observaram densidades do microplâncton da ordem de 10^2 ind.L^{-1} associadas às baixas concentrações de clorofila a ($\sim 0,5 \mu\text{g.L}^{-1}$) e produção primária ($\sim 0,1 \text{ gC.m}^{-2}\text{d}^{-1}$, Ciotti *et al.*, 2007).

Quanto a composição do microplâncton autotrófico, houve predominância de dinoflagelados, especialmente de formas arredondadas e de pequeno tamanho ($20\text{-}50 \mu\text{m}$) cuja alta razão superfície:volume, favorece a absorção de nutrientes e minimiza a sedimentação na coluna d'água (Margalef, 1978). Os dinoflagelados foram mais expressivos na segunda profundidade do período chuvoso, já que na superfície a cianobactéria *Trichodesmium* foi mais representativa, enquanto no período seco os dinoflagelados foram dominantes em ambas as profundidades. As maiores densidades de dinoflagelados, especialmente tecados ($< 100 \mu\text{m}$) e atecados ($< 50 \mu\text{m}$), além de *Prorocentrum* foram observadas durante o período seco na plataforma e talude próximos de Cabo Frio e norte do Cabo de São Tomé (transectos A e F). Os dinoflagelados tecados, cuja identificação necessita de observação do arranjo das placas tecais, e os atecados da ordem Gymnodiniales, cuja identificação exige estudo do material vivo foram os táxons mais abundantes no talude e freqüentes em toda a Bacia de Campos. Ressalta-se a alta riqueza de espécies de dinoflagelados no talude continental, como *Neoceratium* (33 espécies), *Oxytoxum* (17 espécies), *Prorocentrum* (13 espécies) e *Corythodinium* (quatro espécies). Considerando apenas as isóbatas mais externas (1900 e 3000 m), 37 táxons foram exclusivos dessas estações. Dentre esses, 25 são dinoflagelados como, por exemplo, *Ceratocorys horrida*, *Histioneis hyalina*, *Neoceratium azoricum*, *N. extensum*, *N. setaceum*, *N. vultur*, *Ornithocercus heteroporus*, *Oxytoxum caudatum* e *O. cf. sphaeroideum*, além dos ciliados *Laboea spp.*, *Didinum spp.* e *Tiarina fusus*. As únicas cinco espécies de diatomáceas foram *Asterolampra marylandica*, *Asteromphalus arachne*, *Asteromphalus sarcophagus*, *Chaetoceros pendulus* e *Isthmia enervis*, que são indicadoras de águas oceânicas

oligotróficas (Hannachi, *et al.*, 2008, Reynolds, 2006, Cronberg *et al.*, 2004) O padrão de maior diversidade associada a regiões oceânicas e oligotróficas já foi descrito por Hulburt (1963).

Os dinoflagelados mixotróficos como *Dinophysis hastata* e heterotróficos, como *Histioneis cf. crateriformis*, *H. elongata*, *H. hyalina*, *Pronoctiluca spinifera*, *Protoperdinium cf. pallidum*, *P. cf. steinii* e *Warnovia* spp. apresentaram uma maior contribuição no talude continental em ambos os períodos, apesar das baixas densidades (< 50 ind.L⁻¹). Estes organismos possuem estratégias adaptativas para sobreviver em ambientes estratificados (Margalef, 1978) e com limitação de nutrientes (Larsen e Sournia, 1991), sendo favorecidos competitivamente nessas condições (Gaines e Elbrächter, 1987). Outros organismos heterotróficos, tais como ciliados, foram menos representativos no talude do que na plataforma continental e contribuíram em média com 20 % da comunidade neste sistema. De hábito nerítico, *Leegaardiella*, *Lohmaniella* e *Laboea* são comumente observados em águas do Oceano Atlântico (Bolotovskoy, 1999), destacando-se na plataforma continental durante o período chuvoso. No talude continental, a densidade média dos heterotróficos foi de 28 ind.L⁻¹ nos dois períodos amostrados. Valores de 290 cel.L⁻¹ foram reportados por Tenenbaum *et al.* (2007) no Atlântico Sul entre o Cabo de São Tomé e a Baía de Todos os Santos. Leakey *et al.* (1996) encontraram no noroeste do Oceano Índico uma abundância dos ciliados aloricados entre 24 e 815 cel.L⁻¹, sendo que os tintínideos contribuíram com no máximo 21% da densidade. Dolan *et al.* (2002) encontraram valores de densidade de ciliados oligotríqueos que variaram de 3000 cel.L⁻¹ na ressurgência de Marrocos (oeste do Mediterrâneo) até 500 cel.L⁻¹ nas águas oligotróficas do leste do Mediterrâneo. A densidade dos tintínideos variou de 20 cel.L⁻¹ a 100 cel.L⁻¹ nas mesmas estações na costa do Marrocos. O fato dos ciliados utilizarem bactéria, além de nanoplâncton e microflagelados como fonte de alimento os caracteriza como um importante componente no fluxo de carbono da alça microbiana para os níveis tróficos superiores (Bernard e Rassoulzadegan, 1990).

Considerações finais

Na região da Bacia de Campos os sistemas de plataforma continental e oceânico interagem através de forçantes físicas que atuam na escala intra-sazonal causando o enriquecimento das águas superficiais costeiras favorecendo o desenvolvimento do fitoplâncton em áreas afastadas da drenagem continental e aumentando assim a entrada e o fluxo de energia no sistema pelágico.

Enquanto a plataforma continental foi caracterizada pelas altas densidades do microplâncton, clorofila a e taxa de produção primária, além da dominância de diatomáceas, a maior riqueza de espécies e o predomínio de dinoflagelados ocorreram no talude. A individualização dos períodos de amostragem foi evidenciada pelas maiores concentrações dos nutrientes nitrato e ortofosfato assim como a sílica, no período seco, provavelmente devido à intrusão da ACAS em uma área mais extensa da plataforma continental. Enquanto o período chuvoso foi caracterizado pela alta representatividade da cianobactéria filamentosa *Trichodesmium*, a ocorrência de maior número de espécies do dinoflagelado *Neoceratium* e biomassa de ciliados mais elevada.

Agradecimentos

Aos colegas Rodolfo Paranhos (UFRJ) e Eliane González-Rodríguez (IEAPM) pela disponibilização dos dados de clorofila, nutrientes e produção primária usados na análise de RDA.

Ao Sérgio Rosso (USP), Fernando Pulgati (UFRGS) e Marcelo Manzi (UERJ) pelo apoio e ensinamentos no tratamento dos dados.

Referências Bibliográficas

- Anderson, M.J., 2001. A new method of non-parametric multivariate analysis of variance. *Australian Ecology* 26, 32–46.
- Balech, E., 1988. Los dinoflagelados del Atlantico sudoccidental. *Publicaciones Especiales. Instituto Espanol de Oceanografía, Vol. 1, Madrid, 309 p.*
- Bassani, C., Bonecker, A.C.T., Bonecker, S.L.C., Nogueira, C.R., Reis, J.M.L., Nascimento, L.R., 1999. Plâncton do litoral norte do Estado do Rio de Janeiro (21°00' a 23° 30' S) – análise e síntese do conhecimento. In: Silva, S. H. G., Lavrado, H. P. (Eds.), *Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro, Vol. 7. Série Oecologia Brasiliensis, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, pp. 99-120.*
- Belmiro, *et al.* este volume
- Bernard, C., Rassoulzadegan, F., 1990. Bacteria or microflagellates as a major food source for marine ciliates - possible implications for the microzooplankton. *Marine Ecology and Progressive Series* 64, 147-155
- Boltovskoy, D., 1999. *South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, 1706 p.*
- Boney, A.D., 1975. *Phytoplankton. Institute of Biology's Studies in Biology, Vol. 52, Edward Arnold, London, 124 p.*
- Brandini, F.P., Lopes R.M., Gutseit, K.S., Spach, H.L., Sassi, R., 1997. *Planctonologia na plataforma continental do Brasil: Diagnose e revisão bibliográfica, MMA/ CIRM/FEMAR, 196 p.*
- Brandini, F.P.; Moraes, C.L.B., Thamm, C.A., 1989. Shelf break upwelling, subsurface maxima of chlorophyll and nitrite, and vertical distribution of a subtropical nano - and microplankton community off southeastern Brazil. In: Brandini, F.P. (Ed.), *Memórias do III Encontro Brasileiro de Plâncton. UFPR, Caiobá, pp. 47-56.*
- Calbet, A., 2008. The trophic roles of microzooplankton in marine systems. *ICES Journal of Marine Science* 65, 325–331.
- Campos, E.J.D.; Velhote, D.; Silveira, I.C.A., 2000. Shelf break upwelling driven by Brazil Current cyclonic meanders. *Geophysical Research Letters* 27, 751-754.
-

-
- Capone, D.G., Zehr, J.P., Paerl, H.W., Bergman, B., Carpenter, E.J., 1997. *Trichodesmium*, a globally significant marine cyanobacterium. *Science* 276, 1221-1229.
- Carpenter, E. J., Subramaniam, A., Capone, D. G. 2004. Biomass and primary productivity of the cyanobacterium *Trichodesmium* spp. in the tropical N Atlantic ocean. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 173-203.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, second edition. PRIMER-E: Plymouth, 172 p.
- Ciotti, A.M., Gonzalez-Rodriguez, E., Andrade, L., Paranhos, R., Carvalho, W.F., 2007. Clorofila a, Medidas Bio-ópticas e Produtividade Primária. In: Valentin, J.L (Ed.), Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ). Ideal Gráfica e Editora, Brasília, pp. 61-72.
- Chang, J., Chiang, K. P., Gong, G. C., 2000. Seasonal variation and cross-shelf distribution of the nitrogen-fixing cyanobacterium, *Trichodesmium*, in southern East China Sea. *Continental Shelf Research* 20, 479-492.
- Chen, X., Lohrenz, S.E., Wiesenburg, D.A., 2000. Distribution and controlling mechanisms of primary production on the Louisiana-Texas continental shelf. *Journal of Marine Systems* 25, 179-207.
- Cloern, J.E., Dufford, R., 2005. Phytoplankton community ecology: principles applied in San Francisco Bay. *Marine Ecology Progress Series* 258, 11-28.
- Cermeño, P. Marañón, E., Rodríguez, J., Fernández, E., 2005. Size dependence of coastal phytoplankton photosynthesis under vertical mixing conditions. *Journal of Plankton Research* 27, 473-483.
- Cronberg, G., Carpenter, E.J., Carmichael, W.W., 2004. Taxonomy of harmful cyanobacteria. In: Hallegraff, G.M., Anderson, D.M., Cembella, A.D. (Eds.), *Manual on harmful marine microalgae*. UNESCO, Monographs on Oceanographic Methodology, pp. 523-562.
- Cupp, E.E., 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. In: Sverdrup, H.U., Fleming, R.H., Miller, L.H., ZoBell, C.E. (Eds.), *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California La Holla*, Vol. 5, California, pp. 1-238.
-

-
- Dodson, A.N., Thomas, W.H., 1978. Reverse filtration. In: Sournia, A. (Ed.), Phytoplankton Manual. UNESCO, Paris, pp. 104 -107.
- Dolan, J.R., Claustre, H., Carlotti, F., Plounevez, S., Moutin, T., 2002. Microzooplankton diversity: relationships of tintinnid ciliates with resources, competitors and predators from Atlantic Coast of Marroco to the Eastern Mediterranean. Deep-Sea Research I 49, 1217-1232.
- Ekau, W., Knoppers, B., 1999. An introduction to the pelagic system of the North-East and East Brazilian shelf. Archives of Fisheries Marine Research 47, 113-132.
- Fischer, G., Reuter, C., Karakas, G., Nowald, N., Wefer, G., 2009. Offshore advection of particles within the Cape Blanc filament, Mauritania: results from observational and modelling studies, Progress in Oceanography 83, 322–330.
- Gaeta, S.A., 1999. Produção Primária na Região Oeste do Atlântico Sul. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, Tese de Livre Docência, 140 p.
- Gaeta, S.A., Brandini, F. P., 2006. Produção primária do fitoplâncton na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: Rossi-Wongtschowski, C.L.B., Madureira, L.S.P. (Eds.), O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, pp. 219-264.
- Gaines, G., Elbrachter, M., 1987. Heterotrophic nutrition. In: Taylor, F.J.R. (Ed.), The Biology of Dinoflagellates. Blackwell Scientific, Oxford, pp. 224-268.
- Gianesella-Galvão, S.M.F., Costa, M.P.F., Kutner, M.B.B., 1995. Bloom of *Oscillatoria (Trichodesmium) erythraea* (Ehr.) Kutz. in coastal waters of the Southwest Atlantic. Publicação Especial do Instituto Oceanográfico, São Paulo 11, 133-140.
- Gonzalez-Rodriguez, E., Valentin, J.L., André, D.L., Jacob, S.A., 1992. Upwelling and downwelling at Cabo Frio (Brazil): comparison of biomass and primary production responses. Journal of Plankton Research 14, 289-306.
- Gonzalez-Rodriguez et al., este volume
- Hannachi, I., Drira, Z., Belhassen, M., Hamza, A., Ayadi, H., Bouain, A., Aleya, L., 2008. Abundance and biomass of the ciliate community during a spring cruise in the Gulf of Gabes (Eastern Mediterranean Sea, Tunisia). Acta protozoologica 47, 293–305.
-

-
- Hasle, G.R., Syvertsen, E.E., 1997. Marine Diatoms. In: Thomas, C.R. (Ed.), Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press, San Diego, pp. 5-385.
- Heimdal, B.R., 1997. Modern Coccolithophorids. In: Thomas, C.R. (Ed.), Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press, San Diego, pp. 731-858.
- Hillebrand, H., Dürselen, C., Kirschtel, D., Pollinger, U., Zohary, T., 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of Phycology* 35, 403-424.
- Holliday, N.P., Waniek, J.J., Davidson, R., Wilson, D., Brown, L., Sanders, R., Pollard, R.T., Allen J.T., 2006. Large-scale physical controls on phytoplankton growth in the Irminger Sea. Part I: hydrographic zones, mixing and stratification. *Journal of Marine Systems* 59, 201–218.
- Hulburt, E.M., 1963. The diversity of phytoplanktonic populations in oceanic, coastal and estuarine regions. *Journal of Marine Research* 21, 81-93.
- Hustedt, F., 1930. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. In: Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreichs und der Schweiz. Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H. Leipzig, pp. 1-920.
- Koenig, M.L., Macedo, S.J., 1999. Hydrology and phytoplankton community structure at Itamaracá-Pernambuco (Northeast Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 42, 1-12.
- Koenig, M.L., Wanderley, B.E., Macedo, S.J., 2009. Microphytoplankton structure from the neritic and oceanic regions of Pernambuco State. *Brazilian Journal of Biology* 69, 1037-1046.
- Komárek, J., Anagnostidis, K., 1989. Modern approach to the classification system of cyanophytes (Nostocales). *Archiv fuer Hydrobiologie. Supplementband Monographische Beitrage* 82, 247-345.
- Komárek, J., Anagnostidis, K., 2005. Oscillatoriales. In: Büdel, B., Krienitz, L., Gärtner, G., Schagerl, M. (Eds.): *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Elsevier/Spektrum, Heidelberg, pp. 1-759.
- Lalli, C.M., Parsons, T.R., 1993. *Biological Oceanography: An Introduction*. Pergamon Press, New York, 301 p.
- Larsen, J., Sournia, A., 1991. The diversity of heterotrophic dinoflagellates. In: Patterson, D.J., Larsen, J. (Eds.), *The biology of free-living heterotrophic flagellates*. Systematic Association Special, Vol. 45, Clarendon Press, Oxford, pp. 313-332.
-

-
- Laybourn-Parry, J., 1992. Protozoan Plankton Ecology. Chapman and Hall, New York. 231 p.
- Leakey, R.J.G., Burkhill, P.H., Sleight, M.A., 1996. Planktonic ciliates in the northwestern Indian Ocean: their abundance and biomass in waters of contrasting productivity. *Journal of Plankton Research* 18, 1063-1071.
- Lopes, E.S.F., 2007. A macrofauna fital de *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva e sua influência na taxa de crescimento da alga em um cultivo em Ubatuba, SP. Tese de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade de São Paulo, 64 p.
- Lund, J.W.G., Kipling, C. D. and le Cren, E., 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiology* 11, 143-170.
- Macedo, F.E., Valentin, J.L., 1974. O plâncton na ressurgência de Cabo Frio (Brasil). III- Primeiras observações sobre o microfitoplâncton. *Publicações do Instituto de Pesquisas da Marinha* 84, 1-10.
- Macedo, F.E., Tenenbaum, D.R., Valentin, J.L., 1975. O plâncton na ressurgência de Cabo Frio (Brasil): VI. Composição florística e suas variações de comportamento nas águas da estação fixa oceânica. *Publicações do Instituto de Pesquisas da Marinha* 87, 1-16.
- Mann, K. H. e Lazier, J. R. N., 1991. *Marine Ecosystems*, Blackwell Scientific Publications, 466 p.
- Margalef, R., 1978. Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstabel environment. *Oceanologica acta* 1, 493-509.
- Menden-Deuer, S., Lessard, E.J., 2000. Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton. *Limnology and Oceanography* 45, 569–579.
- Mendes, M.C.Q., 2006. Variações na composição específica, densidade celular e biomassa do microfitoplâncton em função do gradiente vertical definido pela atenuação da luz: Bacia de Campos, RJ. Monografia de Bacharelado em Biologia Marinha. Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 76 p.
-

-
- MMA, 2006. Disponível em <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=19>. Acessado em 20 de abril de 2011.
- Montagnes, D.J.S., Franklin, D.J., 2001. Effect of temperature on diatom volume, growth rate, and carbon and nitrogen content: reconsidering some paradigms. *American Society of Limnology and Oceanography* 46, 2008-2018.
- Moraes, R.R., Nascimento, S. M., Gonzalez-Rodriguez, E., 2010. Estudo da Comunidade Fitoplanctônica na região de ressurgência em Arraial do Cabo, RJ, Brasil. In: XIII Congresso Brasileiro de Ficologia. Anais do XIII CBFIC, Paraty.
- Paranhos et al., este volume
- Purcell, C.A., 2005. Biomassa e produção primária fracionadas (pico-, nano- e microfitoplâncton), e a contribuição relativa do compartimento heterotrófico à biomassa microplanctônica na ressurgência de Cabo Frio (RJ). Tese de Mestrado em Oceanografia Biológica. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, 86 p.
- Reynolds, C.S., 2006. Ecology of phytoplankton. Cambridge, Cambridge University Press, 535 p.
- Rezende et al., este volume
- Ricard, M., 1987. Atlas du Phytoplancton Marin. Diatomophycées. CNRS 2, Paris, 297 p.
- Rodrigues et al., este volume.
- Rörig, L. R., Yunes, J.S., Kuroshima, K.N., Schetinni, C.A.F., Pezzuno, P.R., Proença, L.A.O., 1998. Studies on the ecology and toxicity of *Trichodesmium* spp. blooms in southern Brazilian coastal waters. In: Reguera, B., Blanco, J., Fernández, M.L., Wyatt, T. (Eds.), Harmful Algae. Xunta de Galicia and IOC of UNESCO, pp. 22-25.
- Sieburth, J.M., Smetacek, V., Lenz, J., 1978. Pelagic ecosystem structure: Heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. *Limnology and Oceanography* 23, 1256-1263.
- Silveira, I.C.A., 2007. O sistema corrente do Brasil na Bacia de Campos, RJ. Dissertação de doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, 160 p.
-

-
- Siqueira, A., Kolm, H.E., Brandini, F.P., 2006. Offshore distribution patterns of the cyanobacterium *Trichodesmium erythraeum* Ehrenberg and associated phyto- and bacterioplankton in the southern atlantic coast (Paraná, Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49, 323-337.
- Steidinger, K.A, Tangen, K., 1997. Dinoflagellates. In: Thomas, C.R. (Ed.), *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press, San Diego, pp. 387-584.
- Sterza, J.M.; Fernandes, L.L., 2006. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil). Characterization during a three-year study. *Brazilian Journal of Oceanography* 54, 95-105.
- Stuart, V., Sathyendranath, S., Head, E.J.H., Platt, T., Irwin, B., Maass, H., 2000. Bio-optical characteristics of diatom and prymnesiophyte populations in the Labrador Sea. *Marine Ecology and Progressive Series* 201, 91–106
- Sun, J., Liu, D., 2005. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 25, 1331-1346.
- Taylor, F.J.R., 1976. Dinoflagellates from the international Indian Ocean Expedition. A report on material collectes by the R.V. “Anton Bruun” 1963-1964. *Biblioteca Botanica* 132, 1-234.
- Tenenbaum, D.R., Gomes, E.A.T., Guimarães, G.P., 2007. Microorganismos planctônicos: pico, nano e micro. In: Valentin, J.L. (Ed.), *Características hidrobiológicas da região central da zona econômica exclusiva brasileira (Salvador, BA ao Cabo de São Tome, RJ)*. MMA, Brasília, pp. 83-124.
- Tomas, C. R., 1997. *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press, San Diego, California, 858 p.
- Tyrrell, T., Marañón, E., Poulton, A.J., Bowie, A.R., Harbour, D.S., Woodward, E.M.S., 2003. Large-scale latitudinal distribution of *Trichodesmium* spp. in the Atlantic Ocean. *Journal of Plankton Research* 25 (4), 405-416.
- Utermöhl, H., 1958. Perfeccionamento del método cuantitativo del fitoplancton. *Asociacion International Limnología Teórica y Aplicada*, Comi 9, 1-89.
- Valentin, J.L., 2000. *Ecologia numérica. Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Interciência, Rio de Janeiro, 117 p.
-

-
- Valentin, J.L., Barth, R., Caris, M.E., Macedo-Saidah, F.E., Monteiro-Ribas, W.M., Mureb, M.A., Pessotti, E., Tenenbaum, D.R., 1977. Evolução das características biológicas nas águas da ressurgência de Cabo Frio (Brasil) durante um fundeio de 4 dias na estação fixa. Publicações do Instituto de Pesquisas da Marinha 103, 1-4.
- Valentin, J.L., André, D.L., Monteiro-Ribas, W.M., Tenenbaum, D.R., 1978. Hidrologia e plâncton da região costeira entre Cabo Frio e o Estuário do Rio Paraíba (Brasil). Publicações do Instituto de Pesquisas da Marinha 127, 1-24.
- Valentin, J.L., Lins da Silva, N.M., Monteiro-Ribas, W.M., Mureb, M.A., Bastos, C.B.T., Tenenbaum, D.R., André, D.L., Jacob, S.A., Pessotti, E., 1986. Le plancton dans l'upwelling de Cabo Frio (Brésil): microrépartition spatio-temporale à une station fixe. Annales de l'Institut Oceanographique, Paris 62(1): 117-135.
- Valentin, J.L., Macedo-Saidah, F.E., Tenenbaum, D.R., Silva, N.M.L., 1991. Diversidade específica para a análise das sucessões fitoplanctônicas: aplicação ao ecossistema da ressurgência de Cabo Frio (RJ). Nerítica 6, 7-26.
- Valiela, I., 1995. Marine ecological processes, 2nd. edition. Springer, 686 p.
- Varela, M., Prego, R., 2003. Hydrography and phytoplankton in an isolated and non-pristine ria area: the A Coruña Harbour (NW Spain). Acta Oecologica 24, 113-124.
- Vianna, S.C., 2008. O microplâncton na Bacia de Campos. Tese de Mestrado em Botânica. Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 101 p.
- Villareal, T.A., Carpenter, E.J., 2003. Buoyancy regulation and the potential for vertical migration in the oceanic cyanobacterium *Trichodesmium*. Microbial Ecology 45, 1-10.
- Wood, E.J.F., 1968. Dinoflagellates of the Caribbean Sea and adjacent areas. University of Miami Press, Miami, 142 p.
- Zoffoli, M.L., 2009. Estudo de variabilidade temporal da abundância fitoplanctônica na região de ressurgência de Cabo Frio, RJ, através de diferentes abordagens e escalas de análises. Tese de Mestrado em Biologia marinha. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 99 p.
-

VI. COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

Resumo

As variações sazonais do zooplâncton encontradas em regiões costeiras são determinadas principalmente pela influência das chuvas e por fenômenos oceanográficos regionais. Em oceanos tropicais, a dinâmica sazonal das comunidades planctônicas é muito menos marcada do que a observada para ecossistemas aquáticos temperados. Este estudo objetivou investigar as diferenças na comunidade zooplânctônica entre plataforma e talude e entre as cinco massas de água, na Bacia de Campos. Diferenças na densidade, biomassa e estrutura da comunidade entre as regiões em cada transecto foram testadas através do teste PERMANOVA. Diferenças no zooplâncton entre as massas de água foram testadas através dos testes de Kruskal-Wallis e ANOSIM. A distribuição horizontal do microzooplâncton (120 μm) e do mesozooplâncton (200 μm) foi semelhante e as maiores biomassas e densidades foram observadas na plataforma. No período chuvoso diferenças significativas na densidade desses organismos foram observadas somente na região de Cabo Frio. A Água Tropical (AT) apresentou biomassa e densidade superiores às demais massas de água. Copepoda foi o grupo zooplânctônico mais representativo nas duas regiões, nos dois períodos de estudo e nas massas de água AT, Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e Água Intermediária Antártica (AIA). Na Água Circumpolar Superior (ACS) e na Água Polar do Atlântico Norte (APAN), Copepoda só não foi dominante durante o período chuvoso, quando Radiolaria foi o grupo mais representativo do microzooplâncton (64 μm). As maiores diversidades do mesozooplâncton foram observadas no talude quando comparado a plataforma continental. As massas de água que apresentaram as maiores diversidades foram a ACAS, durante o período chuvoso e a ACS durante o período seco. No período chuvoso, a ACS apresentou a estrutura da comunidade mesozooplânctônica similar a AIA enquanto no período seco foi observada semelhança tanto com a AIA quanto com a APAN. Observou-se na Bacia de Campos a ocorrência de 14 táxons até o presente estudo não conhecidas para o Atlântico Sul Ocidental, o que demonstra o caráter pioneiro deste estudo para o conhecimento sobre a distribuição e ocorrência das espécies zooplânctônicas.

Introdução

O zooplâncton é constituído por uma variedade de filos animais, caracterizados pelo poder limitado de locomoção (Bonecker *et al.*, 2009). Este grupo de organismos tem um papel fundamental nos ecossistemas marinhos, por sua capacidade de controlar as populações fitoplanctônicas através da predação ou da ação de predador (Nybakken e Bertness, 2005). As variações sazonais do zooplâncton encontradas em regiões costeiras são determinadas principalmente pela influência das chuvas e por fenômenos oceanográficos regionais (Eskinazi-Sant'Anna e Bjornberg, 2006; Dias *et al.*, 2010). Em oceanos tropicais, a dinâmica sazonal das comunidades planctônicas é muito menos marcada do que a observada para ecossistemas aquáticos temperados. Isso decorre principalmente da luz abundante e das altas temperaturas nessas regiões ao longo de todo ano (Hoover *et al.*, 2006).

Entre os habitats marinhos, o Atlântico Sul é um dos menos conhecidos, particularmente em relação a muitos grupos holoplânctônicos (Boltovskoy *et al.*, 2005). Boltovskoy *et al.* (2003) argumenta que é esperada uma baixa diversidade em escala global, devido às poucas e difusas barreiras para a distribuição do zooplâncton. Baseado nessa premissa, o número de espécies conhecidas para o Atlântico Sul provavelmente está muito aquém da riqueza real para muitos grupos zooplancônicos (Boltovskoy *et al.*, 2005). Uma das principais causas para a lacuna no conhecimento sobre a ocorrência e distribuição das espécies zooplancônicas é a permanência do oceano profundo como uma fronteira ainda pouco explorada (Robison, 2004), notadamente no Atlântico sudoeste. Numerosos estudos foram feitos sobre a estrutura da comunidade zooplancônica em regiões neríticas e na zona epipelágica, enquanto informações sobre as comunidades meso- e batipelágicas são extremamente limitadas.

Na plataforma brasileira, pesquisas sobre a distribuição do zooplâncton têm sido realizadas desde o final do século XIX com expedições oceanográficas (Brandini *et al.*, 1997). Durante as últimas décadas o conhecimento da distribuição do zooplâncton em relação aos maiores sistemas de circulação, principalmente das regiões sul e sudeste do país, tem aumentado (Lopes *et al.*, 2006). Na região da Bacia de Campos, Valentin *et al.* (1987) estudaram os grupos mais abundantes do zooplâncton no sistema de ressurgência de Cabo Frio, observando maiores densidades e biomassas durante o período de ressurgência e a dominância de

Copepoda. Em outro estudo Valentin e Monteiro-Ribas (1993) avaliaram a estrutura da comunidade zooplânctônica desde o arquipélago de Abrolhos até Cabo Frio e verificaram um aumento da biomassa e decréscimo da diversidade em direção às menores latitudes. Em 2006 e 2007, foram publicados os resultados sobre o zooplâncton gerados pelo Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE), Score Central, (Bonecker, 2006; Bonecker *et al.*, 2007) abrangendo a região da Bacia de Campos. Este estudo foi realizado nos anos de 1998 e 2000 e visou o levantamento da composição e distribuição das espécies zooplânctônicas, na região epipelágica, desde a plataforma interna até a isóbata de 3.000 m. Como resultado deste projeto, foram registradas as distribuições de 141 espécies zooplânctônicas, sendo 70 espécies de Copepoda, 27 espécies de Decapoda, 17 espécies de Chaetognatha, 15 espécies de Appendicularia, oito espécies de Salpida e quatro de Doliolida.

Estudos ao longo da costa brasileira no mar profundo são raros. Em função da baixa disponibilidade de alimento no mar profundo, há uma quantidade limitada de organismos que esses sistemas podem sustentar (Nybakken e Bertness, 2005). Assim, de uma maneira geral, com o aumento da profundidade é esperado o decréscimo da biomassa, da densidade e da diversidade (Weikert, 1982; Robison, 2004). Em um estudo sobre a distribuição vertical de Copepoda na Bacia de Campos, Dias *et al.* (2010) observaram a redução das densidades desde os primeiros metros da coluna de água até 2.300 m de profundidade.

Para preencher algumas dessas lacunas sobre a comunidade zooplânctônica no Atlântico sudoeste, este estudo objetivou responder a duas principais questões: 1 - Existe diferença entre plataforma e talude, considerando as variações provenientes da contribuição continental na plataforma e a ocorrência de variações latitudinais relacionadas a fenômenos como a ressurgência de Cabo Frio e a foz do rio Paraíba do Sul em São João da Barra? 2- Existe diferença entre as cinco massas de água, tendo em vista as diferentes propriedades de cada uma delas?

Material e Métodos

1 – Biomassa do zooplâncton

A estimativa da biomassa das amostras de microzooplâncton da rede multi-net da malha de 64 µm (microzooplâncton – 64 µm) foi feita através das imagens dos organismos capturadas pela FlowCAM® (*Flow Cytometer And Microscope, Fluid Imaging Technologies*, Yarmouth, Estados Unidos da América) (Sieracki *et al.*, 1998). A estimativa da biomassa (mg m^{-3}) de cada grupo taxonômico foi calculada a partir do ESD (Equivalent Spherical Diameter) de cada partícula; após da obtenção do biovolume individual, foram aplicadas as equações 1 e 2 assumindo que $1 \text{ mm}^3 \approx 1 \text{ mg}$ de peso úmido (Grosjean *et al.* 2004; Hernan e Harvey 2006; Schultes e Lopes, 2009).

Equação 1:

$$\sum \text{Biovolume individual } (\mu\text{g}^3) \xrightarrow{\text{Converter}} \text{mm}^3 = \text{Peso individual: } 1 \text{ mm}^3 \sim 1 \text{ mg}$$

Equação 2:

$$\text{Biomassa } (\text{mg m}^{-3}) = \frac{\sum \text{Peso de cada classe taxonomica} \times \text{Fatores de diluição}}{\text{Volume filtrado pela rede}}$$

A estimativa da biomassa (g.m^{-3}) das amostras do microzooplâncton da malha de 120 µm (microzooplâncton – 120 µm) e do mesozooplâncton (malha de 200 µm) foi feita através do método de peso úmido (Beers, 1981). Cada amostra foi pesada individualmente com balança de precisão (Ainsworth.21N). Após a pesagem, a amostra foi conservada em formol a 4% tamponado com bórax.

2 – Triagem do zooplâncton

As amostras referentes ao microzooplâncton – 64 µm foram processadas com uma FlowCAM® (*Flow Cytometer And Microscope, Fluid Imaging Technologies*). Nesse equipamento foram realizadas contagens rápidas, obtendo imagens e medidas de organismos individuais de tamanhos variados. O aparelho armazena uma imagem digital de cada organismo juntamente com suas medidas de tamanho e propriedades ópticas. A partir dessas informações quantitativas sobre cada organismo imageado, foi utilizado o programa *Visual Spreadsheet* para a classificação semi-automática dos organismos de acordo com a base de treinamento previamente estabelecida.

As amostras do microzooplâncton – 120 µm e do mesozooplâncton foram fracionadas com auxílio do *Folsom Plankton Sample Splitter* (Hydro-bios) (McEwen *et al.*, 1954). Em seguida, os organismos foram triados até um mínimo de 100 indivíduos por grupo. Para a triagem dos grupos muito abundantes, tais como Copepoda (com exceção de Monstrilloida) e Cladocera, quando necessário, foi utilizado um método de subamostragem com subamostrador de volume conhecido (10 mL). Nesses casos, após o fracionamento das amostras, a menor fração foi diluída em um béquer até um volume conhecido. Após a diluição, foram retirados no mínimo 30 mL e no máximo um volume que não superasse 10% da diluição inicial (Frontier, 1981).

Para aumentar a acurácia dos resultados obtidos na triagem dos organismos, antes do início da triagem do microzooplâncton – 64 µm, 10% das amostras foram selecionadas aleatoriamente. Essas foram processadas em réplica na FlowCAM para a avaliação do nível de variabilidade da análise automática executada pelo programa *Visual Spreadsheet*. Da mesma forma, 10% das amostras do microzooplâncton – 120 µm e do mesozooplâncton triadas pelo mesmo triador foram selecionadas aleatoriamente para serem reexaminadas. Quando foi necessária uma nova triagem para grupos, esta foi feita na mesma fração e diluição utilizada para a primeira triagem. Nesses casos, os grupos foram contados para o controle da qualidade da triagem.

A triagem foi aceita quando o número de organismos observados após o reexame foi menor ou igual a 20% do total de organismos separados na primeira triagem. Quando esse número foi superior a 20%, a triagem foi invalidada e em seguida foram sorteadas mais 10% das amostras do mesmo triador para uma nova avaliação.

3 – Identificação do zooplâncton

A identificação dos grupos pela FlowCAM® (microzooplâncton – 64 µm) foi realizada em grandes grupos, definidos de acordo com as características de cada conjunto de amostras provenientes das diferentes massas de água. Esses grupos foram discriminados durante o processamento das amostras e identificados pelo programa de aprendizado *Visual Spreadsheet*, executado durante a operação do equipamento.

A identificação dos grupos do mesozooplâncton foi feita com o maior refinamento possível sob microscópio estereoscópico (Zeiss modelo Stemi SV6) e microscópio (Olympus Tokyo modelo 210582), com auxílio de bibliografia especializada (Appendicularia – Esnal, 1999, Bonecker e Carvalho, 2006; Cladocera – Onbé, 1999; Cephalopoda – Sweeney *et al.*, 1999, Vecchione *et al.*, 2001; Copepoda – Bradford-Grieve *et*

al., 1999, Dias e Araujo, 2006; Chaetognatha – Avila *et al.*, 2006; Ctenophora – Mianzan, 1999, Oliveira e Migotto, 2006; Decapoda – Pohle *et al.*, 1999, Fernandes *et al.*, 2006; Doliolida – Esnal e Da Ponte, 1999a, Bonecker e Quintas, 2006a; Euphausiacea – Gibbons *et al.*, 1999; Hydromedusa – Bouillon, 1999; Salpidae – Esnal e Da Ponte, 1999b, Bonecker e Quintas, 2006b; e Siphonophorae – Totton, 1965, Pugh, 1999). Ao final da identificação, os organismos do subfilo Crustacea foram preservados em álcool 75% e os demais grupos zooplancônicos em formol a 4% tamponado com bórax.

O nome de todas as espécies e grupos taxonômicos identificados seguiu o ITIS (Integrated Taxonomic Information System, 2011). Após a identificação, os organismos foram tombados na coleção de zooplâncton do Laboratório Integrado de Zooplâncton e Ictioplâncton da Universidade Federal do Rio de Janeiro (DZUFRJ).

Grupos não identificados, tais como Radiolaria, Foraminifera, Bivalvia (larva), Gastropoda (larva), Carinariidae, Thecosomata, Polychaeta (larva e adulto planctônico), Brachiopoda, Cirripedia (larva), Amphipoda, Isopoda, Cumacea, Tanaidacea, Mysida, Echinodermata (larva), Ascidiacea (larva) e Cephalochordata, foram contados e contribuíram para a densidade total do zooplâncton.

4 – Análise dos dados

Para testar a variação horizontal na camada subsuperficial (amostras a 1 m de profundidade), o efeito das variáveis região (plataforma e talude) e transecto (A, C, D, F, H e I) na biomassa e na densidade do microzooplâncton – 64 e 120 μm e do mesozooplâncton, foi utilizada a análise de variância não paramétrica fatorial (np MANOVA). Com o objetivo de atender ao pressuposto de replicação das amostras para a realização da análise np MANOVA, as isóbatas em cada transecto foram pareadas duas a duas, de acordo com a proximidade. Nos casos de ausência de amostras em alguma isóbata, os dados da isóbata anterior foram duplicados. Diferenças na biomassa e na densidade do microzooplâncton – 64 e 120 μm e do mesozooplâncton entre as massas de água do talude foram verificadas por meio do teste de Kruskal-Wallis.

Os padrões associados à riqueza e à equitabilidade do mesozooplâncton foram verificados através do índice de diversidade de Shannon, com logaritmo na base 2. O índice de diversidade de Shannon foi calculado para todas as estações amostrais da plataforma e do talude a um metro de profundidade e para todas as massas de água do talude.

A análise np MANOVA foi utilizada para verificar diferenças na estrutura da comunidade mesozooplancônica entre plataforma e talude, considerando a variação entre os transectos. As isóbatas em cada transecto foram pareadas duas a duas e no período seco, devido à ausência de amostras na última isóbata dos transectos H e I, os dados da isóbata anterior foram duplicados. Para verificar diferenças na estrutura da comunidade entre as massas de água do talude foi utilizada a análise de similaridade (ANOSIM). Os dados para o ANOSIM foram convertidos em matriz de similaridade utilizando o índice de Bray-Curtis (Clarke e Warwick, 2001). A análise de similaridade percentual (SIMPER) foi utilizada para determinar a contribuição das espécies para a estrutura das comunidades mesozooplancônicas observadas. Para reduzir o efeito das espécies raras em ambas as análises, foram utilizadas as 124 espécies que apresentaram frequência de ocorrência superior a 5%.

Em todas as análises, os períodos chuvoso e seco foram tratados separadamente. Para as análises de similaridade e de similaridade percentual os dados brutos de abundância foram transformados previamente em $\log(x + 1)$. Os valores considerados significativos em todas as análises foram aqueles em que o valor de probabilidade (p) foi inferior a 0,05.

As análises de variância (np MANOVA) foram realizadas no programa PERMANOVA. O teste de Kruskal-Wallis foi realizado no programa Statistica 7, enquanto as análises de diversidade, similaridade e de similaridade percentual foram realizadas no programa Primer 6.

RESULTADOS

1 - Caracterização da comunidade zooplancônica

Os valores de biomassa média total do microzooplâncton – 120 µm e do mesozooplâncton foram maiores no período chuvoso, enquanto a densidade média total, no período seco (Tabela 1). Para o microzooplâncton – 64 µm, os maiores valores de ambos os parâmetros foram observados no período seco. Nas 599 amostras analisadas ao longo do período de estudo, foram observados 23 grupos microzooplancônicos – 64 µm, 32 grupos microzooplancônicos – 120 µm e 275 espécies mesozooplancônicas, distribuídas em 33 grupos. Destes, 18 grupos do microzooplâncton – 64 µm, 31 grupos do microzooplâncton – 120 µm e 222 espécies do mesozooplâncton foram observadas durante o período chuvoso. No período seco, foram observados 19 grupos do microzooplâncton – 64 µm, 31 grupos do microzooplâncton – 120 µm

e 221 espécies do mesozooplâncton. Copepoda foi o grupo que apresentou maior riqueza, com 140 espécies. Este grupo apresentou 108 espécies durante o período chuvoso e 117 espécies durante o período seco.

Copepoda foi o grupo dominante em todas as frações do zooplâncton (64, 120 e 200 μm) em ambos os períodos. No período chuvoso, este grupo representou 65% do microzooplâncton – 64 μm , 80% do microzooplâncton – 120 μm e 70% do mesozooplâncton. Já no período seco, Copepoda representou 77% do microzooplâncton – 64 μm e 98% tanto do microzooplâncton – 120 μm quanto do mesozooplâncton. Na menor fração zooplancônica, Radiolaria foi o segundo grupo mais representativo em ambos os períodos de estudo (período chuvoso: 11%, período seco: 8%). No microzooplâncton – 120 μm e mesozooplâncton, Cladocera foi o segundo grupo mais representativo no período chuvoso (microzooplâncton – 120 μm : 15%, mesozooplâncton: 21%) e Appendicularia no período seco (microzooplâncton – 120 μm ca. 1%, mesozooplâncton 1%).

Tabela 1 - Valores médio, mínimo e máximo de biomassa (microzooplâncton – 64 μm : mg.m^{-3} , microzooplâncton – 120 μm e mesozooplâncton: g.m^{-3}) e densidade (ind.m^{-3}) do microzooplâncton – 64 e 120 μm e do mesozooplâncton nos períodos chuvoso e seco.

	Período Chuvoso		
	64 μm	120 μm	200 μm
Biomassa média	1,224	0,134	0,119
(min - max)	(0,009-18,083)	(0,001-1,527)	(0,002-1,080)
Densidade média	1005,44	5.321,17	1.627,08
(min - max)	(7,36-12.199,38)	(0,57-68.272,17)	(0,19-42.801,84)
	Período Seco		
	64 μm	120 μm	200 μm
Biomassa média	7,448	0,118	0,101
(min - max)	(0,004-159,382)	(0,001-0,608)	(0,001-0,740)
Densidade média	1.781,52	7.455,93	5.303,12
(min - max)	(1,77-46.204,24)	(0,06-83.480,99)	(0,06-65.697,59)

2 - Variação Horizontal

2.1 – Microzooplâncton – 64 μm

A distribuição horizontal da biomassa média total dos organismos do microzooplâncton – 64 μm foi significativamente diferente ($p < 0,05$), com maiores valores na plataforma quando comparado ao talude, nos períodos chuvoso e seco (Figura 1). No entanto, os valores de densidade, apesar de superiores na plataforma (Figura 1), foram significativamente diferentes do talude ($p < 0,05$) somente nos transectos D e F no período chuvoso (Tabela 2).

Houve variação latitudinal significativa ($p < 0,05$) da biomassa em ambos os períodos de estudo, independente da região, plataforma ou talude (Tabela 2). No período chuvoso, os transectos diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre si, com exceção dos transectos A e C, C e D, F e H e H e I. Já no período seco, a biomassa foi significativamente diferente ($p < 0,05$) nos transectos A e C quando comparado aos transectos F, H e I e entre os transectos D, F e H e o transecto I (Tabela 2). Essa variação latitudinal não foi observada para a densidade (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médio, mínimo e máximo de biomassa ($mg.m^{-3}$) e densidade ($ind.m^{-3}$) do microzooplâncton – 64 μm , coletado a um metro de profundidade, nos seis transectos, na plataforma e no talude, durante os períodos chuvoso e seco.

	Plataforma		Talude	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Transecto A				
Biomassa média	2,296	13,452	1,486	3,144
(min - max)	0,503 - 4,617	2,637 - 22,142	0,330 - 2,932	1,768 - 4,200
Densidade média	4.760,19	3.176,49	668,60	585,19
(min - max)	299,83 - 12.199,38	581,31 - 8.901,14	151,50 - 1.554,33	397,95 - 848,12
Transecto C				
Biomassa média	1,191	46,729	3,795	25,912
(min - max)	0,085 - 3,996	3,418 - 159,382	1,121 - 6,599	0,556 - 53,997
Densidade média	695,73	12.860,16	1.596,75	4.905,30
(min - max)	184,64 - 1.808,31	463,93 - 46.204,24	336,80 - 2.973,51	100,28 - 8.846,50
Transecto D				
Biomassa média	2,152	27,281	0,461	5,765
(min - max)	0,676 - 3,996	0,028 - 97,000	0,251 - 0,814	0,092 - 21,010
Densidade média	849,71	4.001,46	194,05	1.961,41
(min - max)	310,90 - 1.615,51	275,25 - 11.188,49	120,45 - 277,54	505,53 - 5.424,17
Transecto F				
Biomassa média	5,832	8,700	0,482	3,829
(min - max)	0,284 - 18,083	0,156 - 30,374	0,108 - 1,116	0,810 - 5,846
Densidade média	5.039,21	6.357,67	206,85	721,31
(min - max)	475,90 - 10.076,34	1,075,96 - 12.008,11	70,33 - 435,10	293,29 - 1.441,45
Transecto H				
Biomassa média	2,446	5,297	0,687	2,275
(min - max)	0,075 - 3,833	0,009 - 13,094	0,165 - 1,572	0,021 - 5,243
Densidade média	955,83	1.561,60	258,56	966,28
(min - max)	132,31 - 1.419,17	197,43 - 4.918,00	45,64 - 711,63	328,10 - 1.560,47
Transecto I				
Biomassa média	1,262	12,513	1,441	6,265
(min - max)	0,221 - 3,287	8,719 - 20,107	0,201 - 4,726	1,838 - 12,358
Densidade média	428,87	1433,37	1.624,89	1.130,36
(min - max)	85,56 - 957,40	471,12 - 3.263,43	49,81 - 5.461,71	433,78 - 2.398,70

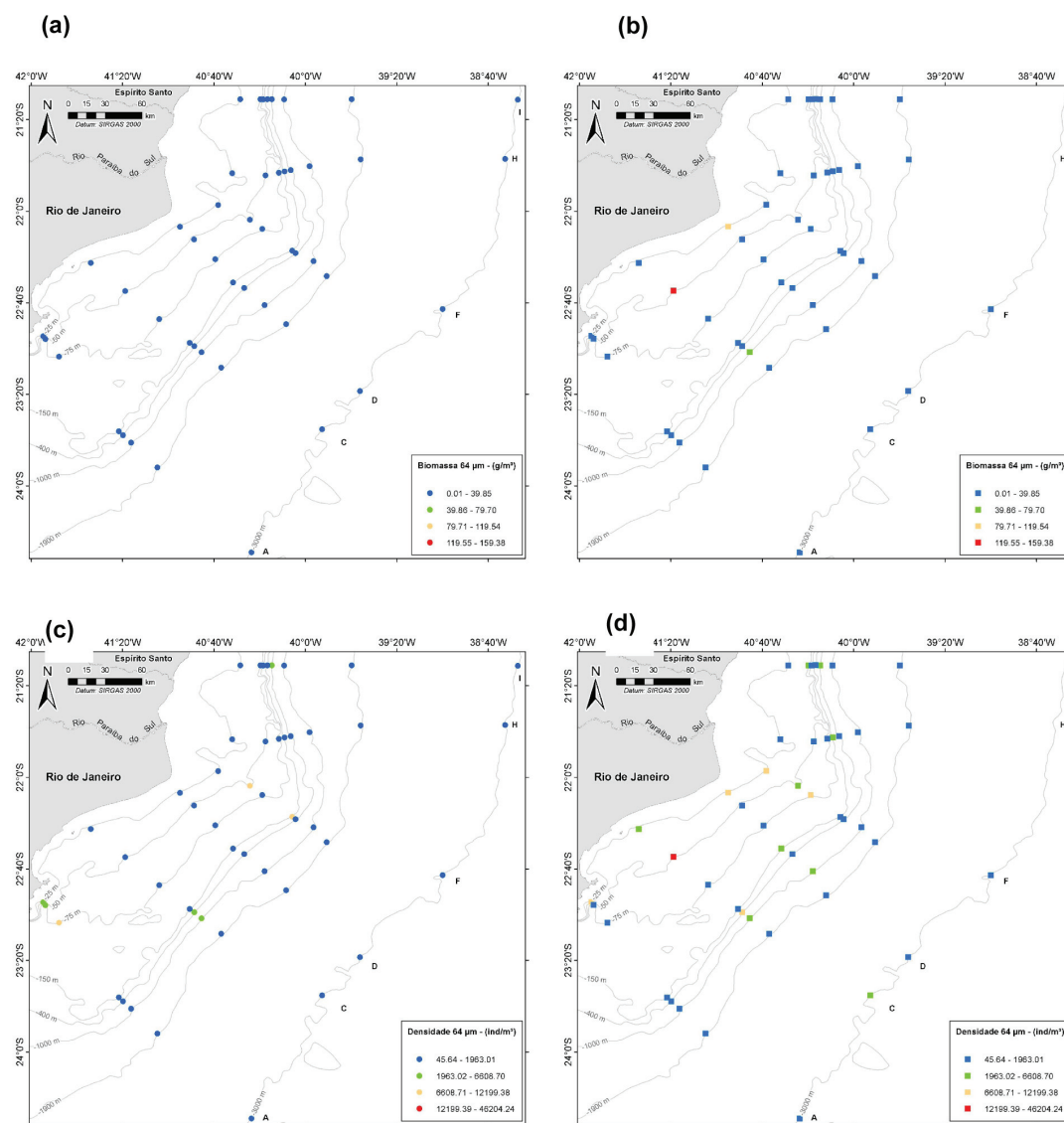


Figura 1 - Distribuição da biomassa ($g.m^{-3}$) e densidade ($ind.m^{-3}$) do microzooplâncton – 64 μm coletado a um metro de profundidade nos períodos chuvoso e seco. (a) biomassa no período chuvoso, (b) biomassa no período seco, (c) densidade no período chuvoso, (d) densidade no período seco.

O grupo dominante na plataforma nos dois períodos foi Copepoda, sendo os náuplios destes organismos mais abundantes do que os adultos (Figura 2). No talude, Copepoda também foi o grupo dominante. No período chuvoso, os adultos representaram 48% do microzooplâncton – 64 μm , enquanto os náuplios, 39%. Já no período seco, os náuplios de Copepoda representaram 61% do microzooplâncton – 64 μm e os adultos, 0,6% (Figura 2). Além de Copepoda, Gastropoda e Tintinnida foram os únicos grupos que apresentaram abundância relativa superior a 10%. Ambos os grupos foram mais representativos na plataforma durante o período chuvoso e no talude no período seco (Figura 2).

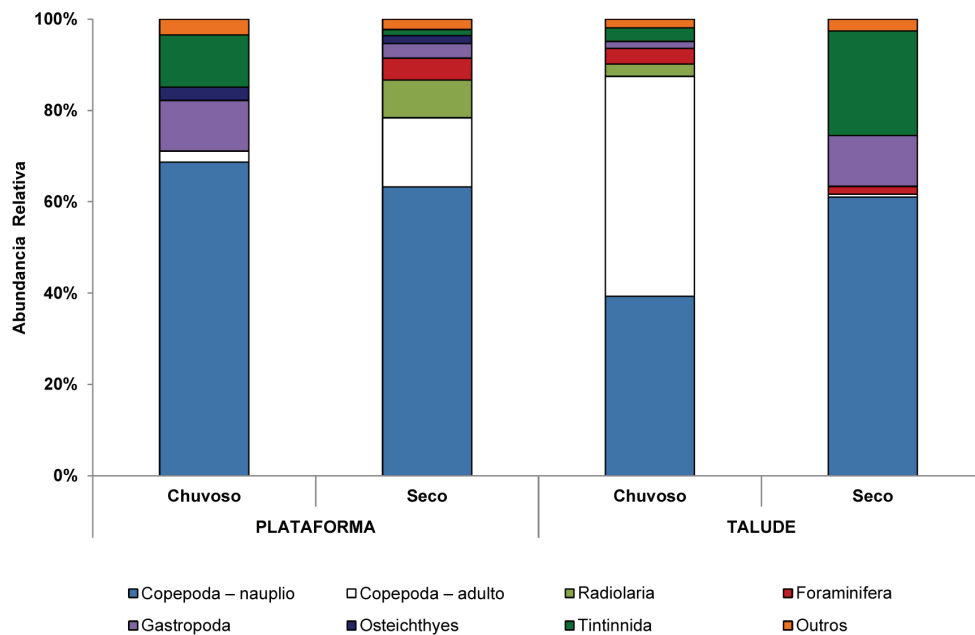


Figura 2 - Abundância relativa dos sete grupos mais representativos do microzooplâncton – 64 µm a um metro de profundidade, nos períodos chuvoso e seco, na plataforma e no talude.

2.2 - Microzooplâncton – 120 µm

A distribuição horizontal da biomassa do microzooplâncton – 120 µm foi significativamente diferente ($p < 0,05$), com maiores valores na plataforma quando comparado ao talude, em ambos os períodos chuvoso e seco (Figura 3). Os valores de densidade, em contrapartida, apesar de superiores na plataforma (Figura 3), foram significativamente diferentes ($p < 0,05$) somente no transecto A durante o período chuvoso e em todos os transectos durante o período seco.

Houve variação latitudinal ($p < 0,05$) da biomassa em ambos os períodos de estudo, independente da região, plataforma ou talude (Tabela 3). Essa variação latitudinal foi observada para a densidade somente durante o período chuvoso no talude e foi relacionada às maiores densidades observada no transecto C quando comparadas aos transectos A, D e F e às maiores densidades observadas no transecto A quando comparado ao D (Tabela 3).

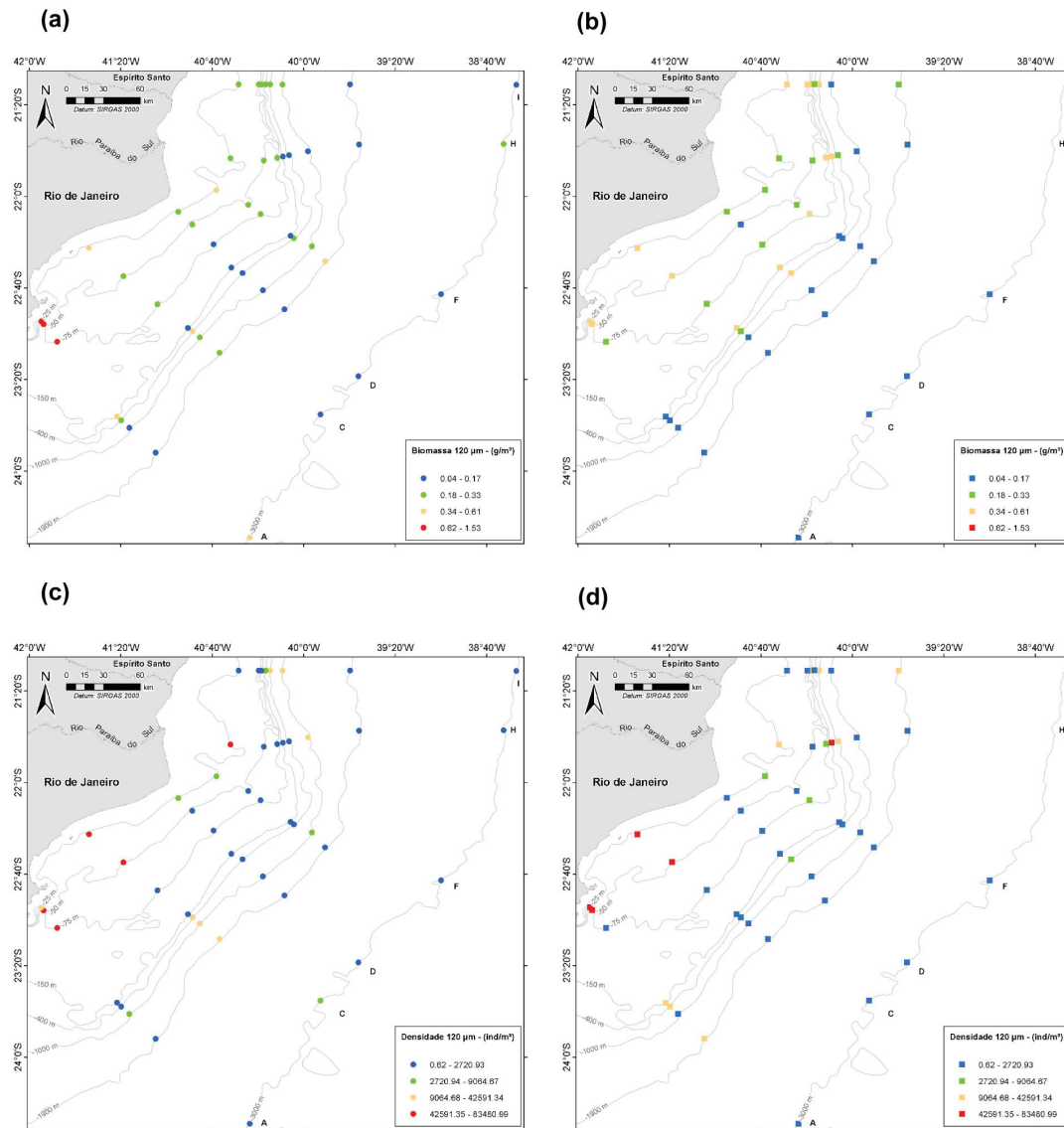


Figura 3 - Distribuição da biomassa (g.m^{-3}) e densidade (ind.m^{-3}) do microzooplâncton – 120 μm coletado a um metro de profundidade nos períodos chuvoso e seco. (a) biomassa no período chuvoso, (b) biomassa no período seco, (c) densidade no período chuvoso, (d) densidade no período seco.

Tabela 3 - Valores médio, mínimo e máximo de biomassa ($g.m^{-3}$) e densidade ($ind.m^{-3}$) do microzooplâncton – 120 μm , coletado a um metro de profundidade, nos seis transectos, na plataforma e no talude, durante os períodos chuvoso e seco.

	Plataforma		Talude	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Transecto A				
Biomassa média	1,000	0,317	0,243	0,108
(min - max)	(0,391 - 1,527)	(0,101 - 0,600)	(0,129 - 0,506)	(0,070 - 0,132)
Densidade média	40.408,65	38.819,87	1.960,17	14.297,25
(min - max)	(1.541,07 - 64.855,61)	(1.744,94 - 63.728,50)	(983,20 - 3.029,62)	(825,97 - 29.676,16)
Transecto C				
Biomassa média	0,309	0,396	0,272	0,111
(min - max)	(0,169 - 0,550)	(0,213 - 0,572)	(0,106 - 0,468)	(0,068 - 0,195)
Densidade média	32.901,93	32.104,10	16.973,56	595,11
(min - max)	(1.603,59 - 68.272,17)	(1.634,94 - 64.552,79)	(5.933,14 - 23.833,18)	(15,02 - 1.028,73)
Transecto D				
Biomassa média	0,228	0,251	0,127	0,167
(min - max)	(0,161 - 0,308)	(0,141 - 0,384)	(0,100 - 0,159)	(0,075 - 0,357)
Densidade média	1.585,30	1.797,99	795,88	1.743,67
(min - max)	(948,37 - 3.145,08)	(932,27 - 2.518,27)	(554,00 - 918,99)	(0,62 - 4.447,09)
Transecto F				
Biomassa média	0,251	0,225	0,247	0,077
(min - max)	(0,126 - 0,466)	(0,064 - 0,410)	(0,061 - 0,393)	(0,040 - 0,129)
Densidade média	1.731,50	2.893,77	1.784,54	574,29
(min - max)	(663,68 - 3.857,47)	(1.165,59 - 4168,42)	(209,24 - 4.903,83)	(47,54 - 1.258,07)
Transecto H				
Biomassa média	0,187	0,389	0,128	0,129
(min - max)	(0,042 - 0,307)	(0,188 - 0,608)	(0,055 - 0,273)	(0,038 - 0,211)
Densidade média	16.580,07	33.704,73	7.419,24	13.355,34
(min - max)	(1.927,76 - 59.080,28)	(1.520,68 - 83.480,99)	(924,81 - 26.008,72)	(71,43 - 39.437,01)
Transecto I				
Biomassa média	0,244	0,351	0,158	0,228
(min - max)	(0,194 - 0,277)	(0,317 - 0,387)	(0,083 - 0,221)	(0,118 - 0,388)
Densidade média	2.315,27	9.643,43	12.854,05	25.430,82
(min - max)	(1.431,51 - 3.599,65)	(398,82 - 36.178,04)	(1.031,27 - 24.769,59)	(880,49 - 42.591,34)

O grupo dominante na plataforma nos períodos chuvoso e seco foi Copepoda, embora essa dominância tenha sido mais marcada no período seco, quando Copepoda representou 98% do microzooplâncton – 120 μm (Figura 4). Copepoda também foi o grupo dominante no talude em ambos os períodos chuvoso e seco. Este grupo representou no talude 90% do microzooplâncton – 120 μm durante o período chuvoso e 97% durante o período seco. Além de Copepoda, o único grupo que apresentou abundância relativa superior a 10% foi Cladocera, na plataforma, no período chuvoso, quando representou 22% do microzooplâncton – 120 μm (Figura 4).

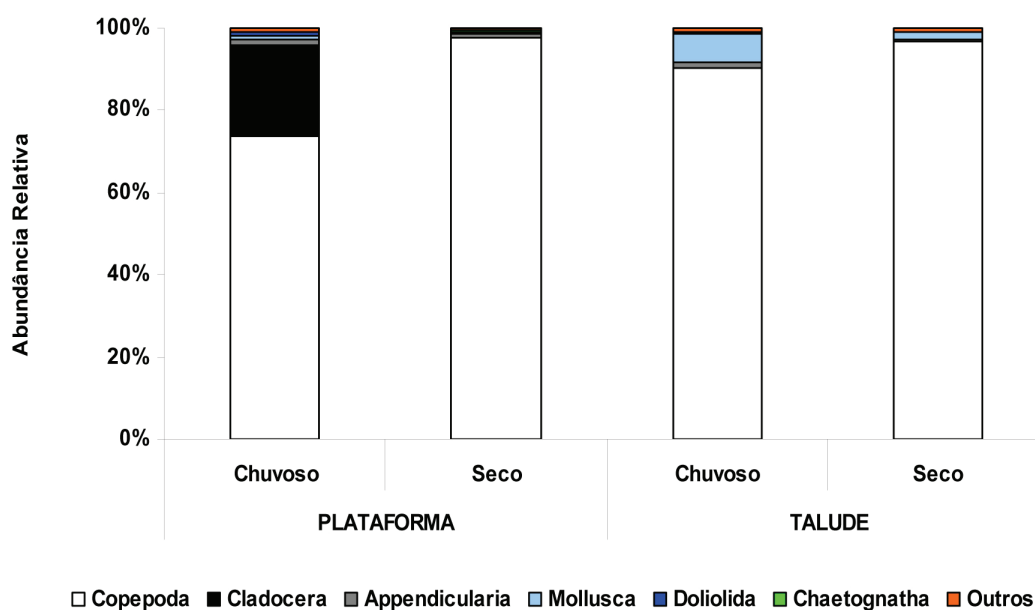


Figura 4 - Abundância relativa dos seis grupos mais representativos do microzooplâncton - 120 µm a um metro de profundidade, nos períodos chuvoso e seco, na plataforma e no talude.

2.3 - Mesozooplâncton

A biomassa do mesozooplâncton foi significativamente diferente ($p < 0,05$) na plataforma quando comparado ao talude, nos períodos chuvoso e seco (Figura 5). Os valores de densidade observados, apesar de superiores na plataforma de uma maneira geral, foram significativamente diferentes ($p < 0,05$) somente no transecto A, durante o período chuvoso, e em todos os transectos durante o período seco (Tabela 4). Houve variação latitudinal ($p < 0,05$) da biomassa em ambos os períodos, tanto na plataforma quanto no talude (Figura 5). Essa variação latitudinal foi observada também para a densidade do mesozooplâncton. No período chuvoso, na plataforma, o transecto A apresentou densidade significativamente diferente ($p < 0,05$) aos demais transectos e o transecto C, em relação aos transectos D e F (Tabela 4). No período seco, essa variação ocorreu independente da região entre o transecto D e os transectos H e I e entre os transectos F e H (Tabela 4).

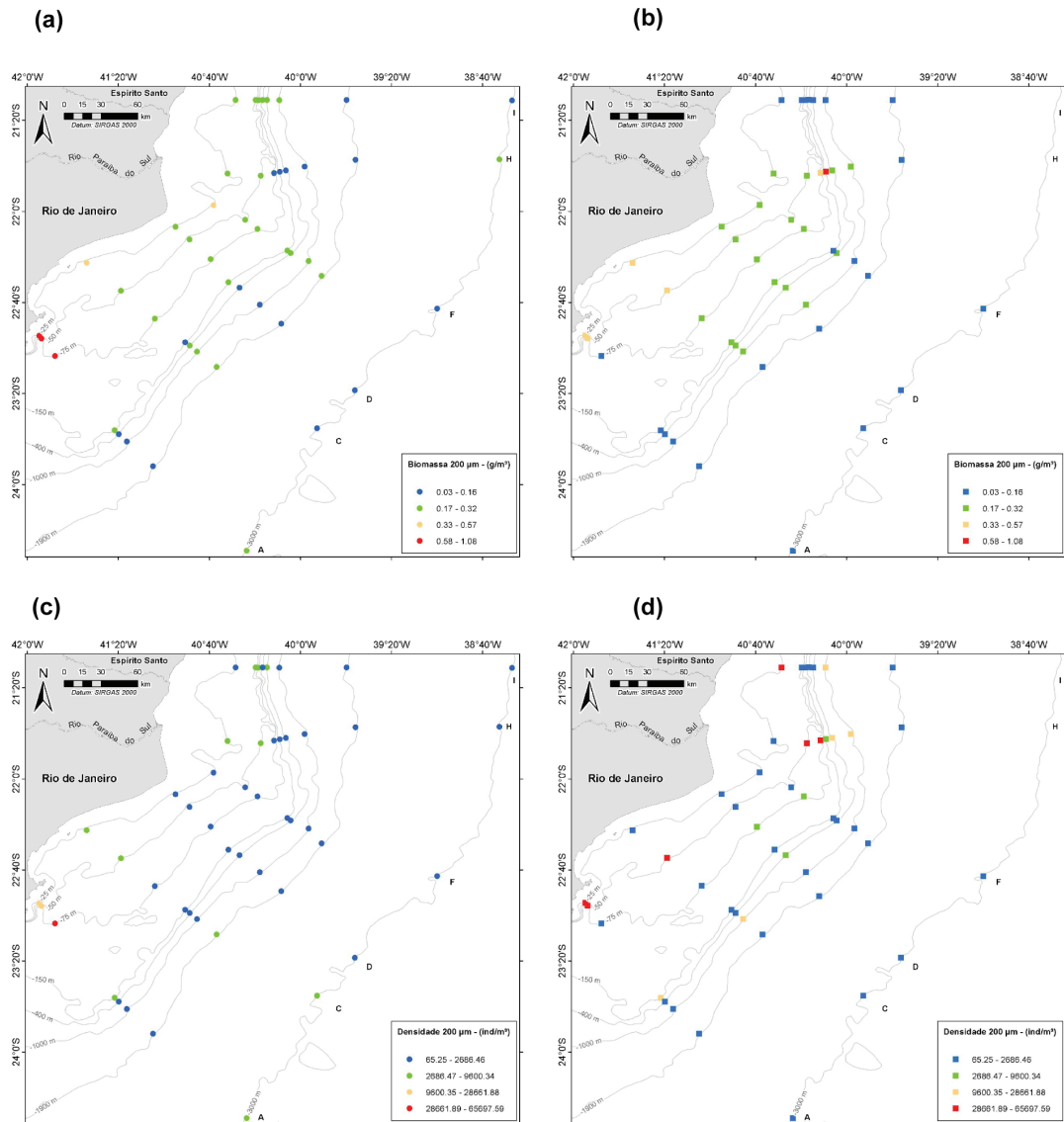


Figura 5 - Distribuição da biomassa ($\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) e densidade ($\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$) do mesozoplâncton coletado a um metro de profundidade nos períodos chuvoso e seco. (a) biomassa no período chuvoso, (b) biomassa no período seco, (c) densidade no período chuvoso, (d) densidade no período seco.

Tabela 4 - Valores médio, mínimo e máximo de biomassa ($g.m^{-3}$) e densidade ($ind.m^{-3}$) do mesozooplâncton, coletado a um metro de profundidade, nos seis transectos, na plataforma e no talude, durante os períodos chuvoso e seco.

	Plataforma		Talude	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Transecto A				
Biomassa média	0,78	0,26	0,16	0,11
(min - max)	(0,276 - 1,080)	(0,126 - 0,413)	(0,093 - 0,279)	(0,073 - 0,140)
Densidade média	21.393,92	39.296,38	1.801,84	739,84
(min - max)	(6.770,81 - 42801,84)	(404,72 - 6.5697,59)	(704,12 - 3.120,68)	(511,01 - 1.145,32)
Transecto C				
Biomassa média	0,28	0,36	0,20	0,12
(min - max)	(0,142 - 0,421)	(0,208 - 0,569)	(0,093 - 0,258)	(0,050 - 0,177)
Densidade média	3.672,09	15.193,81	2.895,45	6.136,55
(min - max)	(1.730,94 - 6.474,94)	(981,73 - 56.168,74)	(1.191,45 - 5.905,98)	(156,23 - 22.911,05)
Transecto D				
Biomassa média	0,21	0,22	0,11	0,12
(min - max)	(0,163 - 0,276)	(0,181 - 0,238)	(0,080 - 0,132)	(0,049 - 0,194)
Densidade média	1.059,07	1.698,33	696,84	1.439,25
(min - max)	(591,41 - 1.886,51)	(585,59 - 3.166,73)	(371,70 - 1.136,91)	(253,07 - 3.269,65)
Transecto F				
Biomassa média	0,17	0,22	0,17	0,09
(min - max)	(0,180 - 0,408)	(0,083 - 0,316)	(0,044 - 0,229)	(0,055 - 0,166)
Densidade média	1.243,90	2.247,58	708,36	517,30
(min - max)	(595,56 - 2.061,12)	(248,96 - 5.320,48)	(118,41 - 1.301,80)	(65,25 - 1.259,75)
Transecto H				
Biomassa média	0,17	0,46	0,10	0,18
(min - max)	(0,055 - 0,302)	(0,271 - 0,740)	(0,059 - 0,197)	(0,103 - 0,237)
Densidade média	2.398,66	28.001,73	955,52	15.247,36
(min - max)	(1.191,68 - 3.674,36)	(1.444,45 - 61.904,74)	(389,53 - 1.813,14)	(404,04 - 28.661,88)
Transecto I				
Biomassa média	0,25	0,06	0,16	0,12
(min - max)	(0,185 - 0,301)	(0,025 - 0,135)	(0,075 - 0,241)	(0,076 - 0,145)
Densidade média	2.296,78	11.417,43	1.778,92	7.927,34
(min - max)	(1.233,34 - 3.409,94)	(116,23 - 45.231,92)	(656,66 - 3.263,86)	(370,91 - 22.825,86)

O talude apresentou maior riqueza de espécies mesozooplancônicas nos dois períodos. No período seco, essa região apresentou a maior riqueza, 131 espécies. O grupo que apresentou maior riqueza na plataforma e no talude nos dois períodos foi Copepoda (Tabela 5). O segundo grupo que apresentou maior riqueza variou entre os períodos na mesma região. Na plataforma, no período chuvoso, Hydromedusa foi o segundo grupo mais rico do mesozooplâncton, enquanto no período seco, Siphonophorae foi o segundo grupo mais rico. No talude, Euphausiacea e Siphonophorae foram o segundo grupo mais rico no período chuvoso e seco, respectivamente (Tabela 5).

Os valores de diversidade observados no talude foram maiores do que os observados na plataforma em ambos os períodos (Figura 6). Os valores de diversidade média obtidos na plataforma foram de 3,07 e 2,95, nos períodos chuvoso e seco, respectivamente. No talude, no período chuvoso, a diversidade observada foi igual a 3,16 e no período seco foi igual a 3,43.

Tabela 5 - Número de espécies por grupo mesozooplancônico a um metro de profundidade, nos períodos chuvoso e seco, na plataforma e no talude.

	Plataforma		Talude	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Appendicularia	8	10	5	10
Chaetognatha	10	9	8	8
Cladocera	4	5	3	4
Copepoda	36	48	40	58
Doliolida	3	3	3	3
Euphausiacea	9	8	13	13
Hydromedusa	11	8	10	9
Salpida	4	3	5	5
Siphonophorae	10	11	12	19

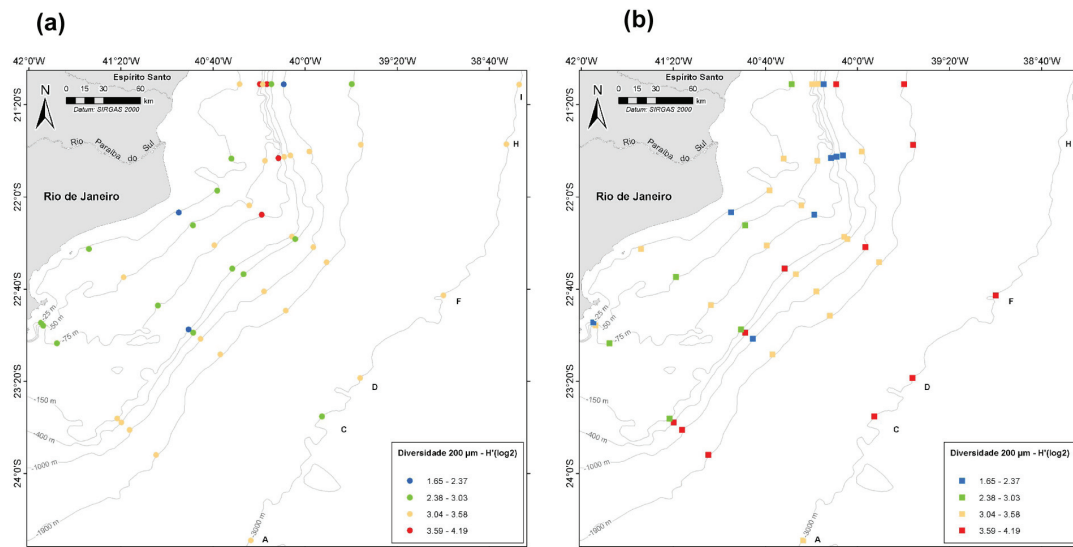


Figura 6 - Distribuição da diversidade do mesozoplâncton coletado a um metro de profundidade nos períodos chuvoso (a) e seco (b).

O grupo dominante na plataforma e no talude nos dois períodos foi Copepoda, embora essa dominância tenha sido mais marcada no período seco em ambas as regiões (Figura 7). No período chuvoso, Copepoda representou 67% do mesozooplâncton na plataforma e 75% no talude. Neste período, Cladocera foi o segundo grupo com maior abundância relativa na plataforma e representou 27% do mesozooplâncton, enquanto Mollusca foi o segundo grupo mais representativo no talude, com 19% de abundância relativa (Figura 7).

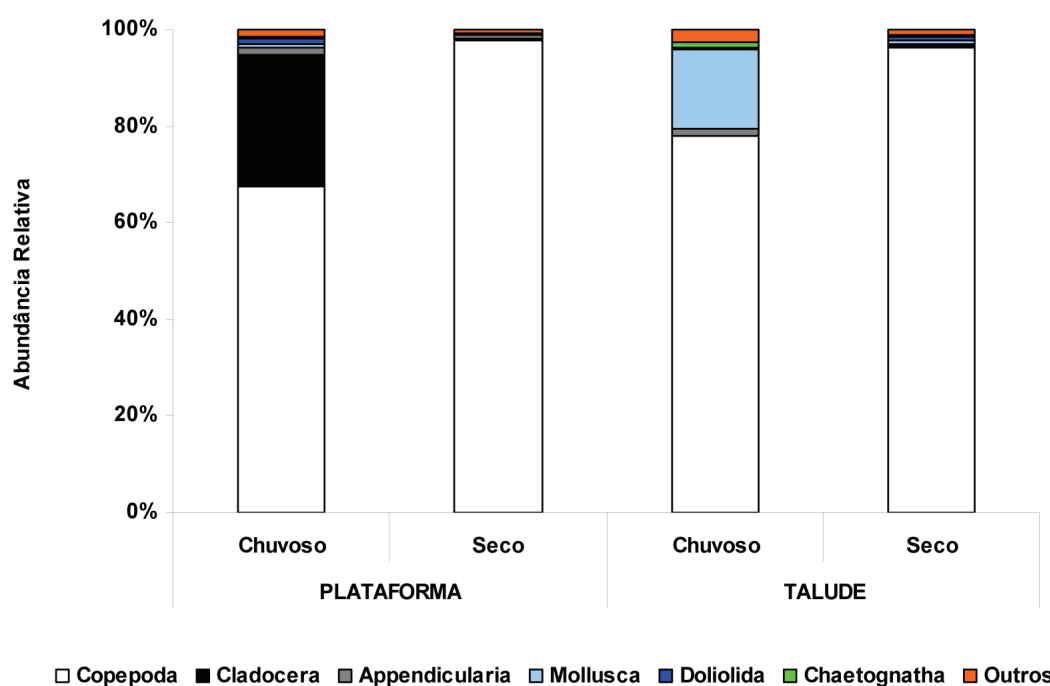


Figura 7 - Abundância relativa dos seis grupos mais representativos do mesozooplâncton a um metro de profundidade, nos períodos chuvoso e seco, na plataforma e no talude.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) na estrutura da comunidade mesozooplanctônica entre plataforma e talude nos dois períodos de estudo. No período chuvoso, *Paracalanus quasimodo* (Copepoda) e *Pseudevadne tergestina* (Cladocera) foram as espécies mais abundantes na plataforma e *Farranula gracilis* e *Clausocalanus furcatus* (Copepoda), no talude (Tabela 6). No período seco, *P. quasimodo* foi a espécie mais abundante na plataforma, enquanto no talude *C. furcatus* foi a espécie mais abundante. Além da alternância na dominância das espécies entre as regiões em ambos os períodos, observou-se também alteração na composição e dominância das espécies nos grupos mesozooplanctônicos com menor representatividade (Tabela 6).

De acordo com a análise de similaridade percentual (SIMPER), 12 espécies foram responsáveis por ca. 80% da similaridade da plataforma durante o período chuvoso e 14, no período seco (Tabela 7). No talude, 11 e 17 espécies foram responsáveis por ca. 80% da similaridade dessa região, nos dois períodos, respectivamente. Em todos os casos, as espécies de Copepoda foram as principais responsáveis pelas similaridades obtidas, juntamente com espécies de Appendicularia (*Oikopleura longicauda*), Chaetognatha (*Flaccisagitta enflata* e *Parasagitta friderici*) e Doliolida (*Doliolum nationalis*) (Tabela 7).

Tabela 6 - Espécies mais abundantes por grupo do mesozooplâncton e suas respectivas densidades (ind.m^{-3}) nas amostras coletadas a 1 metro de profundidade, nos períodos chuvoso e seco, na plataforma e talude.

	Plataforma		Talude	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Hydromedusa	<i>Liriope tetraphylla</i> 77,14	<i>Aglaura hemistoma</i> 81,81	<i>Aglaura hemistoma</i> 43,05	<i>Aglaura hemistoma</i> 76,64
Siphonophorae	<i>Diphyes bojani</i> 102,96	<i>Muggiaea kochi</i> 41,27	<i>Diphyes bojani</i> 74,55	<i>Eudoxoides spiralis</i> 11,32
Cladocera	<i>Pseudevadne tergestina</i> 17.766,72	<i>Penilia avirostris</i> 805,93	<i>Pseudevadne tergestina</i> 2,10	<i>Penilia avirostris</i> 180,48
Copepoda	<i>Paracalanus quasimodo</i> 23.894,00	<i>Paracalanus quasimodo</i> 64.903,89	<i>Farranula gracilis</i> 4.918,22	<i>Clausocalanus furcatus</i> 25.071,08
Euphausiacea	<i>Nematoscelis atlantica</i> 2,14	<i>Thysanopoda aequalis</i> 0,93	<i>Euphausia americana</i> 28,99	<i>Euphausia americana</i> 10,24
Chaetognatha	<i>Parasagitta friderici</i> 618,12	<i>Flaccisagitta enflata</i> 325,82	<i>Parasagitta friderici</i> 324,34	<i>Parasagitta friderici</i> 71,12
Appendicularia	<i>Oikopleura longicauda</i> 1.380,55	<i>Oikopleura longicauda</i> 2.808,90	<i>Oikopleura longicauda</i> 430,80	<i>Oikopleura longicauda</i> 402,01
Salpida	<i>Thalia democratica</i> 3,09	<i>Thalia democratica</i> 101,26	<i>Thalia democratica</i> 0,11	<i>Thalia democratica</i> 126,20
Doliolida	<i>Doliolum nationalis</i> 1.092,40	<i>Doliolum nationalis</i> 406,49	<i>Doliolum nationalis</i> 133,25	<i>Doliolum nationalis</i> 933,43

Tabela 7 - Contribuição (%) das espécies mesozooplancônicas para as similaridades das comunidades coletadas a 1 metro de profundidade, nos períodos chuvoso e seco, na plataforma e no talude.

Espécie	Contribuição para similaridade (%)	Espécie	Contribuição para similaridade (%)
Plataforma			
Chuvoso		Seco	
<i>Clausocalanus furcatus</i>	12,66	<i>Paracalanus quasimodo</i>	11,71
<i>Temora stylifera</i>	9,86	<i>Clausocalanus furcatus</i>	11,69
<i>Farranula gracilis</i>	6,52	<i>Oikopleura longicauda</i>	8,55
<i>Oikopleura longicauda</i>	6,28	<i>Temora turbinata</i>	7,42
<i>Paracalanus quasimodo</i>	6,04	<i>Temora stylifera</i>	7,09
<i>Paracalanus aculeatus</i>	5,98	<i>Centropages furcatus</i>	4,65
<i>Acrocalanus longicornis</i>	5,85	<i>Parasagitta friderici</i>	4,63
<i>Parasagitta friderici</i>	5,52	<i>Calanoides carinatus</i>	4,46
<i>Oncaea venusta</i>	5,40	<i>Oncaea venusta</i>	4,07
<i>Corycaeus giesbrechti</i>	4,79	<i>Doliolum nationalis</i>	4,04
<i>Undinula vulgaris</i>	4,62	<i>Corycaeus giesbrechti</i>	3,70
<i>Doliolum nationalis</i>	3,92	<i>Flaccisagitta enflata</i>	2,61
		<i>Subeucalanus pileatus</i>	2,37
		<i>Paracalanus parvus</i>	2,36

Espécie	Contribuição para similaridade (%)	Espécie	Contribuição para similaridade (%)
Talude			
Chuvoso		Seco	
<i>Farranula gracilis</i>	13,46	<i>Clausocalanus furcatus</i>	15,35
<i>Clausocalanus furcatus</i>	11,42	<i>Oncaea venusta</i>	10,71
<i>Oncaea venusta</i>	10,71	<i>Farranula gracilis</i>	6,77
<i>Acrocalanus longicornis</i>	7,50	<i>Paracalanus quasimodo</i>	6,40
<i>Undinula vulgaris</i>	7,24	<i>Oikopleura longicauda</i>	5,48
<i>Temora stylifera</i>	6,95	<i>Temora stylifera</i>	4,77
<i>Parasagitta friderici</i>	5,88	<i>Parasagitta friderici</i>	4,15
<i>Oikopleura longicauda</i>	5,42	<i>Lucicutia flavicornis</i>	3,95
<i>Nannocalanus minor</i>	3,84	<i>Undinula vulgaris</i>	3,75
<i>Macrosetella gracilis</i>	3,31	<i>Flaccisagitta enflata</i>	3,25
<i>Corycaeus giesbrechti</i>	3,16	<i>Doliolum nationalis</i>	2,84
		<i>Corycaeus giesbrechti</i>	2,76
		<i>Nannocalanus minor</i>	2,44
		<i>Acrocalanus longicornis</i>	2,25
		<i>Macrosetella gracilis</i>	1,77
		<i>Triconia conifera</i>	1,53
		<i>Temora turbinata</i>	1,51

3 - Variação Vertical

3.1 – Microzooplâncton – 64 μ m

No período chuvoso os valores de biomassa foram significativamente diferentes ($p < 0,05$) na Água Tropical (AT) e na Água Central do Atlântico Sul (ACAS) quando comparados com a Água Circumpolar Superior (ACS) e com a Água Profunda do Atlântico Norte (APAN). No período seco, foram encontradas diferenças significativas ($H = 30,24$ $N = 68$ $p < 0,05$) entre as massas de água, assim como observado para o período chuvoso. Estas diferenças se devem aos maiores valores de biomassa observados na AT e na ACAS quando comparados a ACS (Tabela 8).

A densidade média do microzooplâncton – 64 μ m no período chuvoso apresentou valores significativamente diferentes ($H = 37,57$, $N = 84$, $p < 0,05$) na AT, ACAS e ACS quando comparado aos encontrados na APAN. Além disso, as densidades observadas na ACAS e na ACS foram significativamente diferentes ($p < 0,05$) dos observados na Água Intermediária Antártica (AIA). No período seco, a AT apresentou densidades significativamente diferentes ($p < 0,05$) da AIA, ACS e APAN e a ACAS apresentou densidades significativamente diferentes à ACS. (Tabela 8).

Tabela 8 - Valores médio, mínimo e máximo de biomassa (mg.m^{-3}) e densidade (ind.m^{-3}) do microzooplâncton – 64 μm nos períodos chuvoso e seco nas cinco massas de água. Massa de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS; Água Profunda do Atlântico Norte – APAN.

	Chuvoso	Seco
AT		
Biomassa média	1,961	13,828
(min - max)	(0,075 - 18,083)	(0,009 - 159,382)
Densidade média	1.439,94	3.404,04
(min - max)	(45,64 - 12.199,38)	(100,28 – 46.204,24)
ACAS		
Biomassa média	1,013	1,647
(min - max)	(0,150 - 2,117)	(0,329 - 4,447)
Densidade média	715,04	384,06
(min - max)	(100,86 - 6.189,71)	(89,77-912,25)
AIA		
Biomassa média	0,438	2,059
(min - max)	(0,119 - 0,800)	(0,093 - 10,212)
Densidade média	143,10	229,67
(min - max)	(35,01 - 350,69)	(39,10 – 516,40)
ACS		
Biomassa média	0,147	0,241
(min - max)	(0,011 - 0,467)	(0,004 - 1,377)
Densidade média	1.400,75	73,96
(min - max)	(7,36 - 3.987, 58)	(1,77 – 360,68)
APAN		
Biomassa média	0,018	0,362
(min - max)	(0,009 - 0,024)	(0,004 – 1,377)
Densidade média	12,25	32,72
(min - max)	(11,17 - 13,56)	(29,58 – 35,97)

Náuplios de Copepoda foram dominantes na AT nos dois períodos, com diminuição de sua representatividade em maiores profundidades (Figura 8). Um comportamento inverso foi observado para Radiolaria e Foraminifera, para os quais a representatividade no microzooplâncton – 64 μm aumentaram conforme o aumento da profundidade. Picos de densidade destes dois grupos foram observados na ACS durante o período chuvoso (densidade média: Radiolaria, 660 ind.m^{-3} ; Foraminifera, 327 ind.m^{-3}). Tanto no período chuvoso quanto no seco, os adultos de Copepoda foram dominantes na ACAS (Figura 8).

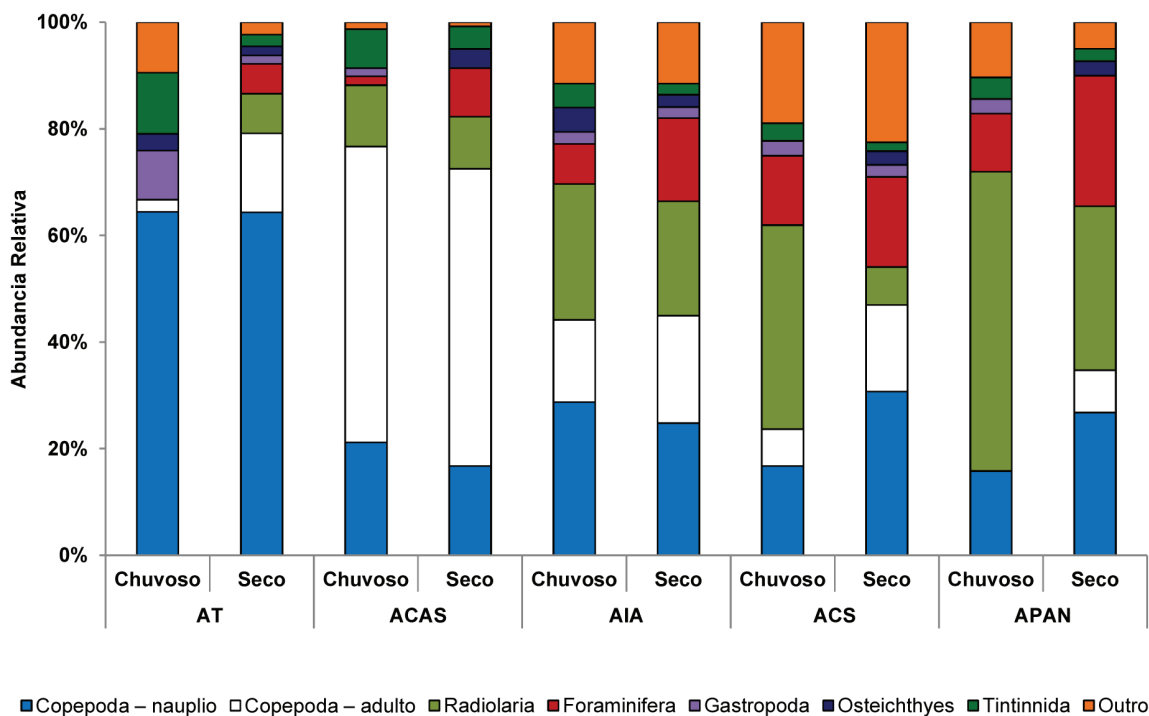


Figura 8 - Abundância dos seis grupos mais representativos do microzooplâncton – 64 µm nos períodos chuvoso e seco nas cinco massas de água. Massas de água: Água Tropical - AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS; Água Profunda do Atlântico Norte – APAN.

3.2 - Microzooplâncton – 120 µm

A distribuição vertical da biomassa do microzooplâncton – 120 µm foi significativamente diferente ($p < 0,05$), com maiores valores de biomassa na AT quando comparado às demais massas de água em ambos os períodos estudados (Tabela 9). Nos mesmos períodos, a ACAS também apresentou valores de biomassa significativamente diferentes ($p < 0,05$) aos observados na ACS.

Foi observada diferença significativa nas densidades do microzooplâncton – 120 µm entre as massas de água nos períodos chuvoso ($H = 53,31$, $N = 81$, $p < 0,05$) e seco ($H = 41,55$, $N = 71$, $p < 0,05$). No período chuvoso, as diferenças observadas se deveram às maiores densidades na AT em relação às demais massas de água, assim como aos maiores valores de densidade obtidos na ACAS em relação à ACS e à APAN. Durante o período seco, os valores de densidade observados na AT foram significativamente diferentes ($p < 0,05$) aos observados nas demais massas de água (Tabela 9). A ACAS também apresentou valores de densidade significativamente diferentes ($p < 0,05$) aos observados na AIA, ACS e APAN durante o mesmo período (Tabela 9).

Tabela 9 - Valores médio, mínimo e máximo de biomassa ($g.m^{-3}$) e densidade ($ind.m^{-3}$) do microzooplâncton – 120 μm nos períodos chuvoso e seco nas cinco massas de água. Massa de água: Água Tropical - AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS; Água Profunda do Atlântico Norte – APAN.

	Chuvoso	Seco
AT		
Biomassa média	0,196	0,133
(min - max)	(0,054 – 0,506)	(0,038 – 0,388)
Densidade média	6.964,57	8.418,17
(min - max)	(209,24 – 26.008,72)	(0,62 – 42.591,34)
ACAS		
Biomassa média	0,019	0,016
(min - max)	(0,007 – 0,041)	(0,005 – 0,046)
Densidade média	774,54	1.068,02
(min - max)	(15,93 – 4.456,09)	(13,19 – 7.467,38)
AIA		
Biomassa média	0,019	0,011
(min - max)	(0,001 – 0,129)	(0,002 - 0,046)
Densidade média	394,60	1.582,62
(min - max)	(0,95 – 4.697,47)	(0,09 – 23.560,03)
ACS		
Biomassa média	0,005	0,002
(min - max)	(0,002 - 0,008)	(0,001 – 0,005)
Densidade média	11,37	3,03
(min - max)	(0,57 – 70,30)	(0,06 – 8,52)
APAN		
Biomassa média	0,004	0,004
(min - max)	(0,002 – 0,009)	(0,003 – 0,006)
Densidade média	1,48	0,10
(min - max)	(0,86 – 2,77)	(0,07 – 0,13)

Copepoda foi o grupo dominante em todas as massas de água nos dois períodos (Figura 9). No período chuvoso, Appendicularia foi o segundo grupo mais representativo na ACS e na APAN, com 4% e 5%, respectivamente. Durante o período seco, Radiolaria (14%) foi o segundo grupo mais representativo na ACS e Ostracoda (11%), na APAN (Figura 9).

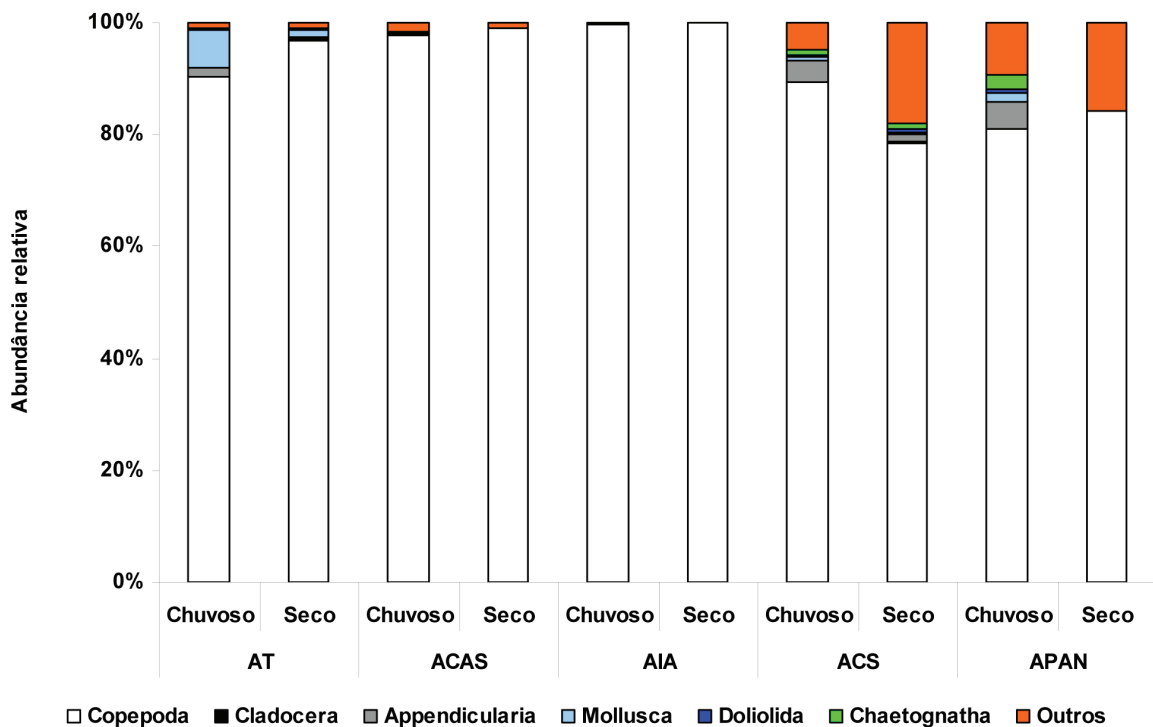


Figura 9 - Abundância dos seis grupos mais representativos do microzooplâncton – 120 µm nos períodos chuvoso e seco nas amostras coletadas nas cinco massas de água. Massa de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS; Água Profunda do Atlântico Norte – APAN.

3.3 – Mesozooplâncton

O mesozooplâncton apresentou valores de biomassa significativamente diferentes ($p < 0,05$) na AT quando comparado às demais massas de água em ambos os períodos (Tabela 10). No período chuvoso, além das diferenças observadas entre a AT e as demais massas de água, a ACAS também apresentou valores de biomassa significativamente diferentes ($p < 0,05$) àqueles observados na APAN, com os maiores valores de biomassa observados na ACAS (Tabela 10).

Foi observada diferença significativa nas densidades do mesozooplâncton entre as massas de água nos períodos chuvoso ($H = 57,39$, $N = 81$, $p < 0,05$) e seco ($H = 50,12$, $N = 70$, $p < 0,05$). Em ambos os períodos, as diferenças observadas entre as massas de água se deveram às maiores densidades na AT em relação às demais massas de água. Além disso, no período chuvoso, a ACAS apresentou valores de densidade significativamente superiores aos observados na ACS e na APAN (Tabela 10).

Tabela 10 - Valores médio, mínimo e máximo de biomassa ($g.m^{-3}$) e densidade ($ind.m^{-3}$), e riqueza de espécies do mesozooplâncton nas cinco massas de água do talude durante os períodos chuvoso e seco. Massa de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS; Água Profunda do Atlântico Norte – APAN.

	Chuvoso	Seco
AT		
Biomassa média	0,058	0,051
(min - max)	(0,002 - 0,279)	(0,001 - 0,237)
Densidade média	1.473,86	4.766,68
(min - max)	(120,68 - 5.906,59)	(65,25 - 2.8661,88)
Número de espécies	100	131
ACAS		
Biomassa média	0,023	0,016
(min - max)	(0,007 - 0,122)	(0,005 - 0,056)
Densidade média	145,19	41,30
(min - max)	(11,11 - 1.180,84)	(0,57 - 402,12)
Número de espécies	154	145
AIA		
Biomassa média	0,030	0,009
(min - max)	(0,004 - 0,137)	(0,004 - 0,027)
Densidade média	214,26	86,37
(min - max)	(1,32 - 2.500,93)	(0,07 - 900,95)
Número de espécies	134	98
ACS		
Biomassa média	0,008	0,005
(min - max)	(0,002 - 0,018)	(0,001 - 0,010)
Densidade média	10,02	1,50
(min - max)	(1,82 - 24,30)	(0,14 - 6,40)
Número de espécies	128	73
APAN		
Biomassa média	0,004	0,003
(min - max)	(0,002 - 0,009)	(0,001 - 0,004)
Densidade média	0,83	0,14
(min - max)	(0,19 - 1,25)	(0,06 - 0,26)
Número de espécies	38	16

A ACAS, nos dois períodos de coleta, foi a massa de água que apresentou maior riqueza de espécies, seguido pela AIA, no período chuvoso e pela AT no período seco (Tabela 10). Para a maioria dos grupos mesozooplancônicos, as maiores riquezas foram observadas na AT ou na ACAS, com exceção do grupo Chaetognatha que apresentou maior número espécies na ACS (Tabela 11). Dentre os grupos com maior riqueza de espécies, Siphonophorae e Euphausiacea apresentaram suas maiores riquezas na ACAS, no período chuvoso, enquanto Copepoda apresentou sua maior riqueza na

ACAS no período seco. O maior número de espécies de Chaetognatha ocorreu na ACS no período chuvoso e de Hydromedusa na AT em ambos os períodos (Tabela 11).

Os valores de diversidade observados estiveram entre 2,27 na APAN, no período seco, e 4,06 na ACS, no período chuvoso (Figura 10). A massa de água que apresentou a maior diversidade no período chuvoso foi a ACS, enquanto no período seco a ACAS foi a massa de água com maior diversidade (3,55). A APAN em ambos os períodos de estudo apresentou as menores diversidades observadas (Figura 10).

Tabela 11 - Riqueza dos grupos do mesozooplâncton nos períodos chuvoso e seco nas cinco massas de água do talude. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS; Água Profunda do Atlântico Norte – APAN.

	AT		ACAS		AIA		ACS		APAN	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Appendicularia	5	10	11	8	10	5	10	4	2	1
Chaetognatha	8	9	13	13	13	11	14	10	5	0
Cladocera	3	4	2	2	2	1	2	2	3	0
Copepoda	40	58	73	82	75	65	74	49	27	12
Doliolida	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0
Euphausiacea	13	14	21	14	11	2	10	2	0	0
Hydromedusa	10	10	8	5	5	4	5	1	0	2
Salpida	5	4	1	0	1	0	0	0	0	0
Siphonophorae	12	18	22	17	14	7	10	2	1	1

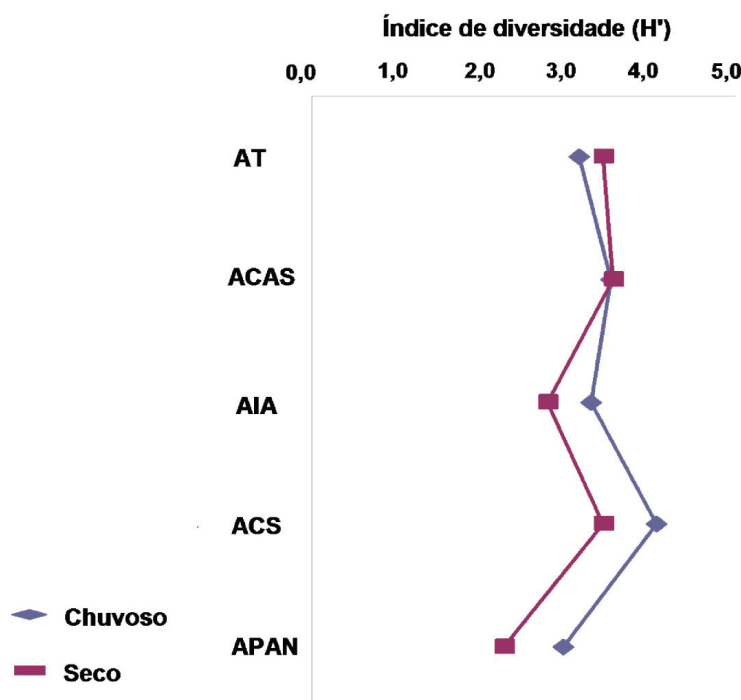


Figura 10 - Índice de diversidade de Shannon (H') nos períodos chuvoso e seco nas cinco massas de água do talude. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS; Água Profunda do Atlântico Norte – APAN.

As espécies da subclasse Copepoda foram as mais abundantes em todas as massas de água nos dois períodos (Figura 11). No período chuvoso, nas massas de água AT e ACAS, o segundo grupo mais representativo foi Mollusca (Figura 11). Na massa de água APAN no período chuvoso, Cladocera foi o grupo que apresentou a segunda maior abundância relativa (Figura 11).

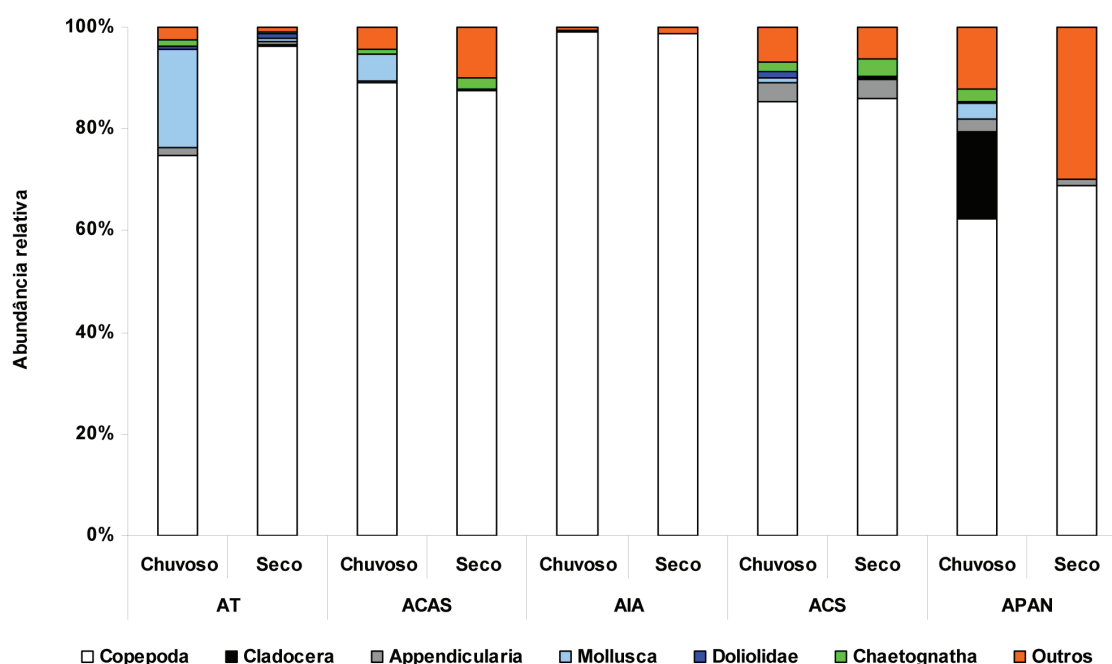


Figura 11 - Abundância relativa dos seis grupos mais representativos do mesozooplâncton nos períodos chuvoso e seco nas cinco massas de água do talude. Massa de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS; Água Profunda do Atlântico Norte – APAN.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) na estrutura da comunidade mesozooplancônica entre as massas de água em ambos os períodos, com exceção da AIA e ACS no período chuvoso e da AIA e ACS e ACS e APAN, no período seco (Tabela 12). Essas diferenças se devem a alternância das espécies dominantes, principalmente de Copepoda, nas diferentes massas de água em cada período, assim como à alteração na composição, densidade e, em alguns casos, dominância das espécies nos grupos mesozooplancônicos com menor representatividade (Tabela 13).

De acordo com a análise de similaridade percentual (SIMPER), 10 espécies foram responsáveis por 75% da similaridade da AT durante o período chuvoso e 14, no período seco (Tabela 14). Na ACAS, 11 e 8 espécies foram responsáveis por 75% da similaridade dessa massa de água, nos períodos chuvoso e seco, respectivamente (Tabela

14). O grupo formado pela AIA e ACS no período chuvoso apresentou 14 espécies que contribuíram para a sua similaridade e no período seco, oito espécies. No período chuvoso apenas duas espécies foram responsáveis por 78% da similaridade da APAN (Tabela 14). No período seco, ACS e APAN não se diferenciaram (Tabela 12) e sete espécies foram responsáveis pela similaridade deste grupo (Tabela 14). Em todos os casos, as espécies de Copepoda foram as principais responsáveis pelas similaridades obtidas, juntamente com espécies de Appendicularia (*Oikopleura longicauda*), Chaetognatha (*Decipisagitta sibogae*, *Flaccisagitta enflata* e *Parasagitta friderici*) e Doliolida (*Doliolum nationalis*) (Tabela 14).

Tabela 12 - Resultados da análise de similaridade (ANOSIM), nos períodos chuvoso e seco, nas cinco massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS; Água Profunda do Atlântico Norte – APAN. R – representatividade; asteriscos (*) se referem a valores de $p < 0,05$.

Grupo	R estatístico	
	Chuvoso	Seco
AT - ACAS	0,776*	0,807*
AT - AIA	0,823*	0,827*
AT - ACS	0,967*	0,990*
AT - APAN	1,000*	0,992*
ACAS - AIA	0,446*	0,413*
ACAS - ACS	0,566*	0,595*
ACAS - APAN	0,999*	0,885*
AIA - ACS	0,066	0,059
AIA - APAN	0,625*	0,393*
ACS - APAN	0,686*	0,272

Tabela 13 - Espécies mais abundantes de cada grupo do mesozooplâncton e suas respectivas densidades (ind.m⁻³), nos períodos chuvoso e seco, nas cinco massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermidiária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS; Água Profunda do Atlântico Norte – APAN.

	AT		ACAS		AIA		ACS		APAN	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Hydromedusa	Aglaura hemistoma 43	Aglaura hemistoma 76,80	Aglaura hemistoma 5,561	Amphigona apicata 0,27	Aglaura hemistoma 1,288	Aglaura hemistoma 0,03	Aglaura hemistoma 0,74	Aglaura hemistoma 0,10	Liriope tetraphylla 0,01	
Siphonophorae	Diphyes bojani 74,55	Eudoxoides spiralis 11,32	Diphyes bojani 0,62	Lensia conoidea 0,10	Diphyes bojani 0,21	Lensia havock 0,04	Diphyes bojani 0,08	Abylopsis eschscholtzi 0,01	Diphyes bojani 0,01	Diphyes bojani 0,02
Cladocera	Pseudevadne tergestina 2,10	Penilia avirostris 217,99	Pseudevadne tergestina 0,05	Penilia avirostris 0,17	Pseudevadne tergestina 0,09	Penilia avirostris 0,03	Pseudevadne tergestina 0,01	Evadne spinifera 0,01	Evadne spinifera 0,25	-
Copepoda	Farranula gracilis 4918,23	Clausocalanus furcatus 25071,08	Oncaea venusta 309,66	Oncaea venusta 129,06	Ctenocalanus vanus 841,67	Calanoides carinatus 467,38	Oncaea venusta 13,84	Oncaea venusta 1,91	Macrosetella gracilis 0,53	Oncaea venusta 0,07
Euphausiacea	Euphausia americana 28,99	Euphausia americana 10,24	Euphausia americana 1,51	Euphausia similis 0,68	Nematoscelis atlantica 0,07	Thysanopoda aequalis 0,01	Stylocheiron carinatum 0,085	Nematoscelis atlantica 0,01	-	-
Chaetognatha	Parasagitta friderici 324,34	Parasagitta friderici 119,49	Parasagitta friderici 24,47	Parasagitta friderici 14,22	Parasagitta friderici 1,29	Caecosagitta macrocephala 0,29	Parasagitta friderici 0,84	Flaccisagitta enflata 0,14	Serratosagitta serratodentata 0,03	-
Appendicularia	Oikopleura longicauda 430,80	Oikopleura longicauda 491,88	Oikopleura longicauda 7,42	Oikopleura longicauda 1,01	Oikopleura longicauda 4,30	Oikopleura longicauda 0,29	Oikopleura longicauda 3,34	Oikopleura longicauda 0,41	Oikopleura longicauda 0,07	Oikopleura cophocerca 0,01
Salpida	Thalia democratica 0,11	Thalia democratica 126,22	Thalia democratica 0,34	Thalia democratica 0,02	Thalia democratica 0,01	Thalia democratica 0,01	Thalia democratica 0,01	Thalia democratica 0,01	-	-
Doliolida	Doliolum nationalis 133,25	Doliolum nationalis 934,05	Doliolum nationalis 4,54	Doliolum nationalis 0,28	Doliolum nationalis 2,34	Doliolum nationalis 0,16	Doliolum nationalis 1,15	Doliolum nationalis 0,05	Doliolum nationalis 0,01	-

Tabela 14 - Contribuição (%) das espécies mesozooplancônicas para as similaridades das comunidades, nos períodos chuvoso e seco, cinco massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS; Água Profunda do Atlântico Norte – APAN.

Espécie	Contribuição para similaridade (%)	Espécie	Contribuição para similaridade (%)
AT Chuvoso		AT Chuvoso	
<i>Farranula gracilis</i>	13,46	<i>Clausocalanus furcatus</i>	15,35
<i>Clausocalanus furcatus</i>	11,42	<i>Oncaea venusta</i>	10,71
<i>Oncaea venusta</i>	10,71	<i>Farranula gracilis</i>	6,77
<i>Acrocalanus longicornis</i>	7,50	<i>Paracalanus quasimodo</i>	6,40
<i>Undinula vulgaris</i>	7,24	<i>Oikopleura longicauda</i>	5,48
<i>Temora stylifera</i>	6,95	<i>Temora stylifera</i>	4,77
<i>Parasagitta friderici</i>	5,88	<i>Parasagitta friderici</i>	4,15
<i>Oikopleura longicauda</i>	5,42	<i>Lucicutia flavicornis</i>	3,95
<i>Nannocalanus minor</i>	3,84	<i>Undinula vulgaris</i>	3,75
<i>Macrosetella gracilis</i>	3,31	<i>Flaccisagitta enflata</i>	3,25
ACAS Chuvoso		<i>Doliolum nationalis</i>	2,84
<i>Oncaea venusta</i>	22,77	<i>Corycaeus giesbrechti</i>	2,76
<i>Oithona similis</i>	12,40	<i>Nannocalanus minor</i>	2,44
<i>Parasagitta friderici</i>	10,35	<i>Acrocalanus longicornis</i>	2,25
<i>Triconia conifera</i>	6,10	ACAS Seco	
<i>Macrosetella gracilis</i>	5,58	<i>Oncaea venusta</i>	28,32
<i>Oncaea media</i>	4,55	<i>Parasagitta friderici</i>	14,43
<i>Clausocalanus furcatus</i>	4,38	<i>Triconia conifera</i>	14,07
<i>Lubbockia squillimana</i>	2,97	<i>Decipisagitta sibogae</i>	4,92
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	2,35	<i>Heterorhabdus spinifrons</i>	3,89
<i>Lucicutia flavicornis</i>	2,19	<i>Macrosetella gracilis</i>	3,29
<i>Temora stylifera</i>	2,11	<i>Oithona setigera</i>	3,28
AIA - ACS Chuvoso		<i>Oithona plumifera</i>	2,89
<i>Oncaea venusta</i>	17,88	AIA - ACS Seco	
<i>Triconia conifera</i>	7,97	<i>Oncaea venusta</i>	19,72
<i>Clausocalanus furcatus</i>	7,85	<i>Calanoides carinatus</i>	16,82
<i>Farranula gracilis</i>	6,40	<i>Conaea rapax</i>	15,53
<i>Calanoides carinatus</i>	6,01	<i>Clausocalanus furcatus</i>	11,20
<i>Conaea rapax</i>	4,59	<i>Triconia conifera</i>	4,87
<i>Oikopleura longicauda</i>	3,59	<i>Parasagitta friderici</i>	3,31
<i>Doliolum nationalis</i>	3,57	<i>Macrosetella gracilis</i>	3,14
<i>Ctenocalanus vanus</i>	3,28	<i>Flaccisagitta enflata</i>	3,03
<i>Macrosetella gracilis</i>	3,13	ACS - APAN Seco	
<i>Oithona similis</i>	3,09	<i>Oncaea venusta</i>	29,49
<i>Undinula vulgaris</i>	2,90	<i>Clausocalanus furcatus</i>	12,08
<i>Parasagitta friderici</i>	2,73	<i>Macrosetella gracilis</i>	10,34
<i>Temora stylifera</i>	2,62	<i>Calanoides carinatus</i>	8,56
APAN Chuvoso		<i>Conaea rapax</i>	7,71
<i>Macrosetella gracilis</i>	56,07	<i>Lucicutia flavicornis</i>	4,25
<i>Oncaea venusta</i>	21,41	<i>Oithona plumifera</i>	3,91

Foram registradas 14 novas ocorrências para o Atlântico Sul Ocidental. Do total, 10 espécies e 1 gênero são de Copepoda, uma espécie é de Hydromedusa e duas espécies são de Siphonophorae. Com exceção de *Lychnagalma utricularia* (Siphonophorae) e *Laodicea indica* (Hydromedusa) que ocorreram na AT, todas as demais espécies foram observadas na ACAS, AIA e/ou ACS em baixas densidades (Tabela 15). *Gaetanus pileatus*, *Haloptilus longicirrus*, *Lophothrix quadrispinosa*, *Racovitzanus levis* e *Oncaea atlantica* (Copepoda) ocorreram exclusivamente na ACAS, enquanto *Chiridiella atlantica*, *Euaugaptilus facilis*, *Pseudhaloptilus*, *Tharybis asymmetrica* (Copepoda) e *Lensia subtiloides* (Siphonophorae) ocorreram exclusivamente na AIA (Tabela 15). *Arietellus plumifer* ocorreu na ACAS e AIA e *Amalothrix dentipes* na AIA e ACS (Tabela 15).

Tabela 15 - Novas ocorrências para o Atlântico Sul Ocidental, nos períodos chuvoso e seco, nas cinco massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS; Água Profunda do Atlântico Norte – APAN.

	AT		ACAS		AIA		ACS		APAN	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Hydromedusa										
<i>Laodicea indica</i>	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Siphonophorae										
<i>Lensia subtiloides</i>	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-
<i>Lychnagalma utricularia</i>	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Copepoda										
<i>Chiridiella atlantica</i>	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
<i>Gaetanus pileatus</i>	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Euaugaptilus facilis</i>	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-
<i>Haloptilus longicirrus</i>	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudhaloptilus</i>	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
<i>Arietellus plumifer</i>	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-
<i>Amalothrix dentipes</i>	-	-	-	-	-	x	x	x	-	-
<i>Lophothrix quadrispinosa</i>	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>Racovitzanus levis</i>	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Tharybis asymmetrica</i>	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
<i>Oncaea atlantica</i>	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-

Discussão

A estrutura e dinâmica da comunidade do zooplâncton, incluindo a composição específica, a produção e a biomassa, dependem diretamente das características hidrográficas das massas de água e de suas variações regionais e sazonais (Brandini *et al.*, 1989; Brandini, 1990). Os dados obtidos neste estudo revelaram um padrão horizontal de distribuição de biomassa e densidade do zooplâncton, nos dois períodos, com maiores valores desses parâmetros registrados na região da plataforma

continental. Em função da drenagem continental nessa região, a plataforma apresenta uma concentração de nutrientes superior à observada na região oceânica (Raymont, 1983). Essa maior concentração de nutrientes favorece o aumento da biomassa fitoplanctônica e, conseqüentemente, da biomassa dos organismos do zooplâncton que dela se alimentam (Hoover *et al.*, 2006). Associado a esse enriquecimento natural, fenômenos como o de ressurgência podem aumentar ainda mais a produtividade na região próxima à costa. O fenômeno de ressurgência em Cabo Frio é ricamente documentado na literatura e ocorre principalmente durante o período de primavera-verão (Valentin *et al.*, 1976; Valentin, 1984; Valentin *et al.*, 1987; Silva *et al.*, 2006; Coe *et al.*, 2007). Esse fenômeno torna a região de Cabo Frio mais produtiva em relação a outras áreas tropicais da costa do Brasil (Valentin, 1984; Valentin *et al.*, 1987; Silva *et al.*, 2006). No período chuvoso, houve diferenciação do transecto mais ao sul, localizado ao largo de Cabo Frio, em relação aos demais transectos. Ao longo do presente estudo, afloramento da ACAS, característico do fenômeno de ressurgência na região de Cabo Frio, foi detectado em baixa intensidade somente no período seco. Apesar disso, as elevadas densidades zooplancônicas nessa região no período chuvoso assim como as elevadas densidades de fitoplâncton observadas na mesma época (ver Capítulo XXIV) são, provavelmente, o reflexo de um período pós-ressurgência. Além das diferenças latitudinais associadas ao fenômeno de ressurgência na região sul da área de estudo, os transectos localizados mais ao norte se diferenciaram dos transectos centrais no período seco. A região norte da área de estudo é influenciada pela foz do rio Paraíba do sul, cuja vazão pode interferir na produtividade local através da quantidade de matéria em suspensão e do aporte de nutrientes (Salomão *et al.*, 2001).

Quando comparadas as diversidades do mezooplâncton entre as regiões de plataforma e talude, a última apresentou as maiores diversidades. Essa tendência ao aumento da diversidade em direção a região oceânica, já foi discutida por Lopes *et al.* (2006) e observada em muitos estudos comparando áreas costeiras e oceânicas (e.g. Rakhesh *et al.*, 2006; Zhang *et al.*, 2009). Regiões oceânicas em ambientes tropicais são consideradas oligotróficas (Boltovskoy, 1981) e menores concentrações de nutrientes estão associadas a ambientes mais estáveis e menos propícios ao predomínio de uma só espécie. Essas características resultam em maior riqueza e equitabilidade e, por conseqüência, maior diversidade nesses ambientes (Margalef, 1961).

Foi observada uma alta contribuição de náuplios de Copepoda no microzooplâncton ao longo do período estudado. Segundo Björnberg (1986), náuplios de Copepoda

são usualmente subestimados devido às dificuldades metodológicas de identificação morfológica, mas no presente estudo foi possível reportar a presença destes organismos devido aos equipamentos usados para a coleta (Multinet com malha de 64 µm) e a análise das amostras pela FlowCAM®. Essa alta contribuição de náuplios para a biomassa e densidade total de organismos do microzooplâncton – 64 µm também pode indicar a presença de adultos do mesmo grupo na área (Atkinson, 1998; Eskinazi-Sant'Anna, 2000).

O Copepoda *Paracalanus quasimodo* foi a espécie mais abundante na região da plataforma nos dois períodos do ano. Espécies do gênero *Paracalanus* são as principais representantes da subclasse Copepoda em regiões mais próximas à costa no Brasil tropical e subtropical (Lopes *et al.*, 1999). Dentre as espécies desse gênero de Copepoda, *P. quasimodo* é a mais comumente observada e também foi a mais abundante em diversos trabalhos na plataforma continental brasileira (e.g. Vega-Pérez e Hernández, 1997; Lopes *et al.*, 1999; Araujo, 2006). Além de *P. quasimodo*, o cladocero *Pseudevadne tergestina* também apresentou elevados valores de densidade na região de plataforma, mais especificamente no período chuvoso. Essa espécie é amplamente distribuída em ambientes marinhos e ocorre principalmente nas águas superficiais das regiões costeiras, como observado no presente estudo (Egloff *et al.*, 1997). *Pseudevadne tergestina* pode chegar rapidamente a altas densidades pela estratégia de reprodução partenogênica acelerada (Egloff *et al.*, 1997).

Na região do talude *Farranula gracilis* foi a espécie mais abundante no período chuvoso e *Clausocalanus furcatus*, no período seco. Esse resultado está de acordo com os dados da literatura que indicam ambas as espécies como epipelágicas e características de águas oceânicas (Bradford-Grieve *et al.*, 1999). *Clausocalanus furcatus* é uma espécie que apresenta maiores abundâncias relativas em ambientes muito oligotróficos (Mazzocchi e Paffenhöfer, 1999), como o observado na área de estudo, devido à influência das águas da corrente do Brasil, pobres em nutrientes (Pereira *et al.*, 2009).

A produtividade primária está diretamente relacionada com a profundidade do ambiente marinho, pois em camadas inferiores a ausência de luz restringe a produção de energia pelos organismos fotossintetizantes (Lourenço e Junior, 2002). O zooplâncton constitui um elo importante na teia alimentar, transferindo a biomassa e a energia dos produtores (autotróficos), para os demais níveis tróficos (Day Jr. *et al.*, 1989; Buskey, 1993). Essa estreita relação entre o zooplâncton e os produtores pode

explicar o acentuado valor de densidade na AT para o presente estudo, uma vez que essa massa de água é a única que está totalmente inserida na zona fótica (Stramma e England, 1999).

Copepoda foi o grupo zooplancônico mais abundante em praticamente todas as massas de água, com exceção da AIA, ACS e APAN para o microzooplâncton – 64 µm. As espécies mais abundantes de Copepoda na massa de água AT foram *F. gracilis* e *C. furcatus*, espécies consideradas epipelágicas e com preferência por águas oceânicas (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve *et al.*, 1999, Dias e Araujo, 2006). No estudo de Dias *et al.* (2010), essas espécies junto com *Oncaea venusta* foram as mais representativas na Bacia de Campos. Apesar de ser considerada por Boxshall (1998) como uma espécie característica de águas rasas, *O. venusta* foi a mais abundante nas massas de água ACAS e ACS. No estudo de Dias *et al.* (2010) na mesma área, essa espécie foi a mais representativa nas massas de água ACAS e APAN.

Os copépodes *Ctenocalanus vanus* e *Calanoides carinatus* foram as espécies mais abundantes na AIA. A primeira espécie é considerada característica de águas costeiras, frias, de superfície (Dias e Araujo, 2006) e a segunda é uma espécie oceânica característica de ambiente mesopelágico e também foi registrada como a espécie mais abundante na AIA no estudo de Dias *et al.* (2010). *Caloides carinatus* é considerada uma espécie indicadora do fenômeno de ressurgência em áreas costeiras (Monteiro-Ribas *et al.*, 1979; Dias e Araujo, 2006). No presente estudo, não houve um afloramento completo da ACAS, mas uma pequena intrusão dessa massa de água foi detectada no período seco (ver capítulo 4 do Volume 4). Durante este período, *C. carinatus* foi uma das espécies que mais contribuiu para formação da comunidade zooplancônica da plataforma continental.

Na massa de água APAN *O. venusta* e *Macrosetella gracilis* foram as espécies mais abundantes. *Macrosetella gracilis* é uma espécie encontrada na zona epipelágica de águas oceânicas associada à cianofícea *Trichodesmium* (O'Neil, 1998; Dias e Araujo, 2006; Melo Jr e Lopes, 2008). Apesar da estreita associação de *M. gracilis* com *Trichodesmium*, sua distribuição não se restringe a zona epipelágica, uma vez que a ocorrência dessa espécie em águas profundas já foi registrada, além do presente estudo, por Bottger-Schnack e Schnack (1989) na região norte do Mar Vermelho e por Dias *et al.* (2010) na Bacia de Campos.

Os parâmetros abióticos que diferenciam as massas de água ACS, em relação a AIA, não refletiram diferenciação na comunidade zooplancônica no presente estudo.

Nos dois períodos de coleta essas massas de água não apresentaram comunidades diferentes. A composição do zooplâncton pode ter sido influenciada pelos padrões similares de circulação nas duas massas de água (Stramma e England, 1999).

Houve variação vertical na distribuição dos grupos zooplancônicos, assim como das espécies integrantes dos diferentes grupos. Radiolaria apresentou maior representatividade nas massas de água profundas, resultado também reportado por outros autores (e.g. Casey, 1966; Boltovskoy, 1981). As maiores abundâncias desse grupo foram registradas desde os 800 até 2.300 m de profundidade, mas estes organismos podem ser numerosos em camadas mais superficiais (McMilen e Casey, 1978; Kling, 1979; Kling e Boltovskoy, 1995). Essa variação pode estar associada à temperatura, já que segundo Tanaka e Takahashi (2008), as maiores densidades de Radiolaria estão relacionadas com valores de temperatura entre 3,8 e 8,0 °C. No presente estudo, as temperaturas das massas de água mais profundas permaneceram entre 2,8 °C e 5,6 °C.

As espécies *Parasagitta friderici* (Chaetognatha), *Oikopleura longicauda* (Appendicularia), *Thalia democratica* (Salpida) e *Aglaura hemistoma* (Hydromedusa) foram as mais representativas dos seus respectivos grupos em todas as massas de água, com exceção da ACS e APAN. Dentre as espécies citadas *A. hemistoma* é uma espécie que apresenta maiores abundâncias no ambiente oceânico (Segura-Puertas *et al.*, 2010) e até o presente estudo, não havia registros sobre sua distribuição vertical. Apesar dos vários registros de espécies de Chaetognatha em águas profundas (David, 1965; Boltovskoy e Mostajo, 1974; Casanova, 1986; Casanova, 1993), a maioria dos trabalhos considera *P. friderici* como epipelágica e nerítica (Marazzo e Nogueira, 1996; Marazzo *et al.*, 1997; Castellões, 2000; Avila *et al.*, 2006). *Oikopleura longicauda* é a espécie de Appendicularia mais comum, encontrada em águas costeiras e oceânicas (Esnal, 1981; Bonecker e Carvalho, 2006). No estudo de Tomita *et al.* (2003) com amostragem na baía de Toyama, Japão, até 700 m de profundidade, *O. longicauda* foi registrada até 100 metros, mas seu pico de abundância foi encontrado a 50 metros. A salpa *T. democratica* é uma espécie característica de águas tropicais (Bonecker e Quintas, 2006b) e segundo Resgalla Jr. *et al.* (2004) apresenta uma atividade alimentar tanto em camadas superficiais como em estratos mais profundos ou subsuperficiais. As espécies citadas apresentaram uma alta tolerância à variação de temperatura (4,1 até 37,4 °C) e de salinidade (34,3 até 37,3 S).

Outras espécies foram as mais abundantes dos seus grupos somente nas mas-

sas de água ACS e APAN, como *Liriope tetraphylla* (Hydromedusa), *Evadne spinifera* (Cladocera), *Flaccisagitta enflata* e *Serratosagitta serratodentata* (Chaetognatha) e *Oikopleura cophocerca* (Appendicularia). *Liriope tetraphylla* é uma espécie que possui grande tolerância a variações ambientais (Tronolone, 2007) e de acordo com Buecher e Gibbons (2000), as maiores densidades dessa espécie estão associadas a profundidades inferiores como observado no presente estudo. O Cladocera *E. spinifera* apresenta seus picos de abundância nas camadas acima da termoclina (Muxagata e Montú, 1999; Miyashita *et al.*, 2011) e Onbé e Ikeda (1995) sugeriram que esta espécie apresenta um padrão reverso de migração vertical nictemeral. O Chaetognatha *F. enflata* é uma espécie, até o presente estudo, considerada epipelágica, com ocorrência tanto em regiões costeiras quanto oceânicas (Avila *et al.*, 2006), enquanto *S. serratodentata* é considerada mesopelágica, e preferencialmente oceânica (López *et al.*, 2007). Picos da espécie *O. cophocerca* foram encontrados por Hidaka (2008) no Japão, em águas com temperaturas de aproximadamente 18 °C. Os dois chaetognatos e a appendicularia citados são espécies típicas de águas quentes (Pierrot-Bults e Nair, 1991; Resgalla Jr e Montu, 1995; Casanova, 1999; Crelier e Daponte, 2004; Hidaka, 2008), mas os resultados obtidos no atual estudo demonstram que essas espécies também ocorrem e podem ser representativas em águas mais frias, com temperaturas entre 2,5 e 3,8°C.

As espécies *Diphyes bojani* (Siphonophorae) e *Doliolum nationalis* (Doliolida) foram as mais representativas dos seus respectivos grupos em todas as massas de água. *Diphyes bojani* é um dos sifonóforos mais abundantes (Nogueira e Oliveira Jr, 1991; Gasca, 1993) e segundo Mapstone (2010) sua distribuição vertical está restrita às camadas epi- e mesopelágica. Já *D. nationalis* possui uma ampla distribuição na costa brasileira tanto em regiões costeiras quanto oceânicas (Bonecker e Quintas, 2006a) e segundo Godeaux (1987), sua distribuição vertical está limitada aos 50 metros de profundidade. Assim, a distribuição vertical de ambas as espécies foi ampliada, dada as suas ocorrências até a região batipelágica.

Informações sobre a biota meso- e batipelágica do Atlântico Sul são escassas, o que causa uma grande lacuna no conhecimento sobre a ocorrência e distribuição das espécies zooplancônicas, principalmente de grupos holoplanctônicos (Boltovskoy *et al.*, 2005). O presente estudo tem caráter pioneiro e auxilia no preenchimento dessa lacuna. Foram registradas 14 novas ocorrências para o Atlântico Sul Ocidental, das quais 13 espécies e um gênero. Todas as novas ocorrências já haviam sido registradas

em outras regiões do Oceano Atlântico, embora suas áreas de distribuição estivessem restritas ao Atlântico Norte, Atlântico Sul Central e/ou Atlântico Sul Oriental (Suarez e Gasca, 1989; Bouillon, 1999; Gasca, 2002; Gaard *et al.*, 2008; Razouls *et al.*, 2005-2011). Os resultados obtidos para a região da Bacia de Campos corroboram que a diversidade de espécies do Atlântico Sul Ocidental é atualmente subestimada e sugerem que mais esforços devem ser direcionados para realizar estudos com o aqui realizado em outras regiões do Atlântico Sul Ocidental. Foram registradas 14 novas ocorrências para o Atlântico Sul Ocidental, das quais 13 espécies e um gênero (Tabela 16).

Tabela 16 - Novas ocorrências para o Atlântico Sul Ocidental, com suas áreas de distribuição até o presente estudo e suas respectivas referências.

Táxon	Distribuição anterior	Autores
Hydromedusa		
<i>Laodicea indica</i>	Atlântico Sul Oriental, Pacífico e Índico	Bouillon, 1978; Navas-Pereira e Vannucci, 1991; Bouillon, 1999; Bouillon e Boero, 2000; Cairns <i>et al.</i> 2009
Siphonophorae		
<i>Lensia subtiloides</i>	Atlântico Norte e Índico	Gasca, 2002; Thibault-Botha <i>et al.</i> , 2004
<i>Lychnagalma utricularia</i>	Atlântico Norte e Mar Mediterrâneo	Mills <i>et al.</i> , 1996; Gasca, 2002
Copepoda		
<i>Chiridiella atlantica</i>	Atlântico Sul Central	Bradford-Grieve <i>et al.</i> , 1999; Razouls <i>et al.</i> , 2011
<i>Gaetanus pileatus</i>	Atlântico Norte, Atlântico Sul Central, Atlântico Sul Oriental, Pacífico, Índico e região Subantártica	Thuesen <i>et al.</i> , 1998; Bradford-Grieve <i>et al.</i> , 1999; Razouls <i>et al.</i> , 2011
<i>Euaugaptilus facilis</i>	Atlântico Norte, Atlântico Sul Central, Atlântico Sul Oriental, Pacífico e Índico	Bradford-Grieve <i>et al.</i> , 1999; Gaarda <i>et al.</i> , 2008; Razouls <i>et al.</i> , 2011
<i>Haloptilus longicirrus</i>	Atlântico Norte, Atlântico Sul Central, Atlântico Sul Oriental, Pacífico Norte, Índico e região Antártica	Errhif <i>et al.</i> , 1997; Bradford-Grieve <i>et al.</i> , 1999; Razouls <i>et al.</i> , 2011
<i>Pseudhaloptilus</i>	Atlântico Norte, Atlântico Sul Central, Atlântico Sul Oriental, Pacífico, Índico, região Antártica e região Subantártica	Wolfenden, 1911; Bradford-Grieve <i>et al.</i> , 1999; Matsuura <i>et al.</i> , 2010; Razouls <i>et al.</i> , 2011
<i>Arietellus plumifer</i>	Atlântico Norte, Atlântico Sul Central, Atlântico Sul Oriental, Pacífico, Índico e Mar Mediterrâneo	Suarez e Gasca, 1989; Bradford-Grieve <i>et al.</i> , 1999; Gaarda <i>et al.</i> , 2008; Razouls <i>et al.</i> , 2011
<i>Amalothrix dentipes</i>	Atlântico Sul Central, Pacífico Sul, Índico, região Antártica e região Subantártica	Bradford, 1973; Bradford-Grieve <i>et al.</i> , 1999; Razouls <i>et al.</i> , 2000; Razouls <i>et al.</i> , 2011
<i>Lophothrix quadrispinosa</i>	Atlântico Norte, Pacífico Sul e Índico	Bradford-Grieve <i>et al.</i> , 1999; Razouls <i>et al.</i> , 2011
<i>Racovitzanus levis</i>	Atlântico Norte, Pacífico e Índico	Harding, 1974; Razouls <i>et al.</i> , 2011
<i>Tharybis asymmetrica</i>	Atlântico Norte e Atlântico Sul Oriental	Bradford-Grieve <i>et al.</i> , 1999; Razouls <i>et al.</i> , 2011
<i>Oncaea atlantica</i>	Atlântico Sul Central, Pacífico Norte, Índico, Mar Mediterrâneo e Mar Vermelho	Boxshall e Böttger, 1987; Bradford-Grieve <i>et al.</i> , 1999; McKinnon <i>et al.</i> , 2008; Nishibe <i>et al.</i> , 2009; Razouls <i>et al.</i> , 2011

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer aos técnicos Cláudio de Souza Ressor e José Ribamar Santos Silva pela triagem das amostras e aos biólogos Michele Rodrigues Arruda, Giselle Azevedo e Chrystian Ribeiro pela identificação dos Chaetognatha; Paulo Roberto F. C. da Costa e Marta C. C. Quintas pela identificação dos Cladocera; Suzanna C. Vianna e Rafaela A. Nunes pelo auxílio na identificação dos Copepoda; Patrícia Alpino, Dr. Lohengrin Fernandes, Dr. Ralf Schawmborn, Cíntia Cardoso e Ana Cecília R de Resende pela identificação das larvas de decápodes, Dr. Otto M. P. Oliveira pela identificação dos Siphonophorae; Dr. Álvaro Migotto pela identificação das Hydromedusa, Dr. Manuel Haimovici pela identificação das paralarvas de Cephalopoda e a Dra. Andrea S. Freire pela identificação dos Euphausiacea.

Referências

- Araujo, H.M.P., 2006. Distribution of Paracalanidae species (Copepoda, Crustacea) in the continental shelf off Sergipe and Alagoas States, Northeast Brazil. *Braz. J. Oceanogr.* 54, 173-181.
- Atkinson, A., 1998. Life cycle strategies of epipelagic copepods in the Southern Ocean. *J. Mar. Syst.* 15: 289-311.
- Avila, L.R.M., Arruda, M.R., Bonecker, S.L.C., 2006. Chaetognatha, in: Atlas da região central da zona econômica exclusiva brasileira. Série de livros 21, Museu Nacional, Rio de Janeiro, pp. 165-184.
- Beers, J.R., 1981. Determinación de la biomasa del zooplancton, in: Boltovskoy, D. (Ed.), Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo com el zooplancton marino. INIDEP, Mar del Plata, pp. 133-141.
- Björnberg, T.S.K., 1981. Copepoda, in: Boltovskoy, D. (Ed.), Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP, Mar del Plata, pp. 587-680.
- Björnberg, T.K.S., 1986. The rejected nauplius: a commentary. *Syllogeus* 58: 232-236
- Boltovskoy, D., 1981. Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo com el zooplancton marino, INIDEP, Mar del Plata.
- Boltovskoy, D., Correa, N., Boltovskoy, A., 2003. Marine zooplanktonic diversity: a view from the South Atlantic. *Oceanol. Acta* 25, 271-278.
-

-
- Boltovskoy, D., Correa, N., Boltovskoy, A., 2005. Diversity and endemism in cold waters of the South Atlantic: contrasting patterns in the plankton and the benthos. *Sci. Mar.* 69, 17-26.
- Boltovskoy, D., Mostajo, E., 1974. Quetognatos del Mar Argentino y adyacencias. Consideraciones acerca de su utilización en calidad de indicadores hidrológicos. *Physis* 33, 239-255.
- Bonecker, A.C.T., Bonecker, S.L., Bassani, C., 2009. Plâncton Marinho. *In: Pereira, R.C., Soares-Gomes, A. (Orgs.). Biologia Marinha. 2.ed.* Rio de Janeiro: Interciência, cap. 9, p. 213-237.
- Bonecker, S.L.C., 2006. Atlas da região central da zona econômica exclusiva brasileira, Série de livros 21, Museu Nacional, Rio de Janeiro.
- Bonecker, S.L.C., Carvalho, P.F., 2006. Appendicularia, in: Bonecker, S.L.C. (Ed), Atlas da região central da zona econômica exclusiva brasileira. Série de livros 21, Museu Nacional, Rio de Janeiro, pp. 185-202.
- Bonecker, S.L.C., Dias, C.O. ; Fernandes, L.D.A., Avila, L.R. 2007. Zooplâncton, in: Valentin, J.L. (Ed.), Características hidrobiológicas da região central da zona econômica exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ). Ideal Gráfica e Editora, Brasília, pp. 125-140.
- Bonecker, S.L.C., Quintas, M.C.C., 2006a. Doliolidae, in: Bonecker, S.L.C. (Ed), Atlas da região central da zona econômica exclusiva brasileira. Série de livros 21, Museu Nacional, Rio de Janeiro, pp. 215-221.
- Bonecker, S.L.C., Quintas, M.C.C., 2006b. Salpidae, in: Bonecker, S.L.C. (Ed), Atlas da região central da zona econômica exclusiva brasileira. Série de livros 21, Museu Nacional, Rio de Janeiro, pp. 203-214.
- Bottger-Schnack, R., Schnack, D., 1989. Vertical distribution and population structure of *Macrosetella gracilis* (Copepoda: Harpacticoida) in the Red Sea in relation to the occurrence of *Oscillatoria* (*Trichodesmium*) spp. (Cyanobacteria). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 52, 17-31.
- Bouillon, J., 1978. Hydroméduses de l'archipel des Séchelles et du Mozambique. *Rev. Zool. Afr.* 92, 117-172.
- Bouillon, J., 1999. Hydromedusae, in: Boltovskoy, D. (Ed.), South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 385-465.
-

-
- Bouillon, J., Boero, F., 2000. Synopsis of the families and genera of the Hydromedusae of the world, with a list of the worldwide species. *Thalassia Salent.* 24, 47-296.
- Boxshall, G.A., 1998. Planktonic Poecilostomatoida, in: Young, P.S. (Ed.), *Catalogue of Crustacea of Brazil*. Museu Nacional, Rio de Janeiro, pp. 221-234.
- Boxshall, G.A., Böttger R., 1987. Two new species of *Oncaea* (Copepoda: Poecilostomatoida) from the Red Sea and a redescription of *O. atlantica* Shmeleva. *J. Plankton Res.* 9, 553–564.
- Bradford J., 1973. Revision of family and some generic definitions in the Phaennidae and Scolecithricidae (Copepoda: Calanoida). *New Zeal. J. Mar. Fresh.* 7, 133-152.
- Bradford-Grieve, J.M., Markhaseva, E.L., Rocha, C.E.F., Abiahy, B., 1999. Copepoda, in: Boltovskoy, D. (Ed.), *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden.
- Brandini, F.P., 1990. Hydrography and characteristics of the phytoplankton in shelf and oceanic waters off southeastern Brazil during winter (July/August 1982) and summer (February/March 1984). *Hydrobiologia* 196, 111-148.
- Brandini, F.P., Lopes, R.M., Gutseit, K.S., Spach, H.L., Sassi, R., 1997. *Planctonologia na plataforma continental do Brasil - diagnose e revisão bibliográfica*. Femar, Rio de Janeiro.
- Brandini, F.P., Moraes, C.L.B., Thamm, C.A., 1989. Shelf break upwelling, subsurface maxima of chlorophyll and nitrite, and vertical distribution of a subtropical nano - and microplankton community off southeastern Brazil, in: Brandini, F.P. (Ed.), *Memórias do III encontro brasileiro de plâncton*, UFPR, Caiobá, pp.47-56.
- Buecher, E., Gibbons, M.J., 2000. Interannual variation in the composition of the assemblages of medusae and ctenophores in St Helena Bay, Southern Benguela Ecosystem. *Sci. Mar.* 64, 123-134.
- Buskey, E.J., 1993. Annual pattern of micro- and mesozooplankton abundance and biomass in a subtropical estuary. *J. Plankton Res.* 15, 907-924.
- Cairns, S.D., Gershwin, L.A., Brook, F.J., Pugh, P., Dawson, E.W., Ocaña, O.V., Vervoort, W., Williams, G., Watson, J.E., Opresko, D.M., Schuchert, P.P., Hine, M., Gordon, D.P., Campbell, H.J., Wright, A.J., Sánchez, J.A., Fautin, D.G., 2009. Phylum Cnidaria – corals, medusae, hydroids, myxozoans, in: Gordon, D.P. (Ed.), *New Zealand inventory of biodiversity. Kingdom Animalia: Radiata, Lophotrochozoa, Deuterostomia*. Canterbury University Press, Christchurch.
-

-
- Casanova, J.P., 1986. Quatre nouveaux Chaetognathes atlantiques abyssaux (Genre *Heterokrohnia*): description, remarques éthologiques et biogéographiques. *Oceanol. Acta* 9, 469-478.
- Casanova, J.P., 1993. A new genus and species of deep-sea chaetognatha from the Bay of Biscay with a strange ventral secretory gland. *J. Nat. Hist.* 27, 445-455.
- Casanova, J.P., 1999. Chaetognatha, in: Boltovskoy, D., Knoppers, B. (Eds.), *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 1352-1374.
- Casey, R.E., 1966. A seasonal study of the distribution of polycystine radiolarians from waters overlying the Catalina Basin, southern California. *Dissertação de Mestrado*. University of Southern California, Los Angeles.
- Castellões, P.V., 2000. Distribuição vertical do Filo Chaetognatha em um ponto fixo na Baía de Guanabara (RJ-Brasil), *Dissertação de Mestrado*, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M. 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*, second edition, PRIMER-E, Plymouth.
- Coe, H.H.G., Carvalho, C.N., Souza, L.O.F., Soares, A., 2007. Peculiaridades ecológicas da região de Cabo Frio, RJ. *Rev. Tamoios* 2, online.
- Crelier, A.M., Daponte, M.C., 2004. Chaetognatha of Brazil-Malvinas (Falkland) confluence: distribution and associations. *Iheringia, Ser. Zool.* 94, 403-412.
- David, P.M., 1965. The Chaetognatha of the Southern Ocean. *Monogr. Biol.* 14, 296-323.
- Day Jr., J.W., Hall, C.A.J., Kemp, W.M., Yáñez-Arancibia, A., 1989. *Estuarine Ecology*, Wiley-Interscience Publication. New York.
- Dias, C.O., Araujo, A.V., 2006. Copepoda, in: Bonecker, S.L.C. (Ed.), *Atlas da região central da zona econômica exclusiva brasileira*. Série de livros 21, Museu Nacional, Rio de Janeiro, pp: 21–100.
- Dias, C.O., Araujo, A.V., Paranhos, R., Bonecker, S.L.C., 2010. Vertical copepod assemblages (0-2300 m) off Southern Brazil. *Zool. Stud.* 49, 230-242.
- Egloff, D.A., Fofonoff, P.W., Onbé, T., 1997. Reproductive biology of marine cladocerans. *Adv. Mar. Biol.* 31, 79-167.
-

-
- Errhif A., Razouls, C., Mayzaud P., 1997. Composition and community structure of pelagic copepods in the Indian sector of the Antarctic Ocean during the end of the austral summer. *Polar Biol.* 17, 418-430.
- Eskinazi-Sant'anna, E.M., 2000. Estudo da dieta natural de *Parvocalanus crassirostris*, *Paracalanus quasimodo*, *Temora stylifera* e *Temora turbinata* (Copepoda, Calanoida), no Canal de São Sebastião (Brasil-SP), Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Eskinazi-Sant'Anna, E.M., Björnberg, T.K.S., 2006. Seasonal dynamics of mesozooplankton in Brazilian coastal waters. *Hydrobiologia* 563, 253-268.
- Esnal, G.B., 1981. Appendicularia, in: Boltovskoy, D. (Ed.), Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo com el zooplancton marino. INIDEP, Mar del Plata, pp. 809-827.
- Esnal, G.B., 1999. Appendicularia, in: Boltovskoy, D. (Ed.), South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, pp.1375-1399.
- Esnal, G.B., Daponte, M.C., 1999a. Doliolidae, in: Boltovskoy, D. (Ed.), South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, pp.1409-1421.
- Esnal, G.B., Daponte, M.C., 1999b. Salpidae, in: Boltovskoy, D. (Ed.), South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, pp.1423-1444.
- Fernandes, L.D.A., Almeida, E.V., Peixoto, B.J.F.S., Souza, M.F., 2006. Larvas de Decapoda, in: Bonecker, S.L.C. (Ed.), Atlas do zooplâncton da zona econômica exclusiva brasileira. Série de livros 21, Museu Nacional, Rio de Janeiro, pp. 147-165.
- Frontier, S., 1981. Cálculo del error em el recuento de organismos zooplanctónicos, in: Boltovskoy, D. (Ed.), Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo com el zooplancton marino. INIDEP, Mar del Plata, pp. 163-167.
- Gaard, E., Gislason, A., Falkenhaus, T., Soiland, H., Musaeva, E., Vereschchaka, A., Vinogradov, G., 2008. Horizontal and vertical copepod distribution and abundance on the Mid-Atlantic Ridge in June 2004. *Deep-Sea Res. Pt II* 55, 59–71.
- Gasca, R., 1993. Especies y abundancia de sifonóforos (Cnidaria: Hydrozoa) en la región sur del Golfo de México. *Caribb. J. Sci.* 29, 220–225.
- Gasca R., 2002. Lista faunística y bibliografía comentada de los sifonóforos (Cnidaria) de México. *An. Inst Biol UNAM* 73,123–143.
-

-
- Gibbons, M.J., Spiridonov, V.A., Tarling, G.A., 1999. Euphausiacea, in: Boltovskoy, D. (Ed.), South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 1241–1280.
- Godeaux, J., 1987. Distribution of Thaliacea on a transect from the Gulf of Aden to the Central Red Sea during the winter monsoon (March 1979). *Oceanol. Acta* 10, 197-204.
- Grosjean, P., Picheral, M., Warenbourg, C., Gorsky, G., 2004. Enumeration, measurement, and identification of net zooplankton samples using ZOOSCAN digital imaging system. *J. Mar. Sci.* 61, 518-525.
- Harding, G.C.H., 1974. The food of deep-sea copepods. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 54, 141-155.
- Hernan, A. W., Harvey, M., 2006. Application of normalized biomass size to laser optical plankton counter net intercomparasions of zooplankton distributions. *J Geophys Res.* 111: C05S05.
- Hidaka K. 2008. Species composition and horizontal distribution of the appendicularian community in waters adjacent to the Kuroshio in winter-early spring. *Plankt. Benthos Res.* 3: 152-164.
- Hoover, R.S., Hoover, D., Miller, M., Landry, M.R., Decarlo, E.H., Mackenzie, F.T., 2006. Zooplankton response to storm runoff in a tropical estuary: bottom-up and top-down controls. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 318, 187–201.
- ITIS – Integrated Taxonomic Information System, 2011. Consultado em 15 de abril de 2011. Disponível em <http://www.itis.gov/>.
- Kling, S.A., 1979. Vertical distribution of polycistine radiolarians in the central North Pacific. *Mar. Micropaleontol.* 4, 295-318.
- Kling, S.A., Boltovskoy, D., 1995. Radiolarian vertical distribution patterns across the southern California Current. *Deep-Sea Res.* 42,191-231.
- Lopes, R.M., Brandini, F.P., Gaeta, S.A., 1999. Distributional patterns of epipelagic copepods off Rio de Janeiro State, Southeastern Brazil. *Hydrobiologia* 411, 161-174.
- Lopes, R.M., Katsuragawa, M., Montú, M.A., Muelbert, J.H ; Dias, J.F., Gorri, C., Brandini, F.P., 2006. Zooplankton and ichthyoplankton distribution in the southern Brazilian shelf: an overview. *Sci. Mar.* 70, 189-202.
-

-
- López, R., López, C., Uribe-Palomino, J., 2007. Quetognatos: ¿Indicadores de eventos climáticos anómalos en el océano Pacífico colombiano?. Bol. Cient. CCCP 14, 109-122.
- Lourenço, S.O., Junior, A.N.M., 2002. Produção Primária Marinha, in: Pereira, R.C., Gomes, A.S. (Eds.), Biologia Marinha. Interciência, Rio de Janeiro, pp. 218-220.
- Mapstone, G., 2010. *Diphyes bojani* (Eschscholtz, 1829), in: Schuchert, P. (Ed.), World Hydrozoa database. Acessado em 02 de setembro de 2011. Disponível em <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=135419>.
- Marazzo, A., Machado, C.F., Nogueira, C.S.R., 1997. Notes on feeding of Chaetognatha in Guanabara Bay, Brazil. J. Plankton Res. 19, 819-828.
- Marazzo, A., Nogueira, C.S.R., 1996. Composition, spatial and temporal variations of Chaetognatha in Guanabara bay, Brazil. J. Plankton Res. 18, 2367-2376.
- Margalef, R., 1961. Communication of structure in planktonic populations. Limnol. Oceanogr. 6, pp. 124-128.
- Matsuura, H., Nishida, S., Nishikawa, J., 2010. Species diversity and vertical distribution of the deep-sea copepods of the genus *Euaugaptilus* in the Sulu and Celebes Seas. Deep-Sea Res. Pt II 57, 2098–2109.
- Mazzocchi, M.G., Paffenhöfer, G.A., 1999. Swimming and feeding behaviour of the planktonic copepod *Clausocalanus furcatus*. J. Plankton Res. 21, 1501–1518.
- McEwen, G.F., Johnson, M.W., Folsom, T.R., 1954. A statistical analysis of the performance of the Folsom plankton sample splitter, based upon test observations. Arch. Meteorol. Geophys. Klimatol. 7, 502–527.
- McKinnon A.D., Talbot, S., Carleton, J.H., Bottger-Schnack, R., 2008. Summer planktonic copepod communities of Australia's North West Cape (Indian Ocean) during the 1997-99 El Niño/La Niña. J. Plankton Res. 30, 839-855.
- McMillen, K.J., Casey, R.E., 1978. Distribution of living polycystine radiolarians in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea, and composition with sedimentary record. Mar. Micropaleontol. 3, 121-145.
- Melo Júnior, M., Lopes, R.M., 2008. Minúsculos, mas zelosos. Ciênc. Hoje 42, 60-61.
- Mianzan, H.W., 1999. Ctenophora. in: Boltovskoy, D. (Ed.), South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 561–573.
-

-
- Mills, C.E., Pugh, P.R., Harbison, G.R., Haddock S.H.D., 1996. Medusae, siphonophores and ctenophores of the Alboran Sea, south western Mediterranean. *Sci. Mar.* 60, 145-163.
- Miyashita, L.K., Gaeta, S.A., Lopes, R.M., 2011. Life cycle and reproductive traits of marine podonids (Cladocera, Onychopoda) in a coastal subtropical area. *J. Plankton Res.* 33, 779-792.
- Monteiro-Ribas, W.M., Mureb, M.A., Pessoti, E., 1979. O copépodo *Calanoides carinatus* como indicador das águas de ressurgência de Cabo Frio (Brasil). *Bol. Inst. Pesq. Mar.* 134, 1-8.
- Muxagata, E., Montú, M., 1999. Os Cladocera da plataforma continental sudeste brasileira: distribuição, densidade e biomassa (inverno de 1995). *Nauplius* 7: 151-172.
- Navas-Pereira, D., Vannucci, M., 1991. The Hydromedusae and water masses of the Indian Ocean. *Bolm. Inst. Oceanogr. S. Paulo* 39, 25-60.
- Nishibe Y., Hirota Y., Ueda H., 2009. Community structure and vertical distribution of oncaeid copepods in Tosa Bay, southern Japan. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 89, 491–498.
- Nogueira, C.R., Oliveira Jr., S.R., 1991. Siphonophora from the coast of Brazil (17°S–24°S). *Bol. Inst. Ocean.* 39, 61-69.
- Nybakken, J.W., Bertness, M.D., 2005. *Marine Biology: an ecological approach*, sexta ed. CA: Benjamin Cummings, São Francisco.
- Oliveira, O.M.P., Migotto, A.E., 2006. Pelagic ctenophores from the São Sebastião Channel, Southeastern Brazil. *Zootaxa* 1183, 1–26.
- O’Neil, J.M., 1998. The colonial cyanobacterium *Trichodesmium* as a physical and nutritional substrate for the harpacticoid copepod *Macrosetella gracilis*. *J. Plank. Res.* 20, 43-59.
- Onbé, T., 1999. Ctenopoda and Onychopoda (Cladocera), in: Boltovskoy, D. (Ed.), *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 797-813.
- Onbé T., Ikeda T., 1995. Marine cladocerans in Toyama Bay, Southern Japan: seasonal occurrence and day–night vertical distributions. *J. Plankton Res.* 17, 595-609.
-

-
- Pereira, M.D., Schettini, C.A.F., Omachi, C.Y. 2009. Caracterização de feições oceanográficas na plataforma de Santa Catarina através de imagens orbitais. *Rev. Bras. Geof.* [online], vol.27, n.1, pp. 81-93.
- Pierrot- Bults, A.C., Nair, V.R., 1991. Distribution patterns in Chaetognatha, in: Bone, Q., Kapp, H., Pierrot-Bults, A.C. (Eds.), *The Biology of Chaetognaths*. Oxford University Press, Oxford, pp. 86-116.
- Pohle, G.W., Mantelatto, F.L.M., Negreiros-Fransozo, M.L., Fransozo, A., 1999. Larval Decapoda (Brachyura), in: Boltovskoy, D. (Ed.), *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 1281–1351.
- Pugh, P.R., 1999. Siphonophorae, in: Boltovskoy, D. (Ed.), *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 467–511.
- Rakshesh, M., Raman, A.V., Sudarsan, D., 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.
- Raymont, J.E.G., 1983. *Plankton and productivity in the oceans*. Pergamon Press, Oxford.
- Razouls, C., de Bovée F., Kouwenberg, J., Desreumaux, N., 2005-2011. Diversity and Geographic Distribution of Marine Planktonic Copepods. Consultado em 15 de setembro de 2011. Disponível em <http://copepodes.obs-banyuls.fr/en>.
- Razouls, S., Razouls, C., De Bovée, F., 2000. Biodiversity and biogeography of antarctic copepods. *Antarct. Sci.* 12, 343-362.
- Resgalla Jr., C., Carvalho J.I., Pereira Fo., J., Rörig M., Rodrigues-Ribeiro, M., Tamanaha, M.S., Proença L.A.O., 2004. Migração vertical e taxas fisiológicas de *Thalia democratica* (Salpidae: Thaliacea) na reserva marinha do Arvoredo, Santa Catarina. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.* 8, 45-54.
- Resgalla Jr C., Montú M. 1995. Quetognatos de la plataforma continental del sur de Brasil. *Investig. Mar.* 10, 23–41.
- Robison, B.H., 2004. Deep pelagic biology. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 300, 253-272.
- Salomão, M.S.M.B., Molisani, M.M., Ovalle, A.R.C., Rezende, C.E., Lacerda, L.D., Carvalho, C.E.V., 2001. Particulate heavy metal transport in the lower Paraíba do Sul River basin, southeastern, Brazil. *Hydrol. Process.* 15, 587-593.
-

-
- Schultes, S., Lopes, R.M., 2009. Laser Optical Plankton Counter and Zooscan Intercomparasion in tropical and subtropical marine ecosystem. *Limnol. Oceanogr. Method.* 7: 771-784.
- Segura–Puertas, L., Franco–Gordo, C., Suárez–Morales, E., Gasca, R., Godínez–Dominguez, E., 2010. Summer composition and distribution of the jellyfish (Cnidaria: Medusozoa) in the shelf area off the central Mexican Pacific. *Rev. Mex. Biodiv.* 81, 103-112.
- Sieracki, C.K., Sieracki, M.E., Yentsch, C.S., 1998. An imaging-in-flow system for automated analysis of marine microplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 168: 285-296.
- Silva, G.L., Dourado, M.S., Candella, R.N., 2006. Estudo preliminar da climatologia da ressurgência na região de Arraial do Cabo, RJ, in: XI encontro nacional dos grupos PET. Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- Stramma, L., England, M., 1999. On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. *J. Geophys. Res.* 104, 20863–20883.
- Suarez, E., Gasca, R., 1989. Copepodos epiplanctonicos (Crustacea) del Canal de Yucatan (mayo-junio, 1984). *Carib. J. Sci.* 25, 220-236.
- Sweeney M.J., Roper, C.F., Mangold, K., Clarke, M.R., 1999. “Larval” and juvenile cephalopods: a manual for their identification, Smithsonian Institution Press, Washington.
- Tanaka, S., Takahashi, K., 2008. Detailed vertical distribution of radiolarian assemblage (0 – 3000 m, fifteen layers) in the central subarctic Pacific, June 2006. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. D. Earth & Planet Sci.* 32, 49-72.
- Thibault-Botha, D., Lutjeharms J.R.E., Gibbons, M.J., 2004. Siphonophore assemblages along the east coast of South Africa; mesoscale distribution and temporal variations. *J. Plankton Res.* 26, 1115– 1128.
- Tomita, M., Shiga, N., Ikeda, T., 2003. Seasonal occurrence and vertical distribution of appendicularians in Toyama Bay, southern Japan Sea. *J. Plankton Res.* 25, 579-589.
- Totton, A.K., 1965. A synopsis of the Siphonophora, British Museum (Natural History), Londres.
-

-
- Tronolone, V.B., 2007. Estudo faunístico e da distribuição das hidromedusas (Cnidaria, Hydrozoa) da região compreendida entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC), Brasil, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Thuesen, E.V., Miller, C.B., Childress, J.J., 1998. Physiological interpretation of oxygen consumption rates and enzymatic activities of deep sea copepods. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 168, 95-107.
- Valentin, J.L., 1984. Analyse des paramètres hydrobiologiques dans la remontée de Cabo Frio (Brésil). *Mar. Biol.* 82, 259-276.
- Valentin, J.L., Monteiro-Ribas, M.A., 1993. Zooplankton community structure on the East-Southeast Brazilian Continental Shelf (18-23 Latitude). *Cont. Shelf Res.* 13, 404-424.
- Valentin, J.L., Monteiro-Ribas, M.A., Mureb, E., 1987. Sur quelques zooplanctons abondants dans l'upwelling de Cabo Frio (Brésil). *J. Plankton Res.* 9, 1195-1226.
- Valentin, J.L., Monteiro-Ribas, W., Mureb, A., Pessotti, E., 1976. A origem das massas d'água na ressurgência de Cabo Frio (Brasil) vista através do estudo das comunidades de copepodos. *Publ. Inst. Pesqui. Mar.* 97,1-5.
- Vecchione, M., Roper, C.F.E., Sweeney, M.J., Lu, C.C., 2001. Distribution, relative abundance and developmental morphology of paralarval cephalopods in the Western North Atlantic Ocean, Department of Commerce, Seattle.
- Vega-Pérez, L.A., Hernandez, S., 1997. Composição e distribuição da Família Paracalanidae (Copepoda: Calanoida) ao largo de São Sebastião, Estado de São Paulo-Brasil, com ênfase em três espécies de *Paracalanus*. *Braz. J. Oceanogr.* 45, 61-75.
- Weikert, H., 1982. The vertical distribution of zooplankton in relation to habitat zones in the area of the Atlantis II deep, Central Red Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 8, 129-143.
- Wolfenden, R.N., 1911. Die Marinen Copepoden. II Die Pelagischen Copepoden der Westwind – Drift und der Sudlichen Eismeers. *Dtsch. Sudpolar Exped.* 7, 181-380.
- Zhang, W., Tang, D., Yang, B., Gao, S., Sun, J., Tao, Z., Sun, S., Ning, X., 2009. Onshore–offshore variations of copepod community in northern South China Sea. *Hydrobiologia* 636, 257-269.
-

VII. COMUNIDADE ICTIOPLANCTÔNICA

Resumo

Amostragens de ictioplâncton, realizadas com as redes multinet e neustônica, constituem uma importante oportunidade para se conhecer a composição e a dinâmica de ovos e larvas de peixes da região, inclusive de águas profundas. Dessa forma, esse estudo objetivou identificar as larvas de peixes e correlacionar com diferentes parâmetros ambientais, verificar a variação temporal (períodos chuvoso e seco), espacial (plataforma e talude) e vertical (massas de água do talude) na composição das assembleias ictioplanctônicas. O material estudado foi proveniente de amostras coletadas em 2009 durante os períodos chuvoso e seco com as redes multinet (malha de 500 μm) e neustônica (malha de 500 μm). As amostragens com a rede multinet foram realizadas durante a noite, através de arrastos estratificados a 1 metro de profundidade e nas seguintes massas de água: Água Central do Atlântico Sul, Água Intermediária Antártica, Água Circumpolar Superior e Água Profunda do Atlântico Norte. É importante ressaltar o caráter exclusivo destes dados pois poucos estudos foram realizados na costa brasileira com material planctônico coletado abaixo de 200 metros de profundidade, utilizando-se uma rede multinet. O uso de uma rede neustônica integrada com a análise das amostras obtidas com rede multinet permitiu uma melhor avaliação da distribuição das assembleias de larvas de peixes nessa região. Nesse estudo foram coletados 8.755 ovos de peixes e 6.324 larvas de peixes com a rede multinet e 7.402 ovos de peixes e 724 larvas com as duas redes de neuston durante o período chuvoso. Durante o período seco foram registrados 14.903 ovos de peixes e 5.511 larvas com a multinet e 36.978 ovos e 133 larvas de peixes com a rede neustônica. Identificou-se um total de 123 táxons de larvas de peixes na rede multinet, 45 na rede de neuston superior e 35 na inferior, durante o período chuvoso. No período seco foram identificados 117 táxons de larvas de peixes com a rede multinet, 14 na rede de neuston superior e 15 na inferior. De maneira geral, a assembleia de neuston foi dominada por larvas da família Mullidae. Nas amostras da multinet, na plataforma, Clupeidae e Engraulidae predominaram no período chuvoso e Scombridae, no período seco, enquanto as larvas de Myctophidae predominaram no talude nos dois períodos. Foram observadas diferenças significativas de valores de biomassa, densidade de ovos e larvas

de peixes e das assembleias de larvas de peixes entre a plataforma e o talude e entre as massas de água do talude, nos dois períodos estudados. Os maiores valores desses parâmetros foram obtidos sobre a plataforma e nas amostras obtidas a 1 metro de profundidade.

Introdução

A maioria dos ovos e larvas de peixes marinhos faz parte do plâncton, razão pela qual são denominados, em conjunto, como “ictioplâncton” (Bonecker *et al.*, 2009). As primeiras pesquisas sobre o ictioplâncton foram realizadas na segunda metade do século IX quando o cientista norueguês G.O.Sars foi designado para estudar a biologia do bacalhau, no sentido de entender as flutuações que ocorriam na captura anual deste peixe; em 1865, ao encontrar ovos de bacalhau flutuando próximo à superfície, apresentou os ovos como sendo uma das etapas mais importantes do ciclo de vida de peixes marinhos. Passados quase um século e meio, o estudo do ictioplâncton tornou-se uma linha de pesquisa reconhecidamente de grande relevância pela contribuição que traz para diversos campos da oceanografia biológica e da ciência pesqueira, principalmente para a biologia e ecologia de peixes, a detecção de recursos pesqueiros e os estudos relacionados à dinâmica de população dos peixes (Tanaka, 1973; Hempel, 1979; Matsuura e Olivar, 1999). O estudo das comunidades ictioplanctônicas é importante para entender a ecologia e a evolução da ictiofauna, aumentando o conhecimento sobre interações entre espécies e ambiente, estratégia reprodutiva de peixes, sazonalidade de desova, deriva de larvas e tipos de associações de larvas de peixes (Moser e Smith, 1993).

Em águas brasileiras o ictioplâncton vem sendo estudado, de forma regular e intensiva, desde o fim da década de 1960, podendo-se citar como trabalhos pioneiros os realizados por Matsuura (1971, 1972), que iniciou estudos sobre o ciclo de vida da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*). Um diagnóstico do conhecimento sobre o ictioplâncton em águas do sudeste-sul brasileiro (Katsuragawa *et al.*, 2006) revelou um nível de conhecimento bastante consolidado para a costa sudeste, entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). Esse estudo abrangeu uma diversidade de linhas de pesquisa, como as voltadas para a taxonomia e ontogênese (e.g. Matsuura e Yoneda, 1986; Katsuragawa, 1997; Matsuura e Suzuki, 2000); aqueles seguindo uma tendência mais ecológica, de relações e respostas a fatores ambientais (e.g. Matsuura, 1979, 1983, 1998; Katsuragawa e

Matsuura, 1990, 1992; Matsuura *et al.*, 1992, 1993; Katsuragawa *et al.*, 1993; Matsuura e Kitahara, 1995); bem como em busca de um entendimento sobre os fenômenos que envolvem o recrutamento e a dinâmica das populações (e.g. Asano *et al.*, 1991; Kitahara e Matsuura, 1995; Matsuura, 1996; Katsuragawa e Ekau, 2003; Dias *et al.*, 2004).

Na área abrangida pelo presente estudo, entre o Cabo de São Tomé (RJ) e ao sul de Vitória (ES), foram realizados trabalhos sobre a ocorrência, distribuição e abundância de larvas de *Katsuwonus pelamis* (Matsuura, 1982), sobre hidrografia e a variação espacial da biomassa dos diferentes níveis tróficos do plâncton (Bonecker *et al.*, 1992/93) e a descrição das variações das assembleias de larvas em função das condições oceanográficas (Nonaka *et al.*, 2000). Com o lançamento do Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE) em 1995, o conhecimento acerca do ictioplâncton na região oceânica foi ampliado, gerando, além de um estudo sobre a comunidade ictioplanctônica na região entre 12°S e 22°S (Castro, 2006), outros sobre ocorrência, distribuição e abundância das larvas de diversas famílias (Castro e Bonecker, 2006; Namiki *et al.*, 2007a e b; Barros *et al.*, 2007; Campos *et al.*, 2010, Castro *et al.*, 2010) e do grupo *leptocephali* (Castro e Bonecker, 2005). Ainda dentro do REVIZEE houve a ampliação do registro de ocorrências de diversas espécies de peixes na costa brasileira, como por exemplo, *Poromitra capito* e *Melamphaes simus* (Melamphaidae) (Campos *et al.*, 2008), entre outras (Bonecker *et al.*, 2007a; Campos *et al.*, 2009) com base na detecção de suas larvas. Foi publicado também um atlas de larvas de peixes da costa central (Bonecker e Castro, 2006).

Um aspecto pouco explorado em estudos sobre o ictioplâncton da costa brasileira é a migração vertical, apesar da quantidade de informações importantes, do ponto de vista ecológico, que podem ser obtidas através desta investigação. O deslocamento vertical diário de peixes pode ser observado tanto em peixes adultos como em larvas. Para as larvas, este movimento vertical influencia a sua sobrevivência e dispersão e, conseqüentemente, a variabilidade do recrutamento (Leal *et al.*, 2010) sendo fundamental para este processo (Fiksen *et al.*, 2007). Disponibilidade de luz e comida são os principais fatores que influenciam, por exemplo, a distribuição de larvas de um clupeídeo em Moçambique, que também é influenciada pela estratificação vertical/mistura da coluna de água (Leal *et al.*, 2010).

Na costa brasileira existem poucos estudos de ictioplâncton coletado abaixo de

200 metros de profundidade. As amostragens de ictioplâncton, realizadas com as redes neustônica e multinet em diferentes massas de água constituem uma importante oportunidade para se conhecer melhor a composição e a dinâmica de ovos e larvas de peixes da região, inclusive de águas profundas. Um aspecto importante desse estudo foi a possibilidade de realizar uma análise integrada das assembleias de larvas de peixes presentes ao longo da coluna de água incluindo os primeiros centímetros. Essa integração permite avaliar melhor a dinâmica da distribuição das larvas nas diferentes profundidades. Dessa forma, objetivou-se identificar as larvas de peixes e correlacionar com parâmetros ambientais, verificar a variação temporal (períodos chuvoso e seco), espacial (plataforma e talude) e vertical (massas de água) na composição da comunidade ictioplanctônica.

Material e Métodos

O ictioplâncton estudado é proveniente das amostras coletadas em 2009, à noite, durante os períodos chuvoso e seco. Foram utilizadas as redes de neuston, superior e inferior, e a multinet, a um metro de profundidade e nas seguintes massas de água: Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS), Água Intermediária Antártica (AIA), Água Circumpolar Superior (ACS) e Água Profunda do Atlântico Norte (APAN). Nas duas redes foi utilizada malhagem de 500 μm . As amostras obtidas durante essas campanhas foram pesadas em balança de precisão (0,0001) (Ainsworth.21N) para determinação da biomassa planctônica através do método de peso úmido (Beers, 1981). Na rede multinet a biomassa foi padronizada em gramas por 100 metros cúbicos ($\text{g}\cdot 100\text{ m}^{-3}$) e na rede neustônica a padronização foi em gramas por 100 metros quadrados ($\text{g}\cdot 100\text{ m}^{-2}$).

Os ovos e larvas de peixes foram totalmente triados das amostras das redes multinet e neustônica sob microscópio estereoscópico. O número total de ovos e larvas de peixes obtidos com a rede multinet foi expresso por 100 metros cúbicos de água filtrada ($\text{inds}\cdot 100\text{ m}^{-3}$) e em 1.000 metros quadrados ($\text{inds}\cdot 1.000\text{ m}^{-2}$) para os ovos e larvas coletados com a rede neustônica. Os ovos de peixes foram preservados em formol tamponado a 4% e as larvas de peixes foram preservadas em álcool 70%, com exceção das larvas do grupo *leptocephali* que foram preservadas em formol tamponado a 4%.

A identificação dos ovos e larvas de peixes foi realizada com auxílio de micros-

cópio estereoscópico, utilizando alguns parâmetros merísticos e morfométricos. Para auxiliar nessa etapa, foram usadas referências bibliográficas especializadas, tais como: Moser (1996); Matsuura e Olivar (1999), Richards (2006); Bonecker e Castro (2006); Fahay (2007), entre outros.

A classificação do ictioplâncton foi baseada em Nelson (2006) e todas as espécies identificadas foram checadas no ITIS – Integrated Taxonomic Information System (<http://www.itis.gov>) para verificação da validade do nome. Após a identificação todos os ovos e larvas foram tombados na coleção de ictioplâncton do Laboratório Integrado de Zooplâncton e Ictioplâncton da Universidade Federal do Rio de Janeiro – DZUFRJ.

Análise de dados

As amostras analisadas foram classificadas quanto ao período de coleta (chuvoso; seco), a localização/região (plataforma; talude) e massas de água (AT – Água Tropical; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS; Água Profunda do Atlântico Norte – APAN). As amostras coletadas com a rede multinet nos primeiros metros de profundidade tanto na plataforma quanto no talude foram denominadas de subsuperficiais (1 m). As análises estatísticas foram feitas separadamente para as amostras obtidas com a rede multinet e com a rede neustônica.

Antes da realização das análises estatísticas utilizou-se o teste de Levene para verificar se os dados eram homocedásticos. Nas amostras obtidas com a rede multinet foi utilizado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis para verificar se houve diferença significativa entre os valores de biomassa, densidade de ovos e densidade de larvas de peixes nas massas de água do talude. Considerando a heterogeneidade das isóbatas e dos transectos amostrados, foi realizada uma análise de variância não paramétrica fatorial (nP Manova) para verificar a existência de diferença desses parâmetros na plataforma e talude, nos transectos e nos períodos chuvoso e seco. Essa análise permite agrupar em cada transecto as isóbatas duas a duas, uma vez que a replicação entre as amostras é uma exigência do teste. Nos casos em que as amostras não estavam pareadas foi necessário excluir algum transecto ou replicar o resultado de alguma isóbata.

Para as análises entre as duas regiões, entre os transectos e entre os dois períodos foram usadas apenas as amostras obtidas a um metro de profundidade.

A mesma análise de variância fatorial foi realizada para verificar a existência de diferenças entre as assembleias de larvas de peixes obtidas com a rede multinet durante os dois períodos de coleta, entre as duas regiões e entre os transectos.

Para as amostras obtidas com a rede neustônica foi feita a mesma análise de variância não paramétrica fatorial (nP Manova) para biomassa, densidade de ovos e densidade de larvas de peixes. As assembleias de larvas de peixes registradas nas amostras desta rede não puderam ser avaliadas através da análise de variância fatorial porque não foi possível um pareamento das amostras. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Statistica 7.0 (Kruskall-Wallis) e o programa Permanova 6 (nP Manova).

Para analisar a distribuição das larvas de peixes nas diferentes massas de água do talude, foi realizada uma análise de similaridade (ANOSIM) (Clarke e Gorley, 2001). Consideraram-se resultados significativos apenas os que apresentaram nível de significância inferior à 5%.

Foram realizadas análises de similaridade percentual (SIMPER) para verificar as contribuições dos táxons na formação das assembleias de larvas de peixes coletadas com a rede neustônica e com a rede multinet na plataforma e no talude em cada período estudado. Essa análise também foi realizada para verificar as diferenças nas contribuições dos táxons em cada massa de água do talude. Táxons que contribuíram juntos com mais de 90% para a formação dos grupos foram consideradas espécies-chave. Todos esses procedimentos foram realizados a partir das rotinas do programa PRIMER 6,0.

Para as análises das assembleias de larvas de peixes foram usadas apenas as unidades taxonômicas (família e espécie) que não apresentaram sobreposições. Nas amostras da rede neustônica, para minimizar o efeito das espécies raras sobre a interpretação dos dados, foram utilizados os táxons (29 táxons) que ocorreram em pelo menos 2% das amostras coletadas durante os períodos chuvoso e seco (65 amostras). Nas amostras da rede multinet a matriz foi formada por 37 táxons que ocorreram em pelo menos 2% das amostras obtidas nos dois períodos de coleta (132 amostras). A redução do número de táxons foi feita através do cálculo da frequência de ocorrência e os dados foram transformados para $\log(x+1)$. As matrizes de similaridade foram calculadas entre as amostras, baseadas no coeficiente de similaridade de Bray-Curtis (Clarke e Warwick, 2001).

Uma análise de correspondência canônica (ACC), usando o programa PC-

ORD versão 4 (McCune e Mefford, 1999), foi feita para analisar a relação entre os táxons de larvas de peixes (37) coletados com a rede multinet durante os períodos chuvoso e seco (91 amostras) e os parâmetros ambientais (temperatura, salinidade, MPS, bacterioplâncton e clorofila a). Nessa análise foram usados apenas os parâmetros ambientais e os dados de larvas de peixes obtidos a 1 m de profundidade. O teste de Monte Carlo foi usado para verificar a significância estatística dos dados ambientais selecionados.

Resultados

Caracterização da comunidade ictioplanctônica

Ao longo do estudo foram coletados 8.755 ovos de peixes e 6.324 larvas de peixes com a rede multinet e 7.402 ovos de peixes e 724 larvas com as duas redes de nêuston durante o período chuvoso. Durante o período seco coletaram-se 14.903 ovos de peixes e 5.511 larvas com a multinet e 36.978 ovos e 133 larvas de peixes com a rede neustônica.

Os valores de biomassa planctônica, densidade de ovos e densidade de larvas de peixes obtidos com a rede neustônica (superior e inferior) e com a multinet durante os períodos chuvoso e seco são apresentados na tabela 1.

Foram registrados 123 táxons de larvas de peixes na rede multinet, 45 na rede de nêuston superior e 35 na inferior, durante o período chuvoso (Tabela 1). No período seco foram identificados 117 táxons de larvas de peixes com a rede multinet, 14 na rede de nêuston superior e 15 na inferior (Tabela 1).

Os valores de biomassa planctônica, densidade de ovos e densidade de larvas de peixes obtidos com a rede de nêuston (superior e inferior) e com a multinet durante os períodos chuvoso e seco são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Número de amostras (N), valor médio, mínimo e máximo de biomassa planctônica ($g.100 m^{-2}$), de densidade de ovos e de densidade de larvas de peixes coletadas com a rede neustônica ($ind.1000 m^{-2}$) e com a rede multinet ($ind.100 m^3$), e número total de táxons de larvas de peixes obtidos com as duas redes durante os períodos chuvoso e seco.

		Período Chuvoso		
		Rede neustônica		Rede multinet
		Superior	Inferior	
Biomassa	N	45	45	105
	Média	4,75	3,83	5,81
	Min - max	0,14 – 46,00	0,20 – 24,10	0,02 – 21,35
Ovos	N	45	45	105
	Média	612,50	620,84	48,88
	Min - max	0 – 13.688,82	0 – 15.555,12	0 – 1.268,35
Larvas	N	45	45	105
	Média	59,15	57,60	34,47
	Min - max	0 – 849,67	0 – 637,59	0 – 287,22
	No total de táxon	45	35	123
		Período Seco		
		Rede neustônica		Rede multinet
		Superior	Inferior	
Biomassa	N	35	35	95
	Média	1,92	4,66	6,45
	Min - max	0,11 – 19,47	0,13 – 54,53	0,10 – 42,34
Ovos	N	35	35	95
	Média	1.555,29	5.440,95	97,50
	Min - max	0 – 34.134,04	0 – 144.897,92	0 – 1.985,53
Larvas	N	35	35	95
	Média	21,39	10,02	34,90
	Min - max	0 – 286,76	0 – 60,37	0 – 538,02
	No total de táxons	14	15	117

Ictionêuston

Os valores de biomassa, densidade de ovos e larvas de peixes e número de táxons encontrados nas amostras obtidas com a rede neustônica nos períodos chuvoso e seco são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Número de amostras (N), valor médio, mínimo e máximo de biomassa planctônica (g.100 m²), de densidade de ovos (ovos.1000 m²), de densidade de larvas de peixes (larvas.1000 m²) e número total de táxons de larvas de peixes obtidos com a rede neustônica superior e inferior durante os períodos chuvoso e seco na plataforma e no talude.

		Período Chuvoso			
		Rede Superior		Rede Inferior	
		Plataforma	Talude	Plataforma	Talude
Biomassa	N	24	21	24	21
	Média	7,36	1,76	4,65	2,88
	Min - max	0,24 – 46,00	0,14 – 6,30	0,48 – 24,10	0,20 – 12,40
Ovos	N	24	21	24	21
	Média	1.061,32	99,57	1.053,85	125,98
	Min - max	0 – 13.688,82	0 – 699,04	0 – 15.555,12	0 – 666,58
Larvas	N	24	21	24	21
	Média	58,14	60,31	73,09	39,90
	Min - max	0 – 222,77	0 – 849,67	0 – 637,59	0 – 505,41
	No total de táxon	22	27	20	22
		Período Seco			
		Rede Superior		Rede Inferior	
		Plataforma	Talude	Plataforma	Talude
Biomassa	N	20	15	20	15
	Média	2,49	1,17	6,34	2,42
	Min - max	0,11 – 19,47	0,19 – 6,83	0,19 – 54,53	0,13 – 18,81
Ovos	N	20	15	20	15
	Média	999,26	2.296,65	2.247,26	9.699,22
	Min - max	0 – 8.181,41	0 – 34.134,04	0 – 17.342,37	0 – 144.897,92
Larvas	N	20	15	20	15
	Média	34,01	4,55	13,09	5,94
	Min - max	0 – 286,76	0 – 32,50	0 – 60,37	0 – 21,90
	No total de táxons	13	4	9	7

No período chuvoso foram registrados maiores valores de biomassa sobre a plataforma continental (Figura 1), em todos os transectos estudados (Tabela 3). Os valores de biomassa obtidos com a rede superior foram significativamente diferentes entre plataforma e talude ($p=0,0005$) e entre os transectos: A-I ($p=0,0594$), C-H ($p=0,0378$), C-I ($p=0,0274$). Na rede inferior esse parâmetro também foi diferente nas duas regiões ($p=0,0049$) e entre os transectos: A-I ($p=0,0104$), C-D ($p=0,0160$),

C-F ($p=0,0568$), C-H ($p=0,0044$), C-I ($p=0,0004$). Durante o período seco as maiores biomassas também foram obtidas sobre a plataforma (Figura 2). Houve diferença significativa entre as regiões na rede superior ($p=0,0025$) e na rede inferior ($p=0,0006$), e entre os transectos somente na rede superior - A-F ($p=0,0278$), C-F ($p=0,0268$).

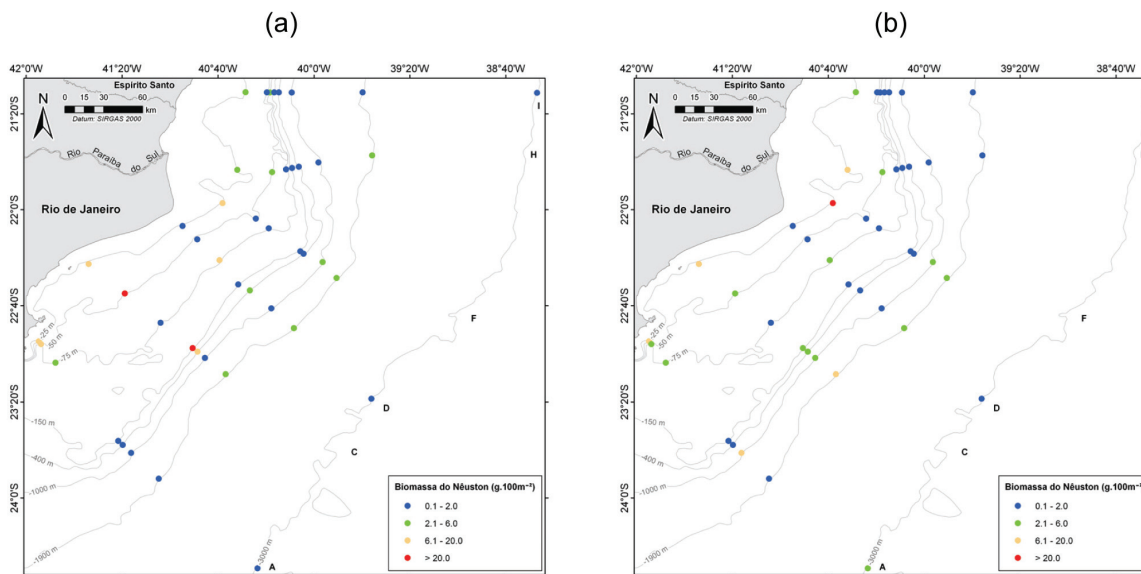


Figura 1 - Distribuição da biomassa planctônica ($g.100\ m^{-2}$) coletada com a rede neustônica superior (a) e inferior (b) ao longo da área estudada durante o período chuvoso.

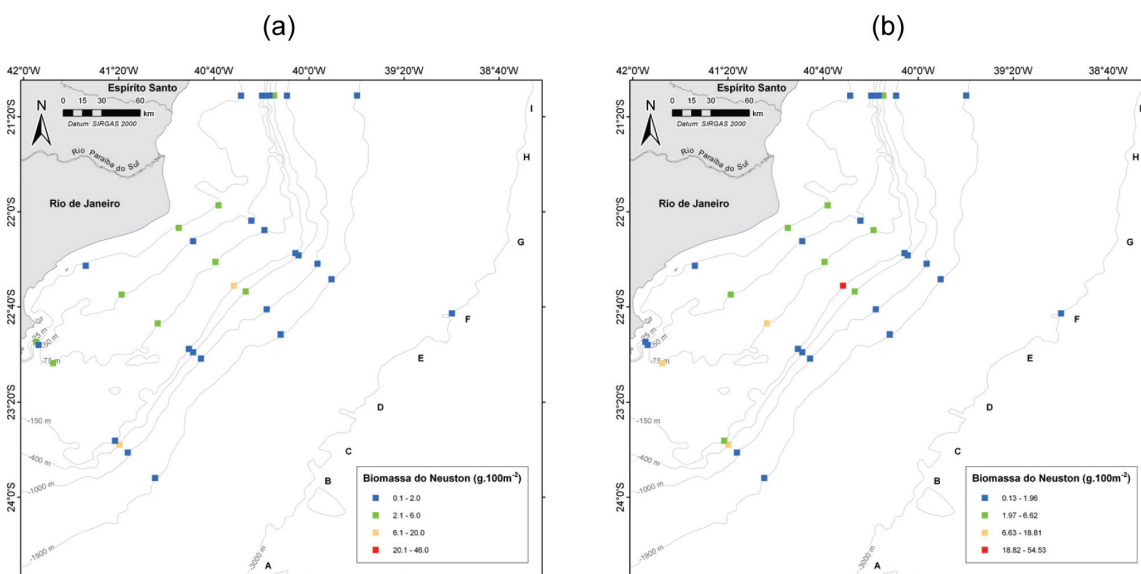


Figura 2 - Distribuição da biomassa planctônica ($g.100\ m^{-2}$) coletada com a rede neustônica superior (a) e inferior (b) ao longo da área estudada durante o período seco.

Tabela 3 - Número de amostras (N), valor médio, mínimo e máximo de biomassa planctônica (g.100 m⁻²), obtida com a rede neustônica superior e inferior, em cada transecto, durante os períodos chuvoso e seco na plataforma e no talude.

	Plataforma				Talude			
	Rede Superior		Rede Inferior		Rede Superior		Rede Inferior	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Transecto A								
N	4	4	4	4	4	3	4	3
Média	7,81	2,04	5,32	5,98	0,81	2,62	4,61	6,63
Min - max	0,24 – 15,03	0,42 – 4,35	0,48 – 12,93	0,61 – 17,38	0,14 – 1,59	0,32 – 6,83	0,83 – 11,09	0,26 – 18,81
Transecto C								
N	4	4	4	4	3	2	3	2
Média	21,45	1,39	4,31	4,20	3,24	0,53	6,87	0,82
Min - max	1,02 – 46,00	0,39 – 2,51	1,69 – 6,92	0,32 – 11,96	1,25 – 6,30	0,44 – 0,62	2,94 – 12,40	0,71 – 0,93
Transecto D								
N	4	4	4	4	4	3	4	3
Média	5,68	7,00	2,57	16,62	2,51	1,20	2,04	2,48
Min - max	0,91 – 18,38	1,10 – 19,47	0,98 – 5,72	1,33 – 54,53	0,16 – 5,42	0,44 – 2,52	0,36 – 5,77	0,74 – 5,47
Transecto F								
N	4	4	4	4	3	4	3	4
Média	3,68	1,31	7,09	3,55	2,97	0,50	3,04	0,30
Min - max	0,59 – 11,60	0,11 – 2,53	1,05 – 24,10	0,19 – 6,62	0,41 – 4,90	0,24 – 0,61	1,62 – 4,90	0,23 – 0,48
Transecto H								
N	4	-	4	-	3	-	3	-
Média	2,69	-	6,57	-	0,91	-	0,57	-
Min - max	0,29 – 5,76	-	0,50 – 19,68	-	0,23 – 2,09	-	0,29 – 1,09	-
Transecto I								
N	4	4	4	4	4	3	4	3
Média	2,84	0,69	2,07	1,36	0,61	1,01	0,62	2,06
Min - max	1,07 – 5,83	0,55 – 0,91	1,45 – 3,35	0,80 – 1,57	0,32 – 1,33	0,19 – 2,61	0,20 – 1,58	0,13 – 5,82

As maiores densidades de ovos de peixes foram registradas na plataforma no período chuvoso (Figura 3) e no talude no período seco (Figura 4). Na maioria dos transectos as maiores densidades médias de ovos foram obtidas sobre a plataforma com exceção do transecto I (Tabela 4). No período chuvoso houve diferença significativa de ovos de peixes entre as duas regiões com a rede superior ($p=0,0001$) e com a inferior ($p=0,0001$). As densidades de ovos foram diferentes na maioria dos transectos exceto entre A-C ($p=0,1078$), F-H ($p=0,1232$) para a rede superior e entre A-C ($p=0,0858$), H-I ($p=0,0618$). No período seco também houve diferença na densidade de ovos entre plataforma e talude na rede superior ($p=0,0001$) e inferior ($p=0,0001$). Na rede superior as densidades foram diferentes entre os transectos A-C ($p=0,0130$), A-D ($p=0,0020$), A-F ($p=0,0020$), e na rede inferior entre todos os transectos exceto C-D ($p=0,1562$), D-F ($p=0,1334$).

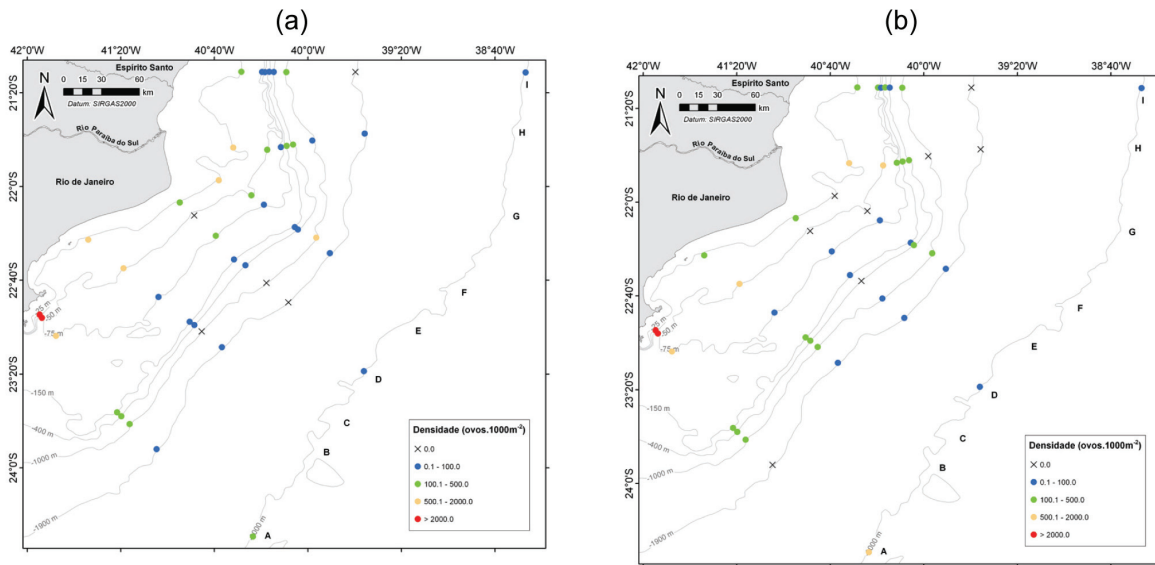


Figura 3 - Distribuição da densidade de ovos de peixes (ovos.1000 m²) coletados com a rede neustônica superior (a) e inferior (b) ao longo da área estudada durante o período chuvoso.

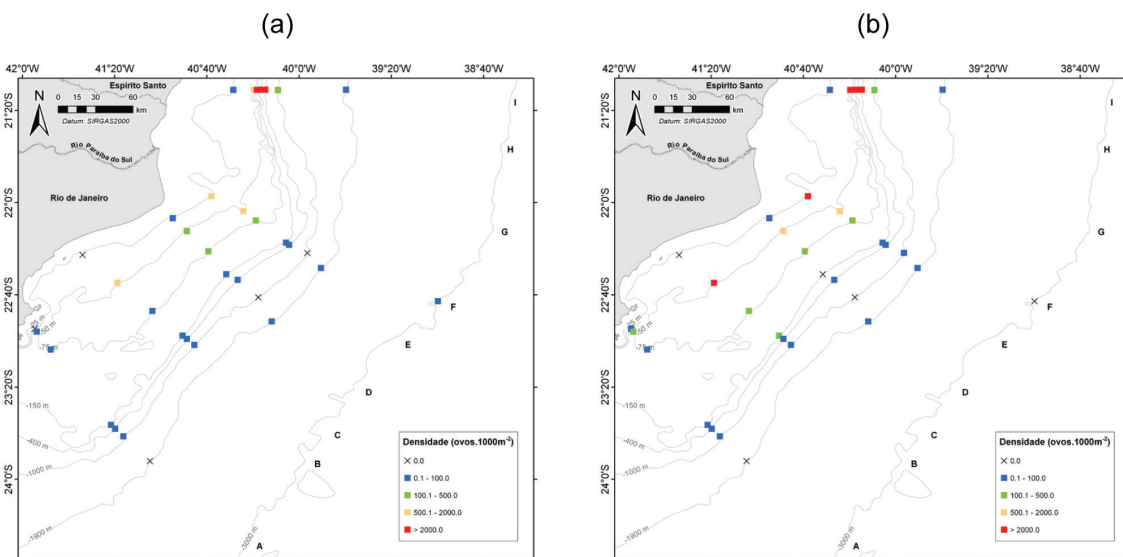


Figura 4 - Distribuição da densidade de ovos de peixes (ovos.1000 m²) coletados com a rede neustônica superior (a) e inferior (b) ao longo da área estudada durante o período seco.

Tabela 4 - Número de amostras (N), valor médio, mínimo e máximo de densidade de ovos de peixes (ovos.1000 m⁻²), obtida com a rede neustônica superior e inferior, em cada transecto, durante os períodos chuvoso e seco na plataforma e no talude.

	Plataforma				Talude			
	Rede Superior		Rede Inferior		Rede Superior		Rede Inferior	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Transecto A								
N	4	4	4	4	4	3	4	3
Média	5.183,83	40,68	51,36	87,62	164,86	4,75	3,26	9,50
Min - max	194,68 – 13.688,82	0 – 92,76	1,91 – 155,55	14,45 – 236,12	7,58 – 394,39	0 – 7,20	0 – 6,67	0 – 14,40
Transecto C								
N	4	4	4	4	3	2	3	2
Média	405,61	250,86	4,59	781,26	15,99	13,26	0,94	18,53
Min - max	13,29 – 1.043,24	0 – 871,01	0,15 – 12,07	0 – 2.705,68	0 – 41,27	10,53 – 16,00	0,33 – 1,40	16,00 – 21,05
Transecto D								
N	4	4	4	4	4	3	4	3
Média	85,21	141,52	1,00	373,21	10,87	12,50	0,08	28,65
Min - max	0 – 216,36	4,65 – 431,07	0 – 3,57	0 – 1.256,94	0 – 34,04	0 – 32,85	0 – 0,15	0 – 76,66
Transecto F								
N	4	4	4	4	3	4	3	4
Média	339,22	506,10	0,40	1.299,25	265,23	20,51	1,63	39,32
Min - max	23,59 – 1.002,58	40,92 – 1.218,67	0 – 0,98	37,20 – 3.392,51	15,41 – 699,04	0 – 56,87	0,15 – 3,60	0 – 97,49
Transecto H								
N	4	-	4	-	3	-	3	-
Média	260,31	-	3,96	-	117,26	-	1,25	-
Min - max	82,28 – 502,46	-	1,38 – 6,60	-	5,45 – 333,66	-	0 – 3,74	-
Transecto I								
N	4	4	4	4	4	3	4	3
Média	93,75	4.057,14	1,91	8.694,93	48,16	11.429,83	0,41	48.393,15
Min - max	27,44 – 232,81	50,23 - 8.181,41	0,69 - 4,66	63,93 - 17.342,41	0 – 166,24	49,87 - 34.134,04	0 – 1,23	94,75 - 144.897,92

Foram identificados seis táxons de ovos de peixes durante os períodos chuvoso e seco, sendo uma ordem, quatro famílias e uma espécie (Tabela 5). Os ovos pertencentes a família Engraulidae ocorreram apenas sobre a plataforma em ambos os períodos. No talude a riqueza taxômica foi baixa, sendo encontrados apenas ovos de Anguilliformes, *Maurolicus stehmanni* (Sternoptychidae) e Synodontidae (Tabela 5).

Tabela 5 - Densidade média (ovos.1000 m⁻²) e desvio padrão (DP) dos táxons de ovos de peixes coletados com as redes superior e inferior, sobre a plataforma e o talude nos períodos chuvoso e seco.

Plataforma								
Rede Superior					Rede Inferior			
Chuvoso			Seco		Chuvoso		Seco	
Táxon	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Anguilliformes	6,96	18,99	0,88	3,02	12,88	29,03	0,00	0,00
Engraulidae	269,50	1.083,81	36,78	164,48	136,42	438,55	92,08	409,89
Clupeidae	20,82	102,01	1,24	4,02	0,00	0,00	0,94	2,92
Synodontidae	5,36	14,10	0,97	4,35	11,67	34,50	3,89	17,41
Trichiuridae	0,80	2,74	0,32	1,45	1,52	5,96	0,20	0,90
Não identificados	757,75	2.657,37	903,84	2.284,85	937,06	3.202,50	2.150,15	4.690,43
Talude								
Rede Superior					Rede Inferior			
Chuvoso			Seco		Chuvoso		Seco	
Táxon	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Anguilliformes	3,23	13,58	3,10	8,95	4,52	18,88	1,62	6,29
Engraulidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Clupeidae	0,30	1,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Synodontidae	0,00	0,00	0,76	2,85	0,27	1,20	0,44	1,69
Trichiuridae	0,00	0,00	1,63	4,55	0,00	0,00	0,98	2,60
Não identificados	94,79	173,18	2.455,21	9.115,93	122,66	179,19	9.696,18	37.398,84

As maiores densidades de larvas de peixes foram registradas sobre a plataforma continental tanto no período chuvoso (Figura 5) quanto no seco (Figura 6). Na maioria dos transectos as maiores densidades médias de larvas de peixes foram registradas sobre a plataforma com exceção dos transectos D e H para uma das redes (Tabela 6). No período chuvoso as densidades de larvas de peixes variaram significativamente na rede superior entre as duas regiões somente nos transectos H ($p=0,0288$) e I ($p=0,0002$). Na rede inferior também houve diferença nas densidades de larvas entre as regiões ($p=0,0021$) e entre os seguintes transectos: A-F ($p=0,0538$), C-D ($p=0,0074$), C-F ($p=0,0250$), C-H ($p=0,0560$), D-H ($p=0,0182$), D-I ($p=0,0490$), F-I ($p=0,0460$). Durante o período seco, as densidades de larvas foram diferentes entre as duas regiões na rede superior ($p=0,0002$) e na inferior ($p=0,0004$). Na rede superior as densidades foram diferentes entre os transectos A-D ($p=0,0192$), A-F ($p=0,0456$), C-D ($p=0,0216$), e na rede inferior variaram entre todos os transectos exceto entre A-C ($p=0,4418$) e entre D-F ($p=0,1838$).

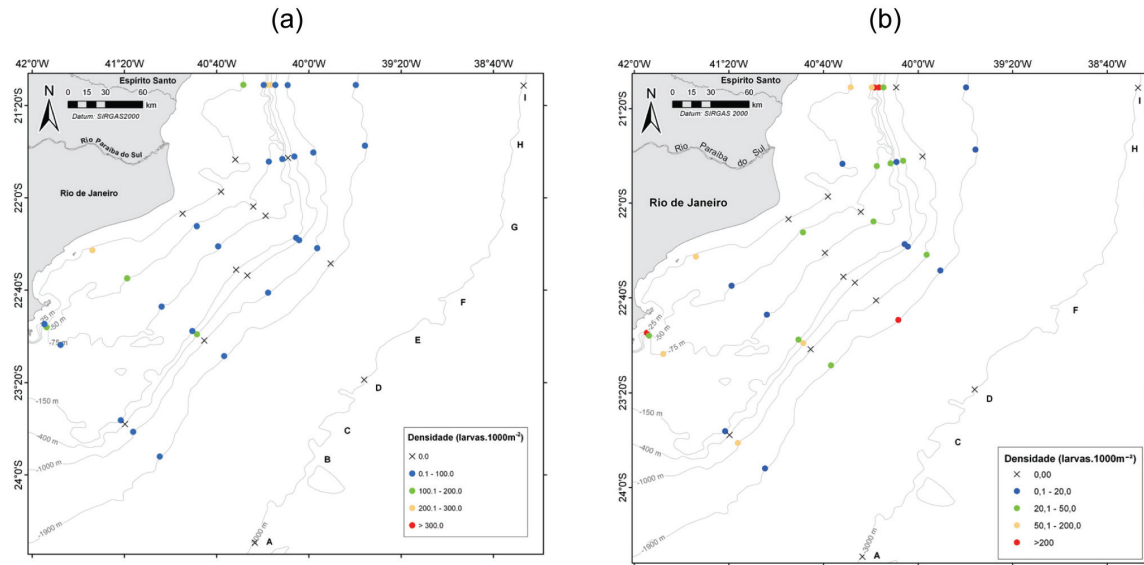


Figura 5 - Distribuição da densidade de larvas de peixes (larvas.1000 m⁻²) coletadas com a rede neustônica superior (a) e inferior (b) ao longo da área estudada durante o período chuvoso.

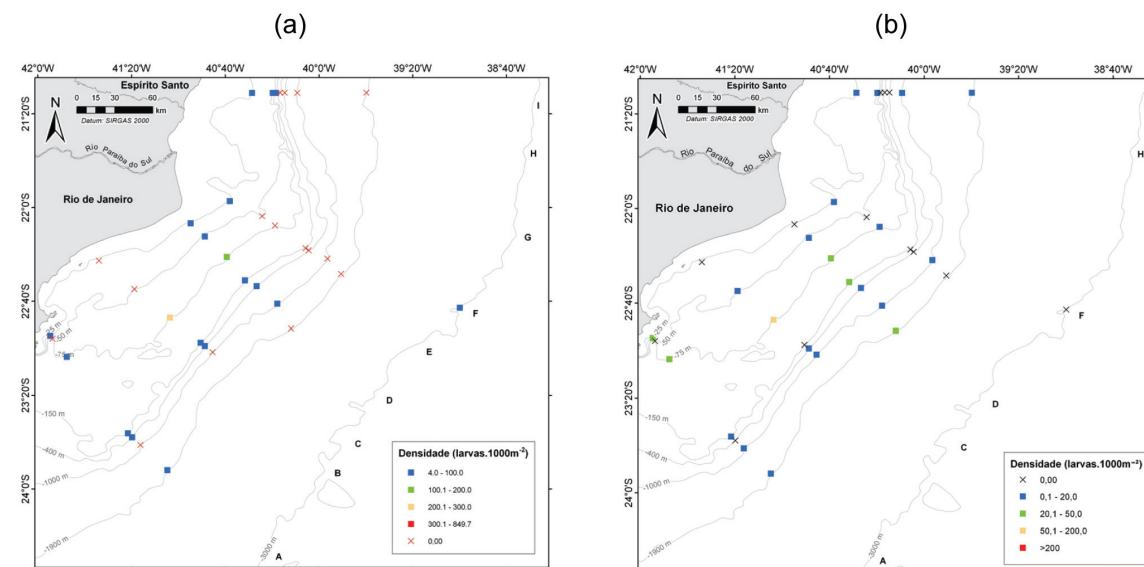


Figura 6 - Distribuição da densidade de larvas de peixes (larvas.1000 m⁻²) coletadas com a rede neustônica superior (a) e inferior (b) ao longo da área estudada durante o período seco.

Tabela 6 - Número de amostras (N), valor médio, mínimo e máximo de densidade de larvas de peixes (larvas.1000 m⁻²), obtida com a rede neustônica superior e inferior, em cada transecto, durante os períodos chuvoso e seco na plataforma e no talude.

	Plataforma				Talude			
	Rede Superior		Rede Inferior		Rede Superior		Rede Inferior	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Transecto A								
N	4	4	4	4	4	3	4	3
Média	58,89	30,01	85,11	17,70	12,90	4,01	25,80	6,46
Min - max	7,21 – 115,82	0 – 86,11	3,61 – 218,65	0 – 31,31	0 – 44,03	0 – 7,05	0 – 88,06	0 – 14,40
Transecto C								
N	4	4	4	4	3	2	3	2
Média	94,06	73,14	36,97	19,73	41,39	2,67	32,56	5,30
Min - max	23,08 – 200,20	0 – 286,76	12,57 – 80,08	0 – 60,37	0 – 117,46	0 – 5,33	0 – 50,79	5,26 – 5,33
Transecto D								
N	4	4	4	4	4	3	4	3
Média	21,97	52,03	6,73	17,95	216,22	14,93	126,35	12,95
Min - max	0 – 71,74	4,03 – 155,23	0 – 26,90	0 – 41,89	0 – 849,67	0 – 32,50	0 – 505,41	4,64 – 21,90
Transecto F								
N	4	4	4	4	3	4	3	4
Média	2,22	2,74	14,02	5,01	15,45	1,52	14,38	1,80
Min - max	0 – 8,88	0 – 10,98	0 – 47,19	0 – 10,98	0 – 38,23	0 – 6,09	7,71 – 27,31	0 – 7,20
Transecto H								
N	4	-	4	-	3	-	3	-
Média	10,18	-	25,00	-	49,36	-	12,49	-
Min - max	0 – 28,08	-	9,21 – 42,12	-	21,81 – 75,63	-	0 – 31,14	-
Transecto I								
N	4	4	4	4	4	3	4	3
Média	161,51	12,14	270,71	5,05	7,86	0	12,75	4,37
Min - max	89,18 – 222,77	0 – 28,37	60,36 – 637,59	0 – 13,70	0 – 16,09	0	0 – 41,61	0 – 8,12

A assembleia de larvas de peixes da rede neustônica formada durante o período chuvoso foi dominada por cinco famílias (Figura 7). A família Myctophidae ocorreu com densidade muito baixa sobre a plataforma sendo mais abundante sobre o talude. Entre as cinco espécies de Myctophidae identificadas *Bollinichthys distofax* foi que mais se destacou (Tabela 7). As larvas da família Mullidae ocorreram nas duas regiões, mas foram predominantes sobre a plataforma. Entretanto, a espécie *Upeneus parvus* foi mais abundante sobre o talude. Algumas espécies da família Carangidae (*Caranx crysos*, *Decapterus punctatus* e *Selar crumenophthalmus*) e todas as espécies de Gerreidae (*Eucinostomus* sp., *Diapterus* sp. e *Diapterus rhombeus*) foram registradas apenas sobre a plataforma continental. Outros carangídeos (*Alectis ciliaris*, *Caranx bartholomaei*, *Chloroscombrus chrysurus*, *Decapterus* sp., *Seriola zonata*) e as espécies de Gempylidae (*Gempylus serpens*, *Neisiarchus nasutos* e *Neolatus tripes*) ocorreram somente sobre o talude. Em “outras” estão englobados 57 táxons identificados nas duas redes neustônicas (Figura 7).

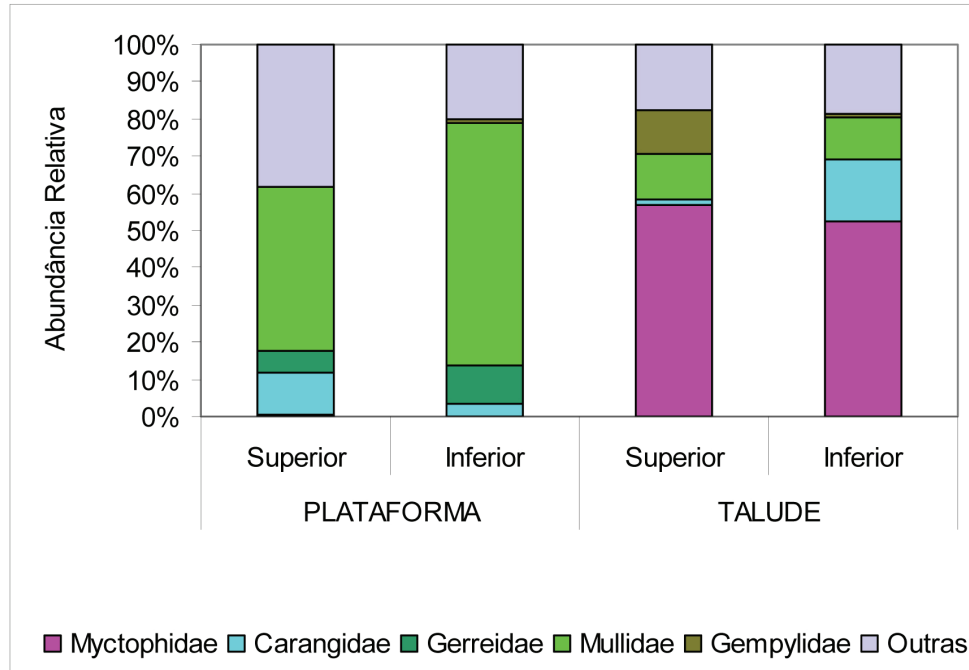


Figura 7 - Abundância relativa (%) dos táxons de larvas de peixes coletadas com a rede neustônica superior e inferior nos períodos na plataforma e no talude durante o período chuvoso.

Tabela 7 - Densidade média (larvas.1000 m⁻²) e desvio padrão (DP) dos táxons de larvas de peixes mais abundantes coletados com a rede neustônica superior e inferior sobre a plataforma e o talude durante o período chuvoso.

Táxon	Rede Superior				Rede Inferior			
	Plataforma		Talude		Plataforma		Talude	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Myctophidae	0,37	1,81	19,56	86,18			17,49	76,59
<i>Bollinichthys distofax</i>			6,73	28,74				
<i>Myctophum affine</i>			0,30	1,38				
<i>Myctophum obtusirostre</i>			0,70	3,20			1,06	3,52
<i>Lampadena spp.</i>			0,35	1,60			0,35	1,60
<i>Lepidophanes guentheri</i>			2,44	11,19			0,35	1,60
<i>Lepidophanes gaussi</i>			1,74	7,99				
Carangidae	0,27	1,31			1,03	3,14	4,19	19,22
<i>Alectis ciliaris</i>			0,35	1,60			0,35	1,60
<i>Caranx crysos</i>	4,27	19,36						
<i>Caranx bartholomaei</i>					0,31	1,54		
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>			0,15	0,69			0,35	1,60
<i>Decapterus spp.</i>			0,21	0,97			0,35	1,60
<i>Decapterus punctatus</i>	0,54	2,63			0,27	1,31		
<i>Selar crumenophthalmus</i>	0,42	2,04						
<i>Seriola zonata</i>							0,26	1,19
<i>Trachurus lathami</i>	0,58	2,87			0,72	2,47	0,67	2,11
Gerreidae	1,81	8,86			4,39	14,88		
<i>Eucinostomus sp.</i>	0,33	1,59			2,04	8,14		
<i>Diapterus sp.</i>	0,95	3,26						
<i>Diapterus rhombeus</i>					0,27	1,31		
Mullidae	19,50	55,31	1,34	4,96	43,17	130,49	1,58	4,50
<i>Upeneus parvus</i>	4,74	9,78	5,70	14,11	0,52	2,57	2,66	8,66
Gempylidae					0,64	3,14		
<i>Gempylus serpens</i>			5,93	27,17			0,35	1,60
<i>Neisiarchus nasutus</i>			0,30	1,38				
<i>Neolatus tripes</i>			0,36	1,65				

Durante o período seco a assembléia de larvas de peixes foi dominada por apenas três famílias (Figura 8), sendo Mullidae a mais abundante nos dois ambientes. As larvas da família Myctophidae ocorreram apenas na rede inferior, *Diaphus* spp. foi registrada apenas sobre a plataforma, enquanto *Lampanyctus cf photonotus* ocorreu somente sobre o talude (Tabela 8). A espécie *Mugil* sp. foi mais abundante na rede superior sobre a plataforma continental (Tabela 8). Assim como no período chuvoso, a família Mullidae foi mais abundante sobre a plataforma (Figura 8), mas nesse período de coleta a espécie *Upeneus parvus* foi mais abundante sobre a plataforma. A outra espécie de mulídeo, a *Pseudupeneus maculatus*, ocorreu somente sobre o talude. Os demais táxons identificados (19) estão representados como “outras”.

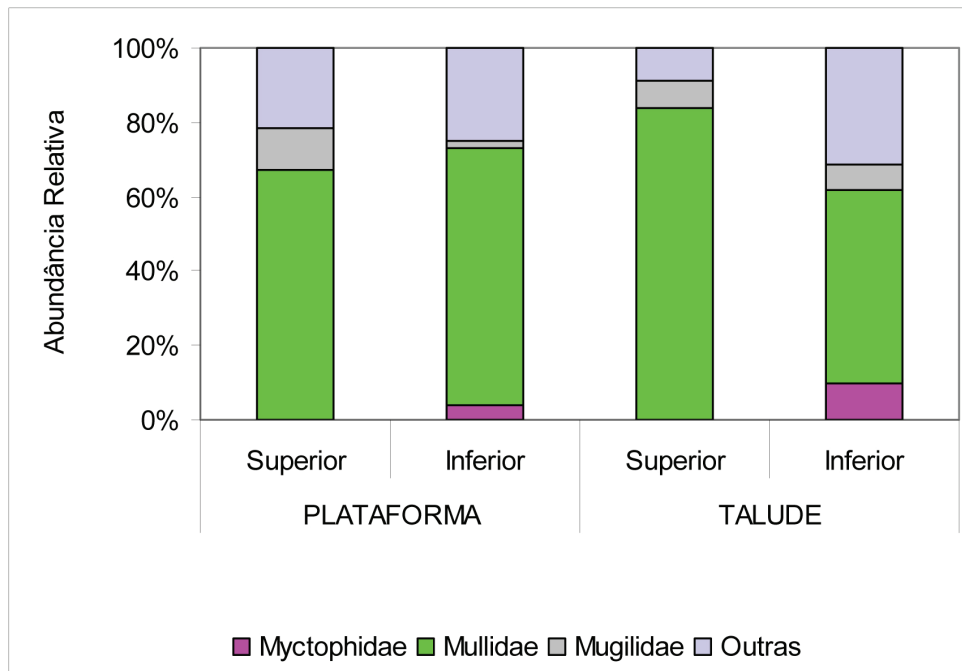


Figura 8 - Abundância relativa (%) dos táxons de larvas de peixes coletadas com a rede neustônica superior e inferior nos períodos na plataforma e no talude durante o período seco.

Tabela 8 - Densidade média (larvas.1000 m⁻²) e desvio padrão (DP) dos táxons de larvas de peixes mais abundantes coletados com a rede neustônica superior e inferior sobre a plataforma e o talude durante o período seco.

Táxon	Rede Superior				Rede Inferior			
	Plataforma		Talude		Plataforma		Talude	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Myctophidae								
<i>Diaphus spp.</i>					0,45	2,02		
<i>Lampanyctus cf photonotus</i>							0,48	1,86
Mugilidae								
<i>Mugil sp.</i>	3,73	8,81	0,31	1,20	0,24	1,08	0,35	1,36
Mullidae								
<i>Upeneus parvus</i>	9,27	31,05	0,41	1,57	2,94	6,64	0,31	1,20
<i>Pseudupeneus maculatus</i>			2,33	7,29				

A análise percentual de similaridade (SIMPER) para todas as amostras coletadas com a rede neustônica evidenciou que apenas três táxons contribuíram com mais de 90% para a formação das assembleias de plataforma e talude no período chuvoso (Tabela 9). Apenas dois táxons tiveram maior contribuição para a formação das duas assembleias no período seco (Tabela 9).

Apesar de *Stephanolepis hispidus* e *Parablennius pilicornis* terem sido táxons freqüentes na matriz utilizada para a análise do SIMPER, não estiveram entre as famílias mais abundantes.

Tabela 9 - Contribuição (%) dos táxons de larvas de peixes coletadas com a rede neustônica superior e inferior, sobre a plataforma e o talude nos dois períodos de coleta.

Táxon	Rede Superior		Rede Inferior	
	Plataforma	Talude	Plataforma	Talude
Período chuvoso				
Mullidae	96,05	45,03	91,32	100,00
Stephanolepis hispidus		43,57		
Bollinichthys distofax		11,40		
Período Seco				
Mullidae	42,81	100,00	89,32	100,00
Parablennius pilicornis	52,54		10,68	

Ictioplâncton da rede Multinet

Distribuição horizontal

Os valores de biomassa médios coletados a um metro de profundidade foram baixos na plataforma e no talude, tanto no período chuvoso quanto no seco (Tabela 10) em todos os transectos estudados (Tabela 11). Os maiores valores foram registrados nas estações localizadas sobre a plataforma nos dois períodos de coleta (Figura 9). A análise de variância mostrou diferença significativa nos valores de biomassa entre plataforma e talude ($p=0,0124$) e entre os transectos no período chuvoso: A-D ($p=0,0150$); A-H ($p=0,0524$); C-I ($p=0,0238$); D-I ($p=0,0040$); H-I ($p=0,0558$). No período seco houve diferença da biomassa entre plataforma e talude apenas nos transectos C ($p=0,0222$), D ($p=0,0494$), H ($p=0,0184$), I ($p=0,0350$).

Tabela 10 - Número de amostras (N), valor médio, mínimo e máximo de biomassa plancônica ($g.100 m^{-3}$), de densidade de ovos (ovos. $100 m^{-3}$), de densidade de larvas de peixes (larvas. $100 m^{-3}$) e número total de táxons de larvas de peixes obtidos com a rede multinet durante os períodos chuvoso e seco, na plataforma e no talude, nas amostras coletadas a 1 metro de profundidade.

		Plataforma		Talude	
		Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Biomassa	N	24	24	24	22
	Média	12,76	17,41	10,17	7,22
	Min - max	1,83 – 21,35	4,89 – 42,34	1,78 – 18,07	0,30 – 22,27
Ovos	N	24	24	24	22
	Média	205,60	290,69	6,34	101,08
	Min - max	4,92 – 1.268,35	0,71 – 1.985,53	0,45 – 50,42	0 – 1.788,71
Larvas	N	24	24	24	22
	Média	96,68	123,31	49,77	14,60
	Min - max	10,00 – 287,22	11,33 – 538,02	1,34 – 142,31	0,97 – 66,95
	No total de táxon	79	86	99	67

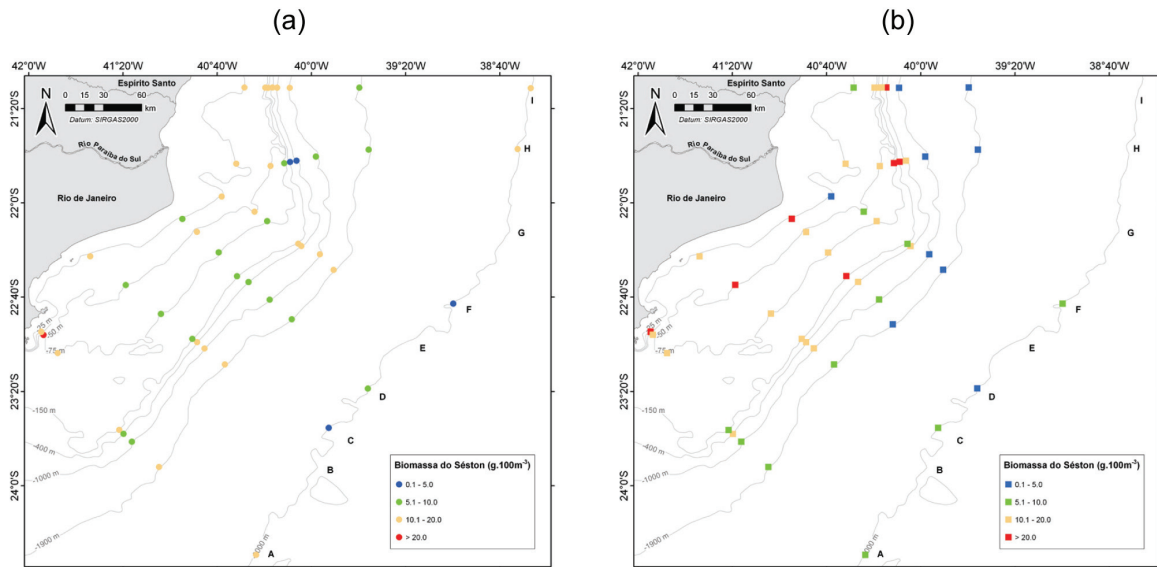


Figura 9 - Distribuição da biomassa planctônica ($g.100\ m^{-3}$) coletada com a rede multinet a 1 m de profundidade ao longo da área estudada durante os períodos chuvoso (a) e seco (b).

Tabela 11 - Número de amostras (N), valor médio, mínimo e máximo de biomassa planctônica ($g.100\ m^{-3}$), obtida com a rede multinet durante os períodos chuvoso e seco, na plataforma e no talude, nas amostras coletadas a 1 m de profundidade em cada transecto.

	Plataforma		Talude	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Transecto A				
N	4	4	4	4
Média	17,96	15,62	12,15	8,44
Min - max	12,01 – 21,35	8,69 – 28,17	6,48 – 18,07	6,42 – 11,56
Transecto C				
N	4	4	4	4
Média	8,88	21,76	10,52	8,38
Min - max	5,26 – 10,59	13,08 – 40,01	4,74 – 15,70	5,37 – 11,35
Transecto D				
N	4	4	4	4
Média	9,91	22,81	6,80	6,63
Min - max	5,11 – 18,67	10,40 – 42,34	5,16 – 8,23	2,30 – 16,63
Transecto F				
N	4	4	4	4
Média	12,97	7,05	11,22	5,87
Min - max	9,65 – 16,18	4,89 – 10,81	1,78 – 16,06	1,57 – 12,90
Transecto H				
N	4	4	4	3
Média	11,74	24,22	7,31	5,98
Min - max	1,83 – 19,78	17,17 – 34,61	4,38 – 11,31	0,30 – 17,25
Transecto I				
N	4	4	4	3
Média	15,12	12,25	13,04	7,85
Min - max	12,32 – 17,72	6,72 – 17,24	7,00 – 14,87	0,62 – 22,27

As densidades médias de ovos de peixes também foram mais elevadas sobre a plataforma continental nos períodos chuvoso e seco (Figura 10) em todos os transectos (Tabela 12). As densidades de ovos de peixes foram significativamente diferentes no período chuvoso entre as regiões ($p=0,0001$) e os transectos ($p=0,0125$). No período seco as densidades foram diferentes entre as regiões ($p=0,0001$) e entre os transectos A-I ($p=0,0372$).

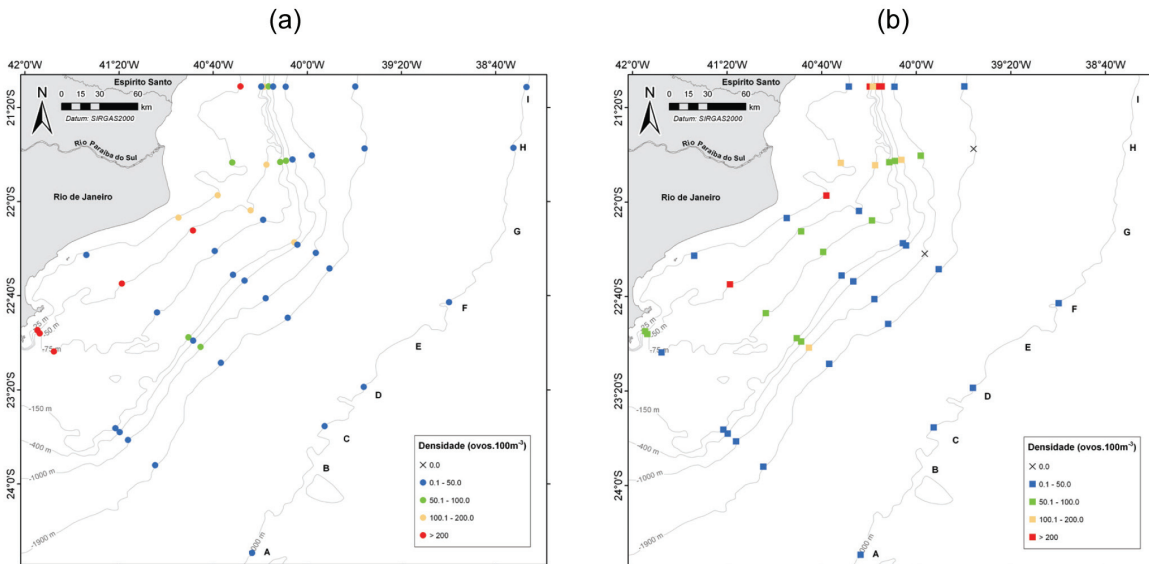


Figura 10 - Distribuição da densidade de ovos de peixes (ovos.100 m⁻³) coletados com a rede multinet a 1 m de profundidade ao longo da área estudada durante os períodos chuvoso (a) e seco (b).

Tabela 12 - Número de amostras (N), valor médio, mínimo e máximo de densidade de ovos de peixes (ovos.100 m⁻³), obtidos com a rede multinet durante os períodos chuvoso e seco, na plataforma e no talude, nas amostras coletadas a 1 m de profundidade em cada transecto.

	Plataforma		Talude	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Transecto A				
N	4	4	4	4
Média	418,92	52,16	5,16	5,89
Min - max	14,77 – 700,90	24,39 – 82,09	0,45 – 10,61	0,59 – 12,96
Transecto C				
N	4	4	4	4
Média	87,04	197,95	14,01	43,83
Min - max	7,23 – 268,35	0,71 – 659,46	0,56 – 50,42	0,97 – 109,64
Transecto D				
N	4	4	4	4
Média	355,04	46,21	2,14	3,06
Min - max	4,92 – 1.268,35	12,03 – 73,83	1,71 – 2,70	1,74 – 3,55
Transecto F				
N	4	4	4	4
Média	94,75	529,30	6,32	1,80
Min - max	19,12 – 148,68	7,59 – 1.985,53	1,92 – 15,69	0 – 4,74
Transecto H				
N	4	4	4	3
Média	94,42	116,77	2,58	71,18
Min - max	66,49 – 149,40	58,41 – 183,11	0,53 – 6,52	0 – 150,00
Transecto I				
N	4	4	4	3
Média	183,46	801,75	7,81	597,31
Min - max	27,72 – 509,44	42,77 – 1.557,82	0,57 – 18,31	0,77 – 1.788,71

Foram identificados sete táxons de ovos de peixes (Tabela 13). Os ovos das famílias Engraulidae e Clupeidae ocorreram somente sobre a plataforma, com domínio dos engraulídeos (Figura 11). No talude os ovos de *Maurolicus stehmanni* (Sternoptychidae) e de Anguilliformes se destacaram (Figura 11).

Tabela 13 - Densidade média (ovos.100 m⁻³) e desvio padrão (DP) dos táxons de ovos de peixes coletados com a rede multinet a 1 m de profundidade, sobre a plataforma e o talude nos períodos chuvoso e seco.

Táxon	Plataforma				Talude			
	Chuvoso		Seco		Chuvoso		Seco	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Anguilliformes	2,47	5,56	0,13	0,38	0,17	0,88	0,02	0,10
Engraulidae	47,15	115,43	0,32	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00
Clupeidae	1,37	6,62	2,14	7,77	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Maurolicus stehmanni</i>	5,99	24,99	15,03	66,27	0,02	0,14	3,17	16,14
Synodontidae	2,27	6,92	0,56	0,79	0,08	0,39	0,08	0,42
Beloniformes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,12	0,01	0,07
Trichiuridae	2,49	6,61	1,04	3,23	0,05	0,37	0,01	0,07
Não identificados	143,87	261,66	271,47	521,79	2,61	6,79	29,45	212,80

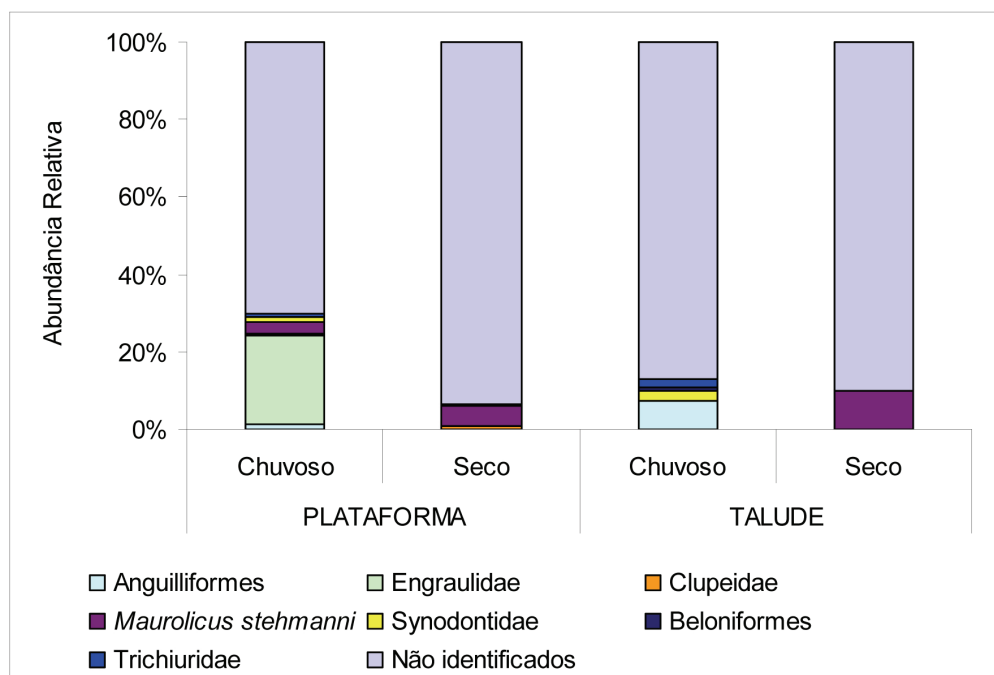


Figura 11 - Abundância relativa (%) dos táxons de ovos de peixes coletados com a rede multinet a 1 m de profundidade na plataforma e no talude nos períodos chuvoso e seco.

As densidades de larvas de peixes foram baixas, sendo mais elevadas sobre a plataforma nos períodos chuvoso e seco (Figura 12), em todos os transectos (Tabela 14). Diferenças significativas de densidade de larvas de peixes também foram observadas no período chuvoso entre plataforma e talude ($p=0,0114$) e entre os transectos: A-D ($p=0,0510$), C-I ($p=0,0264$), D-I ($p=0,0268$). No período seco houve diferença na densidade de larvas entre plataforma e talude em todos os transectos com exceção do A ($p=0,4228$).

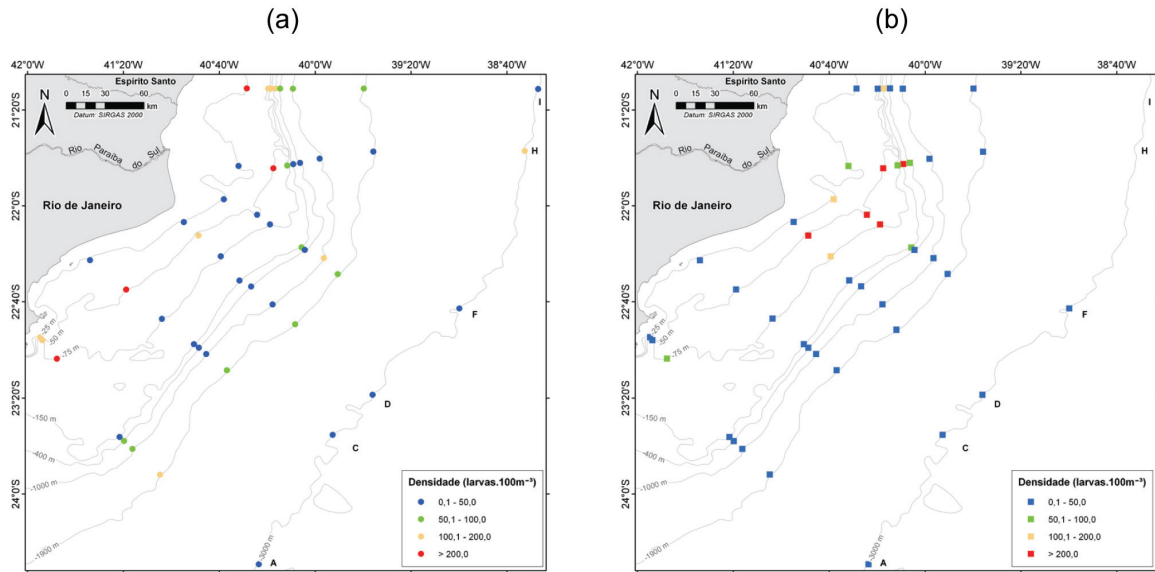


Figura 12 - Distribuição da densidade de larvas de peixes (larvas.100 m⁻³) coletadas com a rede multinet a 1 m de profundidade ao longo da área estudada durante os períodos chuvoso (a) e seco (b).

Tabela 14 - Número de amostras (N), valor médio, mínimo e máximo de densidade de larvas de peixes (larvas.100 m⁻³), obtidas com a rede multinet durante os períodos chuvoso e seco, na plataforma e no talude, nas amostras coletadas a 1 metro de profundidade em cada transecto.

	Plataforma		Talude	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Transecto A				
N	4	4	4	4
Média	141,50	36,08	74,36	23,57
Min - max	11,93 – 209,76	11,33 – 81,48	28,95 – 142,31	6,05 – 33,58
Transecto C				
N	4	4	4	4
Média	73,61	27,13	36,26	10,58
Min - max	17,62 – 209,49	17,84 – 35,26	13,01 – 78,33	0,97 – 25,90
Transecto D				
N	4	4	4	4
Média	355,04	106,74	30,27	13,28
Min - max	4,92 – 1.268,35	31,39 – 233,59	1,34 – 76,07	6,97 – 21,53
Transecto F				
N	4	4	4	4
Média	50,92	262,14	60,18	10,17
Min - max	10,00 – 156,12	82,14 – 538,02	3,37 – 129,90	3,49 – 19,09
Transecto H				
N	4	4	4	3
Média	93,88	216,19	45,16	23,49
Min - max	32,99 – 225,60	88,50 – 446,32	9,57 – 111,59	1,57 – 66,95
Transecto I				
N	4	4	4	3
Média	167,10	91,60	52,37	6,30
Min - max	107,80 – 287,22	20,48 – 156,59	3,38 – 83,89	1,23 – 16,13

As assembleias de larvas de peixes amostradas a 1 m de profundidade foram diferentes tanto na plataforma quanto no talude, nos períodos chuvoso e seco. No período chuvoso os maiores números de táxons (> 16 táxons) ocorreram tanto na plataforma quanto o talude (Figura 13). A maioria das estações do transecto F apresentaram riqueza taxonômica maior que 16 táxons, com exceção apenas da primeira e da última estação. Nas estações mais oceânicas apenas o transecto H se destacou, com o número de táxons superior a 16 (Figura 13).

No período seco o percentual de estações (24%) com mais de 16 táxons foi menor que na campanha do período chuvoso (40%). As estações sobre a plataforma nos transectos D, F e H se destacaram das demais, apresentando valores máximos de táxons iguais a 23, 23, 22, respectivamente (Figura 13).

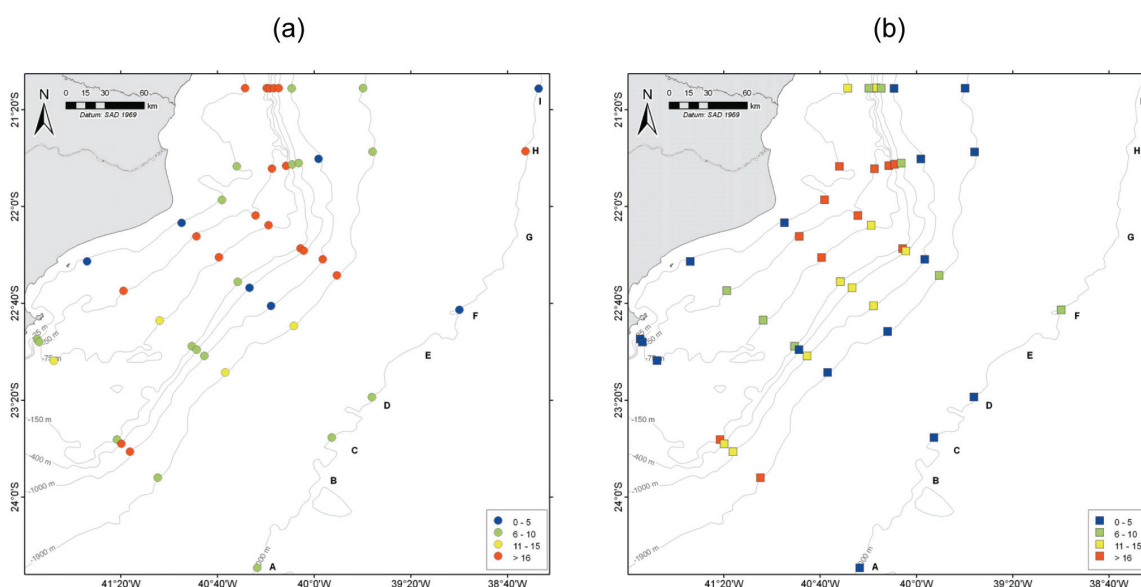


Figura 13 - Distribuição do número de táxons coletadas com a rede multinet a 1 m de profundidade ao longo da área estudada durante os períodos chuvoso (a) e seco (b).

Essas assembleias tiveram seis famílias mais representativas (Figura 14). Sobre a plataforma observou-se um predomínio de larvas de Clupeidae e Engraulidae no período chuvoso e de Scombridae no período seco. A família Clupeidae foi representada por três espécies entre as quais *Sardinella brasiliensis* foi a mais abundante e Scombridae compreendeu nove espécies sendo *Scomber colias* a mais numerosa (Tabela 15). Na região do talude houve um predomínio de larvas da família Myctophidae, nos dois períodos estudados (Figura 14). Essa família foi representada por 17 espécies, sendo *Diaphus* spp. o táxon mais abundante nas duas regiões e nos dois períodos (Tabela 15). A espécie *Myctophum affine* também foi

abundante sobre a plataforma no período seco. A família Sternoptychidae foi representada pela espécie *Maurolicus stehmanni* e entre os Scaridae o táxon *Sparisoma* spp. foi o mais representativo.

A análise de variância evidenciou uma diferença significativa das assembleias de larvas de peixes entre a plataforma e o talude tanto no período chuvoso ($p=0,0001$) quanto no período seco ($p=0,0007$). Não foram verificadas diferenças significativas entre as assembleias de larvas de peixes nos transectos estudados tanto no período chuvoso ($p=0,0990$) quanto no período seco ($p=0,1295$).

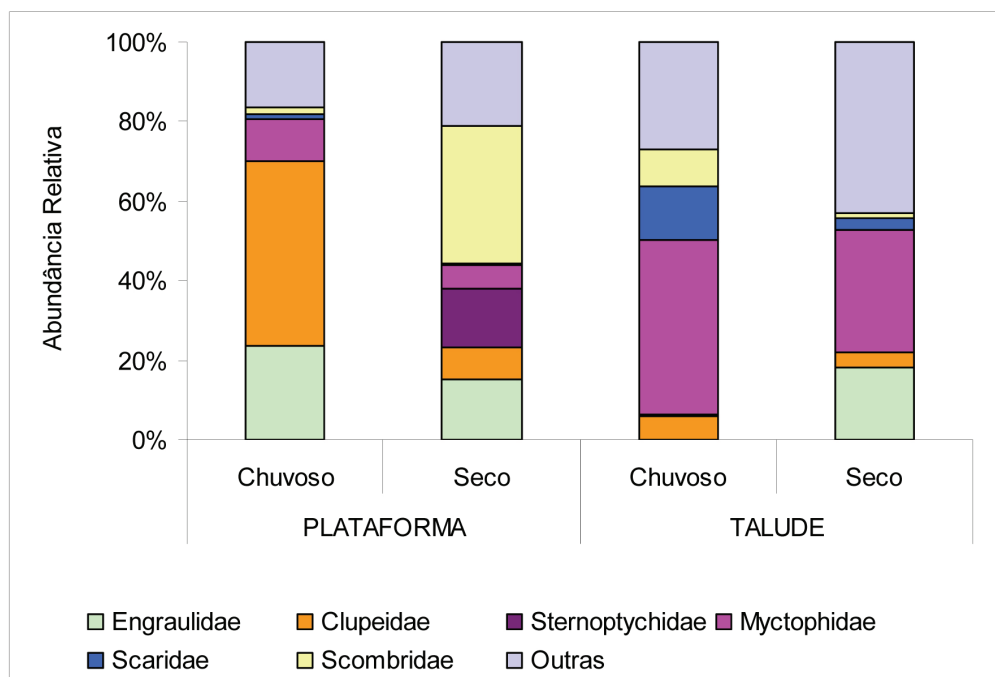


Figura 14 - Abundância relativa (%) dos táxons de larvas de peixes coletadas com a rede multinet a 1 m de profundidade na plataforma e no talude nos períodos chuvoso e seco.

Tabela 15 - Densidade média (larvas.100 m⁻³) e desvio padrão (DP) dos táxons de larvas de peixes mais abundantes coletados com a rede multinet a 1 m de profundidade, sobre a plataforma e o talude nos períodos chuvoso e seco.

Táxon	Plataforma				Talude			
	Chuvoso		Seco		Chuvoso		Seco	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Engraulidae	21,84	44,37	16,84	29,75	0,09	0,32	2,23	8,44
Clupeidae	1,66	5,01	0,07	0,32	0,08	0,40	0,03	0,13
<i>Harengula jaguana</i>	9,83	27,09	0,03	0,14	0,26	0,85		
<i>Opisthonema oglinum</i>	0,26	0,74	0,03	0,15	0,13	0,47		
<i>Sardinella brasiliensis</i>	31,30	43,28	9,05	27,31	2,30	7,11	0,44	1,01
Sternoptychidae								
<i>Maurolicus stehmanni</i>			16,41	44,55	0,03	0,15		
Myctophidae	0,62	1,13	0,18	0,56	2,47	5,35	0,43	0,80
<i>Benthoosema suborbitale</i>			0,06	0,32			0,05	0,25
<i>Bollinichthys distofax</i>					0,04	0,17		
<i>Diaphus spp.</i>	4,58	8,25	2,58	7,44	8,52	12,93	1,33	1,62
<i>Diaphus dumerilli</i>							0,04	0,17
<i>Hygophum spp.</i>			0,03	0,16	0,06	0,19	0,27	0,89
<i>Hygophum reinhardtii</i>					0,25	0,89	0,26	0,46
<i>Myctophum spp.</i>			0,06	0,28			0,03	0,12
<i>Myctophum affine</i>			3,21	11,64	0,67	1,26	0,29	0,79
<i>Myctophum asperum</i>			0,02	0,09				
<i>Myctophum nitidulum</i>					0,02	0,10	0,03	0,16
<i>Myctophum obtusirostre</i>	0,03	0,12					0,05	0,16
<i>Lampadena spp.</i>	0,03	0,13			0,02	0,10		
<i>Lampanyctus sp.</i>							0,05	0,16
<i>Lampanyctus cf photonotus</i>							0,08	0,38
<i>Lepidophanes guentheri</i>	1,81	3,47	0,36	1,17	2,36	3,38	0,56	1,30
<i>Lepidophanes gaussi</i>	2,90	4,59	0,02	0,09	6,25	9,97	0,33	0,74
<i>Notoscopelus caudispinosus</i>							0,05	0,25
Scaridae	0,15	0,47	0,03	0,14	0,62	2,25	0,02	0,09
<i>Criptotomus roseus</i>	0,02	0,11	0,27	0,57	0,21	0,61		
<i>Scarus spp.</i>	0,09	0,24	0,26	0,87	0,02	0,10	0,02	0,09
<i>Sparisoma spp.</i>	0,79	3,26	0,06	0,20	5,30	14,86	0,29	1,28
Scombridae	0,43	0,98	8,53	41,67	2,67	5,36	0,04	0,18
<i>Auxis sp.</i>	0,41	0,80			0,59	1,62	0,02	0,08
<i>Auxis rochei</i>	0,26	0,61						
<i>Auxis thazard thazard</i>	0,02	0,08			0,04	0,13		
<i>Euthynnus alletteratus</i>	0,23	0,60			0,05	0,26		
<i>Scomber colias</i>			29,87	106,67	0,08	0,41	0,05	0,16
<i>Sarda sarda</i>	0,09	0,33	0,04	0,18	0,03	0,15		
<i>Scomberomorus sp.</i>	0,05	0,23					0,04	0,17
<i>Thunnus spp.</i>	0,02	0,10			0,90	1,72		
<i>Thunnus atlanticus</i>			0,02	0,08				

De acordo com a análise percentual de similaridade (SIMPER) 10 táxons contribuíram com mais de 90% para a formação da assembleia de plataforma no período chuvoso e sete táxons foram mais representativos durante o período seco (Tabela 16). As assembleias de larvas de peixes da plataforma variaram em relação aos táxons que mais contribuíram em cada período de coleta. No período chuvoso a maior contribuição foi de *Sardinella brasiliensis* (30%) enquanto que no período seco as larvas de Engraulidae contribuíram com 56% (Tabela 16). A assembleia de talude durante os dois períodos foi representada principalmente por oito táxons e também variou em relação aos táxons que mais contribuíram em cada período (Tabela 16). Durante o período chuvoso

houve uma maior contribuição de larvas de *Lepidophanes gaussi* (28,67%) enquanto que no período seco as larvas de Engraulidae foram mais representativas (20,85%).

Tabela 16 - Contribuição dos táxons de larvas de peixes coletadas a 1 m de profundidade sobre a plataforma e o talude durante os períodos chuvoso e seco.

Plataforma		Talude	
Chuvoso		Seco	
Táxon	Contribuição (%)	Táxon	Contribuição (%)
<i>Sardinella brasiliensis</i>	30,01	Engraulidae	56,45
Engraulidae	24,46	Scomber colias	9,58
<i>Ptereleotris randalli</i>	13,65	<i>Sardinella brasiliensis</i>	8,52
<i>Lepidophanes gaussi</i>	7,68	<i>Maurolicus stehmanni</i>	5,74
<i>Lepidophanes guentheri</i>	3,75	Sciaenidae	4,12
<i>Harengula jaguana</i>	3,50	<i>Myctophum affine</i>	3,42
<i>Coryphaena hippurus</i>	2,21	<i>Pollichthys maui</i>	2,43
<i>Syacium papillosum</i>	1,93		
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	1,72		
<i>Sphyræna guachancho</i>	1,43		
Talude			
Chuvoso		Seco	
Táxon	Contribuição (%)	Táxon	Contribuição (%)
<i>Lepidophanes gaussi</i>	28,67	Engraulidae	20,85
<i>Lepidophanes guentheri</i>	20,95	<i>Vinciguerra nimbaria</i>	17,85
<i>Sparisoma sp.</i>	12,21	<i>Lepidophanes guentheri</i>	13,76
<i>Ptereleotris randalli</i>	9,07	<i>Hygophum reinhardtii</i>	12,63
<i>Thunnus sp.</i>	9,03	<i>Myctophum affine</i>	8,86
<i>Myctophum affine</i>	3,90	<i>Lepidophanes gaussi</i>	7,43
<i>Coryphaena hippurus</i>	3,34	<i>Sardinella brasiliensis</i>	6,02
<i>Trachurus lathami</i>	2,85	<i>Ptereleotris randalli</i>	3,97
<i>Sardinella brasiliensis</i>	1,86		

Distribuição Vertical

A distribuição da biomassa em relação às massas de água amostradas no talude, de maneira geral evidenciou um padrão de redução dos valores de acordo com o aumento da profundidade. Maiores valores de biomassa foram registrados no período chuvoso na AT, reduzindo nas massas de água subsequentes (Tabela 17).

As densidades de ovos de peixes foram mais elevadas no período seco, com exceção da AIA, diminuindo muito com o aumento da profundidade. Na APAN não foi coletado ovo de peixe nos dois períodos (Tabela 17). Os valores de densidades das larvas de peixes foram maiores durante o período chuvoso, diminuindo nas camadas mais profundas (Tabela 17).

A análise de variância (Kruskal-Wallis) evidenciou diferenças significativas dos valores de biomassa ($p < 0,05$), de densidade de ovos ($p < 0,05$) e de densidade de larvas de peixes ($p < 0,05$) entre as massas de água estudadas, nos períodos chuvoso e seco.

Tabela 17 - Valores mínimo e máximo de biomassa planctônica ($g. 100 m^{-3}$), de densidade de ovos (ovos. $100 m^{-2}$), de densidade de larvas de peixes (larvas. $100 m^{-2}$) e número total de táxons de larvas de peixes obtidos com a rede multinet durante os períodos chuvoso e seco, em cada massa de água do talude.

	AT		ACAS		AIA		ACS		APAN	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
Biomassa	N	24	24	22	17	15	12	9	4	3
	Média	10,17	7,22	1,29	1,09	1,40	0,68	0,37	0,30	0,40
	Min - max	1,78 – 18,07	0,30 – 22,27	0,14 – 4,91	0,52 – 6,75	0,07 – 4,92	0,10 – 2,79	0,02 – 0,99	0,19 – 0,76	0,17 – 0,48
Ovos	N	24	24	22	17	15	-	9	-	-
	Média	6,34	101,08	1,75	2,72	0,19	0,06	-	0,16	-
	Min - max	0,45 – 50,42	0 – 1.788,71	0 – 9,89	0 – 29,66	0 – 1,18	0 – 1,44	-	0 – 1,44	-
Larvas	N	24	24	22	17	15	12	9	-	3
	Média	49,77	14,60	2,02	0,49	2,84	1,35	0,54	0,48	0,26
	Min - max	1,34 – 142,31	0,97 – 66,95	0 – 8,00	0 – 2,21	0 – 6,74	0 – 4,79	0 – 3,00	0 – 1,69	0 – 0,79
No total de táxons	82	62	15	8	15	5	4	3	-	1

Na ACS só ocorreram dois ovos não identificados durante o período seco. Observou-se que a AT apresentou uma maior variabilidade de táxons e na AIA foi registrado um aumento de ovos da espécie *M. stehmanni* (Figura 15).

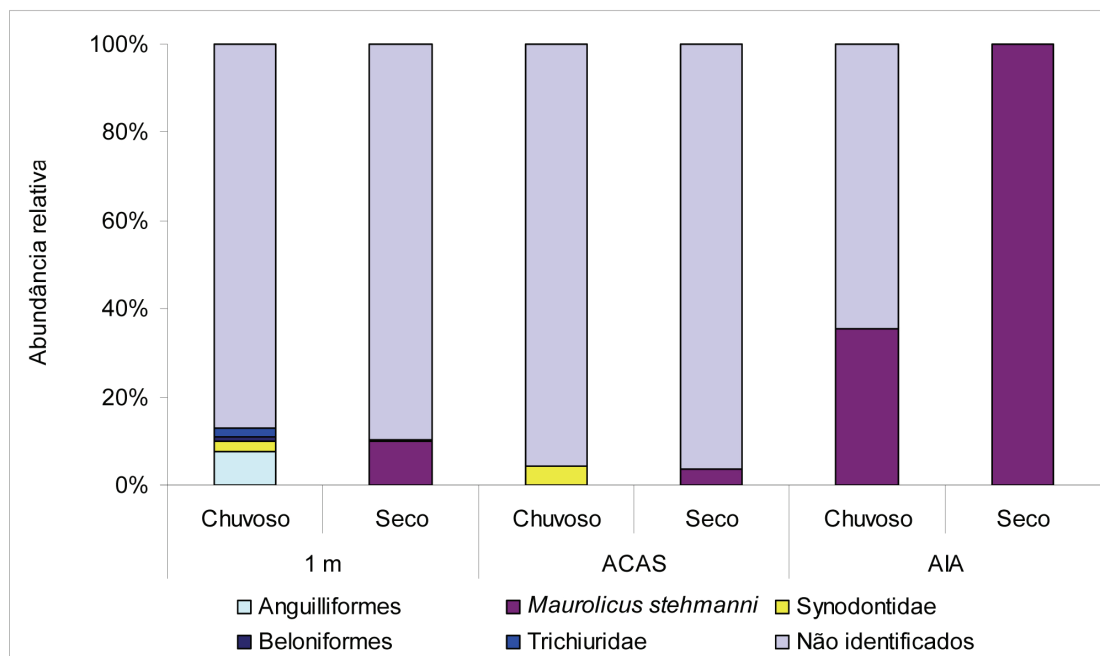


Figura 15 - Abundância relativa (%) dos táxons de ovos de peixes coletados com a rede multinet nos períodos chuvoso e seco, em cada massa de água do talude.

Observou-se uma grande variação na dominância das larvas de peixes ao longo da coluna d'água nos dois períodos de coleta. Foi coletado um maior número de táxons a 1 metro de profundidade, diminuindo nas massas de água mais profundas (Figura 16).

Nas amostras coletadas a um metro registrou-se um predomínio de *Diaphus* spp. (Myctophidae) no período chuvoso e de Engraulidae no período seco (Tabela 18). Na ACAS houve uma co-dominância de *Argyropelecus* sp. e *Diaphus* spp. no período chuvoso e de *L. guentheri* e *M. stehmanni* no período seco. Na AIA houve um predomínio de *C. braueri* em ambos os períodos, enquanto que na ACS os táxons *C. braueri* e *M. affine* dominaram no período chuvoso, e *Diaphus* spp. e *P. randalli* predominaram no período seco (Tabela 18). Na APAN só foram registradas larvas de *Cyclothone* spp. durante o período seco (0,26 larvas.100 m⁻³ DP 0,45).

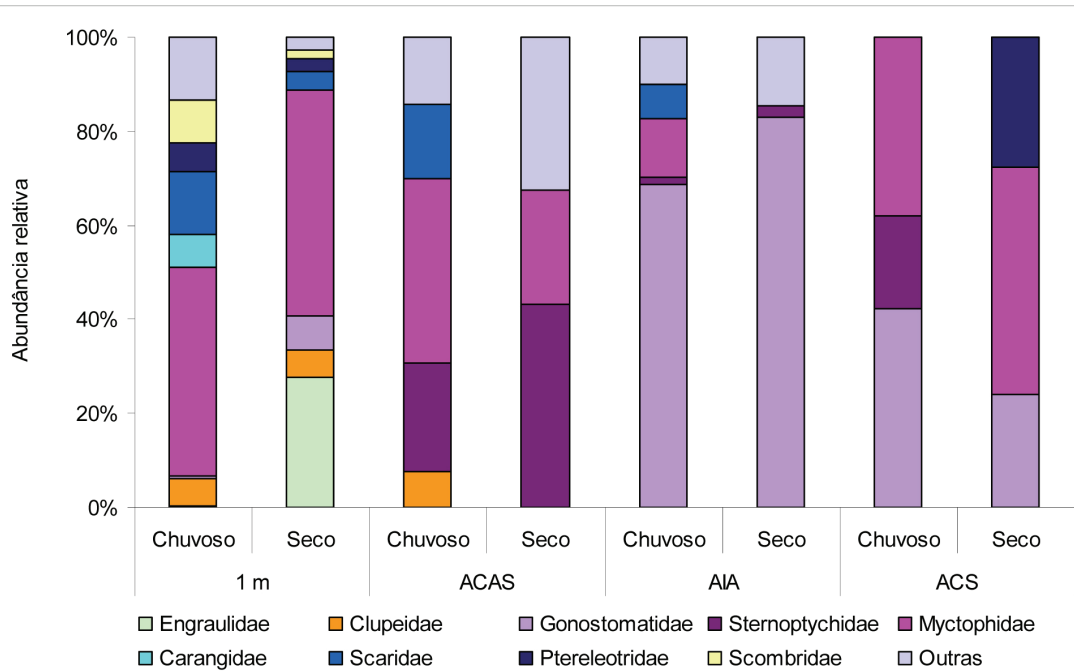


Figura 16 - Abundância relativa (%) dos táxons de larvas de peixes coletadas com a rede multinet nos períodos chuvoso e seco, em cada massa de água.

Tabela 18 - Densidade média (larvas.100 m⁻³) e desvio padrão (DP) dos táxons de larvas de peixes mais abundantes coletados com a rede multinet em cada massa de água sobre o talude nos períodos chuvoso e seco.

	Chuvoso		Seco		Chuvoso		Seco		Chuvoso		Seco	
	AT				ACAS				AIA			
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Engraulidae	0,09	0,32	2,23	8,44								
Clupeidae	0,08	0,40	0,03	0,13	0,11	0,42	0,11	0,42				
<i>Harengula jaguana</i>	0,26	0,85										
<i>Opisthonema oglinum</i>	0,13	0,47										
<i>Sardinella brasiliensis</i>	2,30	7,11	0,44	1,01								
Gonostomatidae			0,15	0,69								
<i>Cyclothone spp.</i>	0,30	0,90	0,33	0,64								
<i>Cyclothone accioidens</i>			0,05	0,21								
<i>Cyclothone alba</i>			0,05	0,17								
<i>Cyclothone braueri</i>												
<i>Cyclothone pseudopalida</i>												
Sternoptychidae			0,03	0,15	0,03	0,15						
<i>Argyropelecus sp.</i>			0,20	0,43	0,20	0,43						
<i>Argyropelecus aculeatus</i>			0,03	0,13	0,03	0,13						
<i>Maurolicus stehmanni</i>			0,08	0,23	0,08	0,23						
<i>Sternoptyx diaphana</i>	0,03	0,15										
Myctophidae	2,47	5,35	0,43	0,80	0,08	0,28	0,08	0,28	0,04	0,16	0,03	0,13
<i>Benthosema suborbitale</i>			0,05	0,25					0,05	0,22		
<i>Bollinichthys distofax</i>	0,04	0,17										
<i>Ceratoscopelus warmingii</i>												
<i>Diaphus spp.</i>	8,52	12,93	1,33	1,62	0,03	0,16	0,03	0,16	0,10	0,29		
<i>Diaphus durmeilli</i>			0,04	0,17	0,21	0,47	0,21	0,47				
<i>Hygophum spp.</i>	0,06	0,19	0,27	0,89								
<i>Hygophum reinhardtii</i>	0,25	0,89	0,26	0,46								
<i>Myctophum sp.</i>			0,03	0,12								
<i>Myctophum affine</i>	0,67	1,26	0,29	0,79								
<i>Myctophum nitidulum</i>	0,02	0,10	0,03	0,16								
<i>Myctophum obtusirostre</i>			0,05	0,16					0,05	0,22		
<i>Lampadena spp.</i>	0,02	0,10										
<i>Lampanyctus sp.</i>			0,05	0,16								
<i>Lampanyctus cf. photonotus</i>			0,08	0,38								
<i>Lepidophanes guentheri</i>	2,36	3,38	0,56	1,30	0,19	0,82	0,19	0,82	0,05	0,21		
<i>Lepidophanes gaussi</i>	6,25	9,97	0,33	0,74								
<i>Notolychnus valdiviae</i>			0,06	0,20	0,06	0,20	0,06	0,20				

continua

A análise de similaridade mostrou diferenças significativas na composição das assembleias de larvas de peixes no período chuvoso entre as amostras coletadas na AT e as demais massas de água e entre ACAS e AIA (Tabela 19). Não foram observadas diferenças significativas entre ACAS e ACS ($p=0,073$) e entre AIA e ACS ($p=0,25$) no período chuvoso. Durante o período seco, as assembleias variaram significativamente apenas entre AT-ACAS; AT-AIA e ACAS-AIA.

Analisando as assembleias de larvas de peixes a um metro de profundidade observou-se uma variação na contribuição dos táxons durante os dois períodos (Tabela 19). No período chuvoso a espécie *L. gaussi* contribuiu com 29% e no período seco *Engraulidae* foi a mais representativa (21%). Na ACAS e na AIA houve uma diminuição do número de táxons que mais contribuíram em cada assembleia. Na ACAS a espécie *M. stehmanni* foi a que mais contribuiu e na AIA *C. braueri* foi a mais representativa em ambos períodos (Tabela 19).

Tabela 19 - Contribuição dos táxons de larvas de peixes coletadas a um metro de profundidade sobre o talude, na ACAS e na AIA durante os períodos chuvoso e seco.

Chuvoso		Seco	
Táxon	Contribuição (%)	Táxon	Contribuição (%)
1m			
<i>Lepidophanes gaussi</i>	28,67	<i>Engraulidae</i>	20,85
<i>Lepidophanes guentheri</i>	20,80	<i>Vinciguerria nimbaria</i>	17,85
<i>Sparisoma sp.</i>	12,21	<i>Lepidophanes guentheri</i>	13,76
<i>Ptereleotris randalli</i>	9,07	<i>Hygophum reinhardtii</i>	12,63
<i>Thunnus sp.</i>	9,03	<i>Myctophum affine</i>	8,86
<i>Myctophum affine</i>	3,90	<i>Lepidophanes gaussi</i>	7,43
<i>Coryphaena hippurus</i>	3,34	<i>Sardinella brasiliensis</i>	6,02
<i>Trachurus lathami</i>	2,85	<i>Ptereleotris randalli</i>	3,97
<i>Sardinella brasiliensis</i>	1,86		
ACAS			
<i>Maurolicus stehmanni</i>	64,20	<i>Maurolicus stehmanni</i>	100,00
<i>Sparisoma sp.</i>	19,95		
<i>Criptotomus roseus</i>	9,02		
AIA			
<i>Cyclothone braueri</i>	86,41	<i>Cyclothone braueri</i>	100,00
<i>Cyclothone pseudopallida</i>	12,34		

Relação entre as assembleias de larvas de peixes e as variáveis ambientais

Os parâmetros temperatura, salinidade, material em suspensão (MPS), clorofila a e bacterioplâncton explicaram 18,8% da distribuição dos táxons de larvas de peixes: eixo I – 8,0%; eixo II – 6,6%; eixo III – 4,3%. O teste de Monte Carlo mostrou que os parâmetros selecionados ficaram relacionados com os táxons de larvas de peixes ($p<0,05$).

O eixo I representou a variação de clorofila a e se relacionou negativamente com a temperatura e a salinidade (Figura 17). O eixo II ficou negativamente relacionado à salinidade e positivamente ao material particulado em suspensão (MPS) e o bacterioplâncton. O táxon *S. guachancho* ficou associado às temperaturas mais altas e foi mais abundante nas estações localizadas sobre a plataforma continental. Por outro lado, as larvas das espécies *P. pagrus*, *P. maui* e *M. stehmanni*, que ocorreram em maiores densidades durante o período seco sobre a plataforma ficaram associadas a baixas temperaturas e a maiores concentrações de clorofila a. As larvas de *Sparisoma* sp. se associaram positivamente a salinidades mais altas enquanto *Cynoscion* sp. ficou relacionada com baixas salinidades. A espécie *H. jaguana* ficou associada a altas concentrações de bacterioplâncton e MPS, ocorrendo em maiores densidades sobre a plataforma. Os táxons *L. atlanticum*, *V. nimbaria* e Mullidae se relacionaram negativamente com o bacterioplâncton e MPS. As larvas de *S. foetens* e de Sciaenidae ficaram positivamente relacionadas a clorofila a (Figura 17).

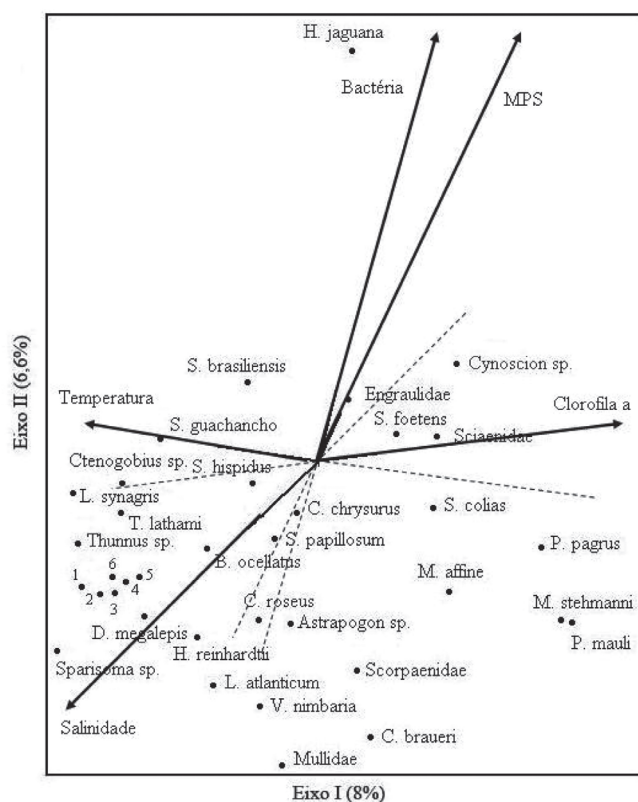


Figura 17 - Diagrama fatorial resultante da Análise de Correspondência Canônica (ACC) mostrando a distribuição dos táxons de larvas de peixes registrados em 2% de ocorrência nas amostras coletadas a 1 m de profundidade durante os períodos chuvoso e seco, em função da temperatura, salinidade, material particulado em suspensão (MPS), Clorofila a e bacterioplâncton (bactéria); 1 - *L. gaussi*; 2 - *Auxis* sp.; 3 - *S. leucostictus*; 4 - *P. randalli*; 5 - *L. guentheri*; 6 - *C. hippurus*.

Discussão

Nos primeiros centímetros da coluna de água existe uma intensa atividade biológica (Hempel e Weikert, 1972) que ainda é pouco estudada, principalmente no Brasil. O nêuston (epinêuston e o hiponêuston) compreende os organismos que vivem associados à película de tensão superficial da água entre os primeiros 10 e 20 cm da coluna de água (Doyle, 1992). Apesar das particularidades dessa primeira camada de água, pouco se conhece sobre o papel ecológico dos organismos que a habitam e sobre as principais características desse ambiente (Doyle *et al.*, 1994; Bonecker, 2007, Vilchis *et al.*, 2009). Os organismos que vivem nessa camada de água estão mais suscetíveis às variações e aos impactos ambientais. Portanto, o estudo de larvas dessa camada superficial é relevante uma vez que pode ser freqüentada por espécies de valor econômico.

Em relação a biomassa neustônica normalmente são registrados baixos valores nos primeiros centímetros da coluna de água para a costa brasileira (Bonecker, 2007). Os valores obtidos no presente estudo são semelhantes aos registrados por Bonecker (*op. cit.*) e por Boltovskoy *et al.* (1999) para biomassa zooplantônica de regiões tropicais.

Segundo Hempel e Weikert (1972) a região da interface água-ar possui uma alta abundância de peixes. Essa região é considerada uma área de berçário importante para as larvas de vários peixes e portanto ovos, larvas e juvenis de peixes são abundantes no nêuston (Doyle, 1992). Nesse estudo, as maiores densidade médias de ovos de peixes encontradas no nêuston ocorreram sobre a plataforma, assim como Bonecker (2007) para a região entre Cabo de São Tomé (RJ) e rio Real (BA), principalmente em frente à foz do Rio Paraíba do Sul.

Segundo Vilchis *et al.* (2009) a formação das assembleias de larvas de peixes no nêuston é influenciada principalmente pelo comportamento de desova do adulto, pela disponibilidade de alimento e pelos processos físicos do ambiente. Doyle (1992) também inclui altos níveis de radiação UV que pode causar um stress fisiológico ou danos no DNA, além da grande intensidade de luz facilitar a visibilidade dos ovos e larvas para os predadores. Outro fator que interfere na composição das assembleias neustônicas é a migração vertical diária realizada por algumas espécies.

Os valores de abundância de larvas de peixes no nêuston registradas nesse estudo foram semelhantes aos obtidos na Califórnia (Doyle, 1992) e nas regiões norte (Bittencourt *et al.*, 2007), nordeste (Lessa *et al.*, 1997, 1999, 2009) e sudeste brasileira (Katsuragawa, 1985; Bonecker, 2007).

Dependendo do tempo que as larvas de peixes passam no nêuston elas podem ser classificadas em três categorias: eunêuston- organismos que permanecem todo o tempo na camada superficial; nêuston facultativo – organismos que se concentram próximo a superfície apenas durante um período do dia, normalmente ao escurecer; pseudonêuston – organismos que se concentram nas camadas inferiores, mas a amplitude de distribuição pode atingir a superfície em determinadas horas do dia (Hempel e Weikert, 1972; Katsuragawa, 1985; Doyle, 1992; Bonecker, 2007). As assembleias de nêuston registradas sobre a plataforma e sobre o talude variaram muito na composição, principalmente no período chuvoso, e englobaram representantes dessas três categorias. Entre os táxons denominados de eunêuston estão as famílias Mullidae, Exocoetidae, Hemiramphidae, Clupeidae, Coryphaenidae e Scombridae, sendo a primeira família dominante na assembleia da plataforma. A classificação destas famílias como eunêuston também foi seguida por outros autores (Hempel e Weikert, 1972; Katsuragawa, 1985). Segundo Hempel e Weikert (1972), as larvas de mulídeos concentravam-se na superfície durante o dia e à noite se deslocavam para camadas subsuperficiais, mas se mantinham próximas da superfície durante todo o dia. Entre as larvas registradas nesse estudo que são classificadas como nêuston facultativo estão as espécies das famílias com hábitos mesopelágicos como Myctophidae, Phosichthyidae, Gonostomatidae, Notosudidae, mais representativas na assembleia do talude. Entre essas famílias a migração vertical diária realizada por algumas espécies de mictofídeos, tal como *Myctophum affine*, é um fenômeno bem conhecido em outras regiões do mundo e de grande importância para a transferência de energia e transporte de nutrientes de camadas mais produtivas para águas mais profundas (Nafpaktitis *et al.*, 1977; Willis e Pearey, 1982; Angel e Pugh, 2000; Angel, 2003). Katsuragawa (1985) classificou as famílias Gerreidae e Blenniidae nesta categoria de nêuston facultativo. No presente estudo, as larvas de Gerreidae ocorreram apenas na plataforma no período chuvoso e as larvas de Blenniidae ocorreram em baixas densidades. As nove espécies de Carangidae registradas neste estudo fazem parte do pseudonêuston.

Os dados de ictioplâncton obtidos com a rede multinet revelaram um padrão horizontal de distribuição de biomassa, densidade de ovos e larvas de peixes, nos dois períodos estudados, com maiores valores registrados sobre a plataforma continental durante o período chuvoso. Para a região entre Cabo de São Tomé e Salvador também foi observado este mesmo padrão com valores mais altos na plataforma no período chuvoso (Bonecker *et al.*, 2007b). Resultados semelhantes de biomassa foram obtidos

para a região entre Belmonte e Cabo de São Tomé (Ekau e Matsuura, 1996); e de biomassa e densidade de larvas de peixes para a costa nordeste brasileira (Ekau *et al.*, 1999; Mafalda Jr. e Souza, 2009).

O número de táxons de larvas de peixes registrado nas amostras coletadas a 1 m de profundidade foi alto quando comparado com outros estudos de larvas de peixes desenvolvidos na mesma região (Aboussouan, 1969; Bonecker *et al.*, 1992/93; Ekau e Matsuura, 1996; Nonaka *et al.*, 2000; Bonecker *et al.*, 2007b). A alta riqueza de espécies de peixes é uma característica de ambientes marinhos tropicais (Nonaka *et al.*, 2000) e o aumento deste número é esperado à medida que há um aprimoramento do conhecimento e da identificação dos estágios iniciais do desenvolvimento. Outros estudos em regiões tropicais como o Golfo do México (Richards *et al.*, 1993; Flores-Coto *et al.*, 2000; Espinosa-Fuentes e Flores-Coto, 2004), na costa oeste do México (Franco-Gordo *et al.*, 2002), em regiões de corais de recifes no Oceano Indo-Pacífico (Leis, 1993) e na costa da Austrália (Muhling *et al.*, 2008) também registraram um grande número de táxons de larvas de peixes.

As maiores densidades e as maiores riquezas taxonômicas de larvas foram encontradas durante o período chuvoso. Este é um fato comum nos estudos do ictioplâncton, principalmente em relação às espécies costeiras (Katsuragawa *et al.*, 1993; Olivar e Shelton, 1993; Neira, 2005). Phonlor (1984) também encontrou um aumento da densidade de larvas durante as épocas mais quentes do ano e relacionou com o fato de grande parte das famílias de peixes desovarem nas estações mais quentes. Lopes (2006) relata um pequeno aumento na abundância de larvas no verão em relação ao inverno.

Assim como observado nas amostras da rede neustônica, nas amostras da rede multinet também foram evidenciadas duas assembléias de larvas de peixes (plataforma e talude) nos dois períodos estudados, com diferenças nas dominâncias dos táxons. O predomínio de famílias com hábitos costeiros como Clupeidae (Harengula jaguana, Opisthonema oglinum e S. brasiliensis) e Engraulidae sobre a plataforma continental e de famílias de hábitos meso-batipelágicos como Myctophidae, Sternoptychidae e Gonostomatidae no talude já foi citado por muitos autores (Ekau e Matsuura, 1996; Ekau *et al.*, 1999; Nonaka *et al.*, 2000; Castro, 2006) para a costa brasileira. A dominância de famílias mesopelágicas em assembléias oceânicas também foi observado em outros ecossistemas no mundo (Richards *et al.*, 1993; Doyle *et al.*, 1993; Avalos-Garcia *et al.*, 2003; Espinosa-Fuentes & Flores-Coto, 2004; Marancik *et al.*, 2005; Muhling *et*

al., 2008). Um estudo na costa da Austrália com a rede bongô e arrastos oblíquos também evidenciou diferenças significativas das assembléias de larvas de peixes entre a região costeira e a oceânica (Muhling *et al.*, 2008). Segundo a autora, as assembléias de larvas de peixes formadas refletiram claramente as áreas de desova da população adulta. No presente estudo as assembléias registradas também corresponderam a distribuição dos adultos de acordo com a literatura. A presença de larvas de mictofídeos em amostras a 1 metro de profundidade e no nêuston, principalmente durante a noite é uma evidência da migração vertical diária realizada por algumas espécies mesopelágicas. O fenômeno de migração diária pode ser melhor compreendido através de coletas estratificadas considerando a variação nictemeral.

Durante esse estudo foram realizadas amostragens estratificadas em cinco diferentes massas de água somente durante a noite permitindo caracterizar a distribuição vertical do ictioplâncton, mesmo não tendo coletas diurnas. Os padrões de distribuição vertical de biomassa, densidade de ovos e de larvas de peixes foram semelhantes com redução dos valores das camadas mais superficiais em direção às maiores profundidades. Os maiores valores desses parâmetros além do maior número de táxons nas duas regiões estudadas nos períodos chuvoso e seco provavelmente foram influenciados pelas coletas noturnas quando há uma maior concentração de organismos nas camadas mais superficiais.

Muitos estudos de ictioplâncton que analisam a distribuição vertical das larvas de peixes não fazem associações com as massas de água presentes e sim com diferentes profundidades pré-estabelecidas (e.g. Olivar e Sabatés, 1997; Espinosa-Fuentes e Flores-Coto, 2004; Aceves-Medina *et al.*, 2008). Outros autores analisaram a relação entre as assembléias de larvas de peixes e a estrutura das massas de água (Quattrini *et al.*, 2005; Muhling *et al.*, 2008) e observaram diferenças significativas na composição das larvas entre as massas estudadas. Apesar da metodologia empregada no presente estudo ter sido diferente, também foram observadas diferenças significativas entre as assembleias de larvas de peixes nas massas de água. O fato das coletas terem sido realizadas apenas durante a noite não permitiu fazer uma análise mais apurada da distribuição dos táxons de larvas de peixes nas massas de água em diferentes períodos do dia. Entretanto, foi possível observar que nas amostras a 1 m de profundidade sobre o talude houve uma dominância de larvas de Myctophidae, especialmente *Diaphus* spp., durante o período chuvoso, sendo um fato comum em regiões oceânicas. As larvas dessa família são muito abundantes em regiões oceânicas de todo o mundo

(Houde e Lovdal, 1984; Katsuragawa *et al.*, 1993; Castro *et al.*, 2010). Várias espécies de mictofídeos realizam extensas migrações diárias provavelmente associadas a alimentação, ocorrendo em profundidades entre 300 e 2.000 m durante o dia e na camada de mistura a noite, podendo até mesmo serem capturadas pela rede neustônica (Moser e Watson, 2006). Esse comportamento das larvas de Myctophidae foi observado durante o presente estudo quando exemplares dessa família foram capturados a noite próximo a superfície (1 m) com a rede multinet e também nas amostras da rede neustônica. Nas amostras obtidas na ACAS observou-se uma redução do número de táxons com predomínio de larvas das famílias Sternoptychidae (*Argyropelecus* sp., *Maurolicus stehmanni*) e Myctophidae (*Diaphus* spp.) que conhecidamente possuem hábitos mesopelágicos. A espécie *M. stehmanni* vive próximo ao talude e realiza migração vertical diária habitando regiões mais profundas durante o dia (200 m) e águas mais rasas durante a noite (Almeida, 2001). Foi possível também determinar que nas águas mais profundas (AIA, ACS, APAN) ocorre uma grande redução no número de táxons e há um predomínio quase total de larvas de espécies com hábitos meso-bati-pelágicos como as da família Gonostomatidae, principalmente *Cyclothone braueri*. De acordo com a literatura, adultos de *Cyclothone* spp. foram encontrados entre 360 e 1.000 m de profundidade durante o dia e entre 320 e 1.000 m de profundidade a noite (Collins *et al.*, 2008).

O ACC revelou uma relação interessante entre as larvas de *Harengula jaguana* e altos valores de MPS e de densidade de bactérias sobre a plataforma continental. As larvas dessa espécie foram mais abundantes durante o período chuvoso, no transecto A (próximo a Cabo Frio) sobre a plataforma continental. A espécie *H. jaguana* é tipicamente costeira e desova durante as épocas mais quentes em águas rasas (Houde, 1977; Spach, 1990). O aumento da densidade de larvas dessa espécie associada aos maiores valores de bactéria pode estar relacionado a maior disponibilidade de alimento para os adultos.

Essas discussões ressaltam o caráter exclusivo desse estudo e a importância dos dados gerados servirem de base para estudos futuros. Deve-se destacar a relevância de se realizar arrastos com a rede neustônica em conjunto com a rede multinet, mostrando a distribuição do ictioplâncton em toda a coluna de água, desde a camada superficial.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer aos biólogos Caio Lima Gonçalves, Camilla Nunes Garbini, Mykhaela Serak e a Dra. Paula Nepomuceno Campos pelo auxílio na triagem e identificação dos ovos e larvas de peixes.

Referências bibliográficas

- Aboussouan, A., 1969. Sur une petite collection de larves de teleosteens récoltés au large du Brésil (Campagne "Calypso" 1962). *Vie et Milieu* 20(3A), 595-610.
- Aceves-Medina, G., Saldierna-Martínez, R., Hinojosa-Medina, A., Jiménez-Rosenberg, S.P.A., Hernández-Rivas, M.E., Morales-Ávila, R., 2008. Vertical structure of larval fish assemblages during diel cycles in summer and winter in the southern part of Bahía de La Paz, México. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 76, 889-901.
- Almeida, E.M., 2001. Estrutura da população, crescimento e reprodução de *Maurolucus stehmanni* Parin & Kobylansky, 1993 (Teleostei: Sternoptychidae) na Zona Econômica Exclusiva do Sul e Sudeste do Brasil. Dissertação (Mestrado em Ciências – Oceanografia Biológica). Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo. 115p.
- Angel, M.V., 2003. The pelagic environment of the open ocean. In: Tyler, P.A. (Ed). *Ecosystems of the World. Ecosystems of the deep oceans*, Elsevier, chapter 3, 28, pp. 39-79.
- Angel, M.V., Pugh, P.R., 2000. Quantification of diel vertical migration by micronektonic taxa in the Northeast Atlantic. *Hydrobiologia* 440, 161-179.
- Asano, K., Matsuura, Y., Katsuragawa, M., 1991. Daily egg production of the Brazilian anchovy, *Engraulis anchoita*. *Bulletin of the Faculty Bioresources, Mie University* 6, 47-55.
- Avalos-Garcia, C., Sánchez-Velasco, L., Shirasago, B., 2003. Larval fish assemblages in the Gulf of California and their relation to hydrographic variability (Autumn 1997-Summer 1998). *Bulletin of Marine Science* 72 (1), 63-76.
- Barros, F.B.A.G., Castro, M.S., Bonecker, A.C.T., 2007. Description and distribution of the larvae of two species of *Fistulariidae* (Teleostei, Syngnathiformes) in the southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 7, 105-108.
-

-
- Beers, J.R., 1981. Determinación de la biomasa del zooplâncton. In: Boltovskoy, D. (ed.). Atlas del Zooplancton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo com el zooplancton marino. INIDEP, Mar del Plata, Argentina, 133-141.
- Bittencourt, S.C.S., Zacarci, D.M., Souza, S.P., Nakayama. L., Belúcio, L.F., 2007. Composição e distribuição de larvas de peixes na zona neustônica da costa do Amapá (REVIZEE/SCORE Norte – OP Norte II e III). Bol. Téc. Cient. Cepnor, Belém, 7(1), 41-54.
- Boltovskoy, D., Gibbons, M.J., Hutchings, L., Binet, D., 1999. General biological features of South Atlantic. In: Boltovskoy, D. (Ed.). South Atlantic Zooplankton. Vol.1. Backhuys Publishers, pp. 1-42.
- Bonecker, A.C.T., 2007. Ictionêuston. In Valentin, J.L. (Ed.). Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ). Brasília: Ideal Gráfica e Editora. (Série Documentos REVIZEE/SCORE Central), 161-168.
- Bonecker, A.C.T., Campos, P.N., Melo, N.F.A.C. de, Paiva, R.S., Palheta, G.D.A., Contente, C.T., Ramos, C.A.R., 2007a. First occurrence of *Dolicholagus longirostris* (Maul 1948) (Osmeriformes, Bathylagidae) near the mouth of the Amazon River. *Biota Neotropica* 7, 1-3.
- Bonecker, A.C.T., Castro, M.S., Namiki, C., Bonecker, F.T., Barros, F.B.A.G., Monteiro-Ribas, W.M., 2007b. Ictioplâncton. In Valentin, J.L. (Ed.) Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ). Brasília: Ideal Gráfica e Editora. (Série Documentos REVIZEE/SCORE Central), p.141-159.
- Bonecker, A.C.T., Bonecker, S.L., Bassani, C., 2009. Plâncton Marinho. In: Pereira, R.C., Soares-Gomes, A. (Orgs.). *Biologia Marinha*. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, cap. 9, p. 213-237.
- Bonecker, A.C.T., Castro, M.S. (Ed.), 2006. Atlas de larvas de peixes da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira. 1 ed. Rio de Janeiro: Museu Nacional, Série Livros no. 19.
- Bonecker, S.L.C., Nogueira, C.R., Bonecker, A.C.T., Santos, L.H.S., Reynier, M.V., Tenenbaum, D.R., 1992/93. Estudo hidrológico e planctonológico da região entre Cabo Frio (RJ) e o arquipélago de Abrolhos (BA). *Nerítica* 7 (1-2), 71-86.
-

-
- Campos, P.N., Bonecker, A.C.T., Castro, M.S., 2008. Pisces, Melamphaidae, *Poromitra capito* Goode & Bean, 1883 and *Melamphaes simus* Ebeling, 1962: Distribution extension to the western South Atlantic Ocean. Check List 4, 275-278.
- Campos, P.N., Bonecker, A.C.T., Castro, M.S., Anderson, W.D., 2009. First record of the fish genus *Symphysanodon* (Teleostei: Perciformes: Symphysanodontidae) from the western South Atlantic Ocean. Zootaxa 2270, 63-68.
- Campos, P.N., Bonecker, A.C.T., Castro, M.S., 2010. Occurrence and distribution of Carangidae larvae (Teleostei, Perciformes) from the Southwest Atlantic Ocean, Brazil (12oS - 23oS). Journal of Applied Ichthyology 26, 920-924.
- Castro, M.S., 2006. Variação espacial e temporal das larvas de peixes ao Norte e ao Sul do Banco de Abrolhos e no entorno da Cadeia Vitória-Trindade. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Castro, M.S., Bonecker, A.C.T., 2005. Leptocephali collected off the eastern coast of Brazil (12oS - 23oS). Zootaxa 935, 1-28.
- Castro, M.S., Bonecker, A.C.T., 2006. Distribution of larval Stomiidae of the Brazilian central coast, southwest Atlantic Ocean (12o S - 22o S). Zootaxa 1236, 23-36.
- Castro, M.S., Richards, W.J., Bonecker, A.C.T., 2010. Occurrence and distribution of larval lanternfish (Myctophidae) from the southwest Atlantic Ocean. Zoologia 27 (4), 541-553.
- Clarke, K.R.; Gorley, R.N., 2001. Primer v5: User manual/tutorial. Primer-E: Plymouth, 91p.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environmental Council, Plymouth Laboratories, Plymouth, 144p.
- Collins, M.A., Xavier, J.C., Johnston, N.M., North, A.W., Enderlein, P., Tarling, G.A., Waluda, C.M., Hawker, E.J., Cunningham, N.J., 2008. Patterns in distribution of myctophid fish in the northern Scotia Sea ecosystem. Polar Biology 31, 837-851
- Dias, J.F., Clemmesen, C., Ueberchär, B., Wongtschowski, C.R., Katsuragawa, M., 2004. Condition of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) larvae in the São Sebastião inner and middle continental shelf (São Paulo, Brazil). Brazilian Journal of Oceanography 52 (1), 81-87.
- Doyle, M.J., 1992. Neustonic ichthyoplankton in the northern region of California Current ecosystem. CalCOFI Rep., 33, 141-161.
-

-
- Doyle, M.J., Morse, W.W., Kendall, Jr., A.W., 1993. A comparison of larval fish assemblages in the temperate zone of the Northeast Pacific and Northwest Atlantic oceans. *Bulletin of Marine Science* 53 (2), 588-644.
- Doyle, M.J., Rugen, N.S., Brodeur, R.D., 1994. Neustonic ichthyoplankton In the western Gulf of Alaska during spring. *Fishery Bulletin* 93: 231-253.
- Ekau, W., Matsuura, Y., 1996. Diversity and distribution of ichthyoplankton in the continental shelf waters of East Brazil. In: Ekau, W., Knoppers, B. (Eds). *Sedimentation process and productivity in the continental shelf waters off East and Northeast Brazil. Joint Oceanographic Projects. JOPS II, Cruise Report and First Results. Center for Tropical Marine Ecology*, pp. 135-147.
- Ekau, W., Westhaus-Ekau, P., Medeiros, C., 1999. Large scale distribution of fish larvae in the continental shelf waters off North-East Brazil. *Archive of Marine Research*. 47 (2/3), 183-200.
- Espinosa-Fuentes, M.L., Flores-Coto, C., 2004. Cross-shelf and vertical structure of ichthyoplankton assemblages in continental shelf waters of the southern Gulf of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 59, 333-352.
- Fahay, M.P., 2007. *Early Stages of Fishes in the Western North Atlantic Ocean (Davis Strait, Southern Greenland and Flemish Cap to Cape Hatteras)*. Northwest Atlantic Fisheries Organization. Nova Scotia, Canada.
- Fiksen, Ø., Jørgensen, C., Kristiansen, T., Vikebø, F., Huse, G., 2007. Linking behavioural ecology and oceanography: larval behaviour determines growth, mortality and dispersal. *Marine Ecology Progress Series* 347, 195-205.
- Flores-Coto, C., Flore-Hernández, F., Zavala-Garcia, F., Arenas-Fuentes, V., Monreal-Gómez, M. A., Salas-De-León, D.A., 2000. Oceanic and neritic ichthyoplankton at the edge of the continental shelf in the Southern Gulf of Mexico. *Gulf and Caribbean Research* 12, 31-35.
- Franco-Gordo, C., Godinez-Dominguez, E., Suárez-Morales, E., 2002. Larval fish assemblages in waters off the central Pacific coast of Mexico. *Journal of Plankton Research* 24(8), 775-784.
- Hempel, G., 1979. *Early life history of marine fish. The egg stage*. University of Washington Press, Seattle.
-

-
- Hempel, G.; Weikert, N., 1972. The neuston of the subtropical and boreal Northeastern Atlantic Ocean, a review. *Marine Biology*, 1370-1388.
- Houde, E.D., 1977. Abundance and potential yield of the scaled sardine, *Harengula jaguana*, and aspects of its early life history in the eastern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin* 75 (3), 613-628.
- Houde, E.D.; Lovdal, J.A., 1984. Seasonality of occurrence, foods, and food preferences of ichthyoplankton in Biscayne Bay, Florida. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 18, 403-419.
- Katsuragawa, M., 1985. Estudos sobre variabilidade de Amostragem, Distribuição e Abundância de Larvas de Peixes da Região Sudeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 161p.
- Katsuragawa, M., 1997. Larval Development of the Atlantic Moonfish *Selene setapinnis* (Osteichthyes, Carangidae) from southeastern Brazil. *Bulletin of Marine Science* 61 (3), 779-789.
- Katsuragawa, M., Matsuura, Y., 1990. Comparison of the diel and spatial distribution patterns of ichthyoplankton and ichthyoneuston in the southeastern Brazilian Bight. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 38 (2), 133-146.
- Katsuragawa, M., Matsuura, Y., 1992. Distribution and abundance of carangid larvae in the Southeastern Brazilian Bight during 1975-1981. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 40 (1/2), 55-78.
- Katsuragawa, M., Ekau, W., 2003. Distribution, growth and mortality of young rough scad, *Trachurus lathami*, in the southeastern Brazilian Bight. *Journal of Applied Ichthyology* 19, 21-28.
- Katsuragawa, M., Matsuura, Y., Suzuki, K., Dias, J.F., Spach, H.L., 1993. O icteoplâncton ao largo de Ubatuba, SP: Composição, Distribuição e Ocorrência Sazonal (1985-1988). *Publicação Espacial do Instituto Oceanográfico* 10, 85-121.
- Katsuragawa, M., Muelbert, J.H., Dias, J.F., 2006. O icteoplâncton na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: Rossi-Wongtschowski, C.L.; Madureira, L.S-P (Org.). *O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil*. Edusp.
- Kitahara, E.M., Matsuura, Y., 1995. Growth mortality estimate of the southwest Atlantic anchovy *Engraulis anchoita* larvae from Cape Santa Marta Grande in southern Brazil. *Archives of Fisheries Marine Research* 42, 251-262.
-

-
- Leal, M.C., Pereira, T.C., Brotas, V., Paula, J., 2010. Vertical migration of Gold-spot Herring (*Herklotsichthys quadrimaculatus*) larvae on Sofala Bank, Mozambique. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science* 9 (2), 175-183.
- Leis, J.M., 1993. Larval fish assemblages near Indo-Pacific coral reefs. *Bulletin of Marine Science* 53(2), 362-392.
- Lessa, R.P., Lucchesi, R.B., Oliveira Jr., P.M.; Vaske Jr., T.; Bezerra Jr., J.L., Ropk, A., 1997. Ecological aspects of neuston fish larvae, around islands, rocks and oceanic banks in northeast brazilian coast (leg – 4 – “joint oceanografic projects II – JOP’S II). VII Colacmar, São Paulo – Brasil. 76 – 77p.
- Lessa, R.P., Bezerra Jr., J.L., Nascimento, E.D., Lima, M., Pereira, A.A., 2009. Composição, distribuição e abundância do ictionêuston da Zona Econômica Exclusiva do nordeste do Brasil (1995-2000): Programa REVIZEE. In: Hazin, F.H.V. (Ed.). *Biomassa fitoplanctônica, zooplantônica, macrozooplâncton, avaliação espacial e temporal do ictioplâncton, estrutura da comunidade de larvas de peixes e distribuição e abundância do ictionêuston*. Martins & Cordeiro, Fortaleza, pp.166-194.
- Lessa, R.P.; Mafalda-Jr., P.; Advíncula, R.; Lucchesi, R.B.; Bezerra-Jr., J.L.; Vaske-Jr., T.; Hellebrandt, D. 1999. Distribution and abundance of ichthyoneuston at seamounts and islands off North-Eastern Brazil. *Archives of Fishery and Marine Research* 47(2/3), 239-252.
- Lopes, C.L., 2006. Variação espaço-temporal do ictioplâncton e condições oceanográficas na região de Cabo Frio (RJ). Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Universidade de São Paulo.
- Mafalda-Jr., P., Souza, C.S., 2009. Estrutura da comunidade de larvas de peixes da Zona Econômica Exclusiva do nordeste do Brasil. In: Hazin, F.H.V. (Ed.). *Biomassa fitoplanctônica, zooplantônica, macrozooplâncton, avaliação espacial e temporal do ictioplâncton, estrutura da comunidade de larvas de peixes e distribuição e abundância do ictionêuston*. Martins & Cordeiro, Fortaleza, pp.120-165.
- Marancik, K.E.; Clough, L.M.; Hare, J.A., 2005. Cross-shelf and seasonal variation in larval fish assemblages on the southeast United States continental shelf off the coast of Georgia. *Fishery Bulletin* 103, 108-129.
-

-
- Matsuura, Y., 1971. A study of the life history of Brazilian sardine, *Sardinella aurita*. I. Distribution and abundance of sardine eggs in the region of Ilha Grande, Rio de Janeiro. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 20, 33-60.
- Matsuura, Y., 1972. Egg development of scaled sardine, *Harengula pensacolae* Good & Bean (Pisces, Clupeidae). *Boletim do Instituto Oceanográfico* 21, 129-135.
- Matsuura, Y., 1979. Distribution and abundance of eggs and larval of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis*, during 1974-1975 and 1975-1976 seasons. *Bulletin of the Japanese Society of Fisheries Oceanography* 34, 1-12.
- Matsuura, Y., 1982. Distribution and abundance of skipjack (*Katsuwonus pelamis*) larvae in eastern Brazilian waters. *Bolm Inst. oceanogr.*, S. Paulo, v. 3, n. 2, p. 5-7.
- Matsuura, Y., 1983. Development of new Brazilian skipjack fishery in the Rio de Janeiro region. *Bulletin of the Japanese Society of Fisheries Oceanography* 44, 151-154.
- Matsuura, Y., 1996. A probable cause of recruitment failure of the Brazilian sardine *Sardinella aurita* population during the 1974/75 spawning season. *South African Journal of Marine Science* 17, 29-35.
- Matsuura, Y., 1998. Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) spawning in the southeast Brazilian Bight over the period 1976-1993. *Revista Brasileira de Oceanografia* 46 (1), 33-44.
- Matsuura, Y., Yoneda, N.T., 1986. Early development of the lophiid anglerfish, *Lophius gastrophysus*. *Fishery Bulletin* 84 (2), 429-436.
- Matsuura, Y., Spach, H.L., Katsuragawa, M., 1992. Comparison of spawning patterns of the Brazilian sardine (*Sardinella brasiliensis*) and anchoita (*Engraulis anchoita*) in Ubatuba region, southern Brazil during 1985 through 1988. *Boletim do Instituto Oceanográfico* 40 (1/2), 101-115.
- Matsuura, Y., Garcia, A.C.S., Katsuragawa, M., Suzuki, K., 1993. Distribution and abundance of two species of codlet (Teleostei, Bregmacerotidae) larvae from The South-Eastern Brazilian Bight. *Fishery Oceanography* 2 (2), 82-90.
- Matsuura, Y., Kitahara, E.M., 1995. Horizontal and vertical distribution of anchovy *Engraulis anchoita* eggs and larvae off Cape Santa Marta Grande in southern Brazil. *Archives of Fisheries Marine Research* 42 (3), 239-250.
-

-
- Matsuura, Y.; Olivar, M.P., 1999. Fish Larvae. In: Boltvoskoy, D. (Ed.). South Atlantic zooplankton. Leiden, Backhuys Publishers, pp. 1445-1496.
- Matsuura, Y.; Suzuki, K., 2000. Early development of the flathead, *Percophis brasiliensis* (Teleostei: Percophidae), from southeastern Brazil. *Ichthyological Research* 47 (2), 81-87.
- McCune, B., Mefford, M.J., 1999. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4. MJM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA, 237p.
- Moser, H.G., 1996. The Early Stages of Fishes in the California Current Region. La Jolla, CALCOFI atlas no.33, 1505 p.
- Moser, H.G., Smith, P.E., 1993. Larval fish assemblages and oceanic boundaries. *Bulletin of Marine Science* 53 (2), 283-289.
- Moser, H.G., Watson, W., 2006. Myctophidae: lanternfishes. In: Richards, W. J. (Ed.). Early stages of atlantic fishes: an identification guide for the Western North Atlantic. Volume I. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 473-579.
- Muhling, B.A., Beckley, L.E., Koslow, J.A., Pearce, A.F., 2008. Larval fish assemblages and water mass structure off the oligotrophic south-western Australian coast. *Fisheries Oceanography* 17:1, 16-31.
- Nafpaktitis, B.G., Backus, R.H., Craddock, J.E., Haedrich, R.L., Robinson, B.H., Karnella, C., 1977. Family Myctophidae. In: Gibbs Jr., R.H. (Ed.) *Fishes of the Western North Atlantic*. Mem. Sears Found. Mar. Res. 1 Pt 7.: 13-299.
- Namiki, C., Bonecker, A.C.T., Castro, M.S., 2007a. Carapidae larvae (Acanthomorpha, Paracanthopterygii, Ophidiiformes) from the oceanic region of the southwest Atlantic Ocean off Brazil (12° S – 22° S). *Deep-Sea Research. Part 1, Oceanographic Research Papers* 54, 292-295.
- Namiki, C.; Teixeira Bonecker, A.C.T.; Castro, M.C., 2007b. Occurrence and abundance of three larval codlet species (Bregmacerotidae, Teleostei) in the Southwest Atlantic Ocean (12° S - 22° S). *Journal of Applied Ichthyology* 23, 136-141.
- Neira, F.J. 2005. Summer and winter plankton fish assemblages around offshore oil and gas platforms in south-eastern Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 63, 589-604.
- Nelson, J.R., 2006. *Fishes of the World*. John Wiley & Sons. 4th edition. 601p.
-

-
- Nonaka, R.; Matsuura, Y.; Suzuki, K., 2000. Seasonal variation in larval fish assemblages in relation to oceanographic conditions in the Abrolhos Bank Region off eastern Brazil. *Fishery Bulletin* 98, 767-784.
- Olivar, M.P., Sabatés, A., 1997. Vertical distribution of fish larvae in the north-west Mediterranean Sea in spring. *Marine Biology* 129, 289-300.
- Olivar, M.P., Shelton, P.A., 1993. Larval fish assemblages of the Benguela Current. *Bulletin of Marine Science*, 53 (2): 450-474.
- Phonlor, R.G., 1984. Morfologia e biologia dos ovos de Engraulidae do sul do Brasil (Teleostei, Clupeiformes). *Revista Brasileira de Biologia* 44(4), 467-487.
- Quattrini, A.M., Lindquist, D.G., Bingham, F.M., Lankford, T.E., Govoni, J.J., 2005. Distribution of larval fishes among water masses in Onslow Bay, North Carolina: implications for cross-shelf exchange. *Fisheries Oceanography* 14, 413-431.
- Richards, W.J., 2006. Early stages of atlantic fishes: an identification guide for the Western North Atlantic. Volume I. and Volume II. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Richards, W.J., McGowan, M.F., Leming, T., Lamkin, J.T., Kelley, S., 1993. Larval fish assemblages at the loop current boundary in the Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science*. 53(2), 475-537.
- Spach, H.L., 1990. Estudo comparativo da distribuição espaço-temporal e de padrões de agregação de ovos e larvas de *Harengula jaguana*, *Sardinella brasiliensis* (Clupeidae: Osteichthyes) e *Engraulis anchoita* (Engraulidae: Osteichthyes) na costa sudeste do Brasil. Tese (Doutorado em Ciências – Oceanografia Biológica). São Paulo, Universidade de São Paulo.
- Tanaka, S., 1973. Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. *FAO Fisheries Technical Papers* 122, 33-51.
- Vilchis, L.I., Balance, L.T., Watson, W., 2009. Temporal variability of neustonic ichthyoplankton assemblages of the eastern Pacific warm pool: Can community structure be linked to climate variability? *Deep-Sea Research I* 56, 125-140.
- Willis, J.M., Percy, W.G. 1982. Vertical distribution and migration of fishes of the lower mesopelagic zone off Oregon. *Marine Biology* 70, 80-98.
-

VIII. COMUNIDADES ZOOPLÂNTÔNICAS E ICTIOPLANCTÔNICAS: VARIAÇÕES EM MICROESCALA TEMPORAL

Resumo

O presente estudo objetivou avaliar a distribuição vertical dos organismos zooplânctônicos e ictioplânctônicos na região oceânica da Bacia de Campos em quatro massas de água durante os períodos diurno e noturno. Diferenças na biomassa e densidade entre os períodos de coleta foram verificadas pelo teste de Mann Whitney. Os testes Kruskal-Wallis e ANOSIM foram utilizados para verificar se houve diferença significativa entre os valores de biomassa e densidade entre as diferentes massas de água na estação de amostragem. A Água Tropical (AT) apresentou biomassa e densidade significativamente superiores às demais massas de água. A maioria dos organismos das comunidades zoo- e ictioplânctônicas encontrou-se concentrado na camada superficial da coluna de água (AT), durante o período noturno, sofrendo uma redução na sua abundância com o aumento da profundidade, o que parece demonstrar a ocorrência do padrão clássico de migração vertical. Em termos gerais, Copepoda foi o grupo zooplânctônico mais representativo nas redes zooplânctônicas (micro- e mesozooplâncton). No microzooplâncton, os Radiolaria foram mais abundantes do que os Copepoda nas massas de água mais profundas (AIA e ACS). Em relação à distribuição do mesozooplâncton ao longo da coluna de água, houve diferença vertical na distribuição das espécies dos diferentes grupos zooplânctônicos. As estruturas da comunidade das massas de água AT e ACAS diferiram entre si e daquelas observadas na AIA e ACS, que não se diferenciaram. Em relação ao período de coleta, apenas as comunidades das massas de água AT, nos períodos diurno e noturno, apresentaram uma diferenciação. Considerando as larvas de peixes, observou-se um predomínio das famílias Myctophidae, Gonostomatidae e Scombridae. Foi registrada uma diferença significativa entre as assembleias de larvas de peixes na AT durante o dia e a noite: as larvas de *Dactylopterus volitans* e das famílias Myctophidae e Scombridae representaram a AT durante o dia e *Diaphus* spp., *Lepidophanes guentheri* e *L. gausi* foram as que mais contribuíram com a assembleia noturna. A ocorrência de maiores densidades de ictioplâncton e mesozooplâncton, principalmente copépodes na AT sugere uma associação trófica entre esses dois grupos. Entretanto, para confirmar essa relação são necessários

estudos complementares de hábitos alimentares das principais espécies de peixes encontradas.

Introdução

A heterogeneidade na distribuição vertical, e em especial a migração, é um fenômeno observado em diferentes organismos zooplanctônicos. Trabalhos tradicionais como os de Ferrato (1967) e Green (1967) trazem descrições sobre a distribuição heterogênea de populações zooplanctônicas, incluindo movimentos ativos diurnos na coluna de água (migração vertical nictemeral), com destaque às possíveis implicações ecológicas relacionadas à predação por peixes e ciclagem de nutrientes entre diferentes estratos da coluna de água.

São reconhecidos diferentes tipos de migração vertical nictemeral. A classificação mais usual leva em conta o horário do dia em que há deslocamento dos indivíduos de uma profundidade para outra na coluna de água: quando ocorre o deslocamento para camadas mais superficiais e oxigenadas da água durante a noite, dá-se o nome de migração noturna, que por ser a mais frequente é também chamada de migração normal; quando este deslocamento ocorre durante o dia, dá-se o nome de migração reversa (Lampert e Sommer, 1997).

A migração vertical é também diretamente associada às respostas fisiológicas desencadeadas por estímulos ambientais como luz e temperatura. As hipóteses elaboradas para explicar a migração relacionam esse comportamento às vantagens metabólicas, em especial para organismos filtradores, ou como uma forma de evitar predadores que se guiam pela visão, ambas conferindo vantagem adaptativa (Lampert *et al.*, 1988; Lampert e Sommer, 1997).

As larvas de peixes também podem alterar a sua distribuição vertical ativamente em função de vários fatores como alimentação, fuga de predadores, conservação de energia, necessidades fisiológicas, regulação de transporte e dispersão (Gray, 1998). Muitas larvas de peixes migram verticalmente durante o dia e essas migrações podem variar em diferentes táxons e estádios de desenvolvimento (Olivar e Sabatés, 1997; Gray, 1998). Os estudos sobre distribuição vertical de larvas de peixes são importantes para avaliação de mecanismos e processos que influenciam a dispersão, transporte e o recrutamento dos juvenis (Gray, 1998). Esses estudos são importantes também para definir as estratégias de amostragens ideais para cada espécie alvo (Gray, 1998; Sakuma *et al.* 1999, Rodríguez *et al.*, 2006).

Dentro desse contexto, o presente estudo objetivou avaliar a distribuição vertical dos organismos zoo- e ictioplânctônicos na região oceânica da Bacia de Campos em quatro massas de água durante os períodos diurno e noturno.

Material e Métodos

1 – Biomassa do zooplâncton e do ictioplâncton

A estimativa da biomassa das amostras de microzooplâncton da rede multi-net da malha de 64 μm foi feita através das imagens dos organismos capturadas pela FlowCAM® (*Flow Cytometer And Microscope, Fluid Imaging Technologies, Yarmouth, Estados Unidos da América*) (Sieracki *et al.*, 1998). A estimativa da biomassa (mg m^{-3}) de cada grupo taxonômico foi calculada a partir do ESD (Equivalent Spherical Diameter) de cada partícula; após da obtenção do biovolume individual, foram aplicadas as equações 1 e 2 assumindo que $1 \text{ mm}^3 \approx 1 \text{ mg}$ de peso úmido (Grosjean *et al.* 2004; Hernan e Harvey 2006; Schultes e Lopes; 2009).

Equação 1:

$$\sum \text{Biovolume individual } (\mu\text{g}^3) \xrightarrow{\text{Converter}} \text{mm}^3 = \text{Peso individual: } 1 \text{ mm}^3 \sim 1 \text{ mg}$$

Equação 2:

$$\text{Biomassa } (\text{mg m}^{-3}) = \frac{\sum \text{Peso de cada classe taxonomica} \times \text{Fatores de diluição}}{\text{Volume filtrado pela rede}}$$

As amostras de mesozoplâncton (malha de 200 μm) e ictioplâncton (malha de 500 μm) obtidas durante esta campanha foram pesadas, em balança de precisão (Ainsworth.21N), para determinação da biomassa do mesozoplâncton (g.m^{-3}) e do ictioplâncton (g.100 m^{-3}) através do método de peso úmido (Beers, 1981). Após a pesagem, as amostras foram preservadas em formol a 4% tamponado com bórax para posterior triagem.

2 – Triagem e identificação do zooplâncton e do ictioplâncton

As amostras referentes ao microzooplâncton foram processadas com uma FlowCAM (*Flow Cytometer And Microscope, Fluid Imaging Technologies*). Nesse aparelho foram realizadas contagens rápidas, obtendo imagens e medidas de organismos individuais de tamanhos variados, geralmente entre 10 e 2.000 μm . O aparelho armazena uma imagem digital de cada organismo juntamente com suas medidas de tamanho e propriedades ópticas. A partir dessas informações quantitativas sobre cada organismo imageado foi utilizado o programa *Visual Spreadsheet* para a classificação automática dos organismos de acordo com a base de treinamento previamente estabelecida.

Os grupos mesozooplanctônicos mais abundantes foram fracionados com auxílio do *Folsom's Plankton Sample Splitter* (Hydrobios) (McEwen *et al.*, 1957). Em seguida os organismos foram triados, com auxílio de um microscópio estereoscópico, até um mínimo de 100 indivíduos por grupo. Os Copepoda, grupo zooplanctônico mais abundante, foram subamostrados, quando necessário, com o auxílio de um subamostrador de volume conhecido (10 mL). Nesses casos, após o fracionamento das amostras, a menor fração foi diluída em um béquer até um volume conhecido. Após a diluição, foram retirados no mínimo 30 mL e no máximo um volume que não superasse 10% da diluição inicial (Frontier, 1981). Os demais grupos mesozooplanctônicos foram quantificados, através da contagem do número total de organismos. O número total de organismos mesozooplanctônicos, obtidos com a rede multinet, foi expresso por metros cúbicos de água filtrada (ind. m^{-3}). Os ovos e larvas de peixes foram totalmente triados sob microscópio estereoscópico e o número total de indivíduos foi expresso por 100 metros cúbicos de água filtrada ($\text{inds. } 100 \text{ m}^{-3}$). Os organismos mesozooplanctônicos e os ovos de peixes foram preservados em formol tamponado a 4% e os copépodes, as larvas de crustáceos e de peixes foram preservadas em álcool 70%.

A identificação dos grupos microzooplanctônicos pela FlowCAM foi realizada em grandes grupos, definidos de acordo com as características de cada conjunto de amostras provenientes das diferentes massas de água. Esses grupos foram discriminados durante o processamento das amostras e identificados pelo programa de aprendizado *Visual Spreadsheet*, executado durante a operação do equipamento.

A identificação dos grupos mesozooplânctônicos e do ictioplâncton foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópico Zeiss modelo Stemi SV6 e microscópio Olympus Tokyo modelo 210582 utilizando-se bibliografia especializada (Cephalopoda – Sweeney *et al.*, 1999; Branchiopoda – Onbé, 1999; Copepoda – Bradford-Grieco *et al.*, 1999, Dias e Araujo, 2006; larvas de Decapoda – Pohle, *et al.*, 1999, Fernandes *et al.*, 2006; Euphausiacea – Gibbons *et al.*, 1999; Chaetognatha – Avila *et al.*, 2006; Appendicularia – Bonecker e Carvalho, 2006; Doliolidae – Bonecker e Quintas, 2006a e Salpidae – Bonecker e Quintas, 2006b). A identificação dos ovos e larvas de peixes foi realizada utilizando alguns parâmetros merísticos e morfométricos com auxílio de bibliografia especializada, tais como: Moser (1996); Matsuura e Olivar (1999), Richards (2006); Bonecker e Castro (2006); Fahay (2007), entre outros. A classificação do ictioplâncton foi baseada em Nelson (2006).

Todas as espécies identificadas foram checadas no ITIS – Integrated Taxonomic Information System (<http://www.itis.gov>) para verificação da validade do nome. Após a identificação os organismos pertencentes aos grupos Copepoda, Branchiopoda, Chaetognatha, Appendicularia, Larvas de Decapoda, Doliolidae e Salpidae foram tombados na coleção de zooplâncton do Laboratório Integrado de Zooplâncton e Ictioplâncton da Universidade Federal do Rio de Janeiro (DZUFRJ). Os ovos e as larvas de peixes foram tombados na coleção de ictioplâncton do mesmo Laboratório.

3 – Análise dos dados do mesozooplâncton e do ictioplâncton

Diferenças significativas em relação aos valores de biomassa e de densidade do mesozooplâncton e do ictioplâncton, entre os períodos diurno e noturno, foram verificadas por meio do teste de Mann Whitney. O teste Kruskal-Wallis foi utilizado para verificar se houve diferença significativa entre os valores de biomassa e densidade do mesozooplâncton e do ictioplâncton entre as diferentes massas de água na estação de amostragem. Antes da realização desses testes utilizou-se o teste de Levene para verificar se os dados eram homocedásticos. Essas análises foram realizadas utilizando o programa Statistica 7.0.

Para realizar uma comparação quantitativa, quando possível, a profundidade acima ou abaixo da qual 25% da população reside ($D_{25\%}$) foi calculada para as espécies mais abundantes do mesozooplâncton. Os cálculos foram realizados com todos os estádios de desenvolvimento.

Tendo em vista possíveis diferenças associadas à riqueza e a equitabilidade do mesozooplâncton entre as massas de água e entre os períodos dia e noite, calculou-se o índice de diversidade com logaritmo na base 2, para avaliar o grau de maturidade da população e o índice de equitabilidade.

Possíveis associações entre as densidades do mesozooplâncton e as densidades de larvas de peixes foram analisadas através do coeficiente de correlação de Pearson. Para essa análise foram usadas apenas as amostras coletadas nas massas de água AT e ACAS, nos dois períodos do dia. Utilizou-se o programa Statistica 7.0.

A análise da similaridade (ANOSIM) foi usada para testar se as amostragens apresentaram diferenças significativas em relação à estrutura das comunidades zoo- e ictioplanctônicas (Clarke e Warwick, 1994). Os dados para o ANOSIM foram convertidos em matriz de similaridade utilizando o índice de Bray-Curtis. A matriz utilizada para a análise do mesozooplâncton foi baseada em 118 espécies e 29 amostras. A matriz de dados de densidade de larvas de peixes foi formada por 22 táxons e 17 amostras. Foram excluídos os táxons que pudessem ter alguma sobreposição e as larvas não identificadas. Por esse motivo, para larvas de peixes, nessa análise não foi considerada a massa de água ACS. Consideraram-se resultados significativos apenas os que apresentaram nível de significância inferior a 5%. Foram realizadas análises de similaridade percentual (SIMPER) para identificar as espécies que mais contribuíram para as similaridades na formação dos grupos identificados pela análise da similaridade. Táxons que contribuíram juntos com mais de 90% para a formação dos grupos foram consideradas espécies-chave. Para as análises de similaridade e de similaridade percentual os dados brutos de abundância foram transformados previamente em $\log(x + 1)$. Os procedimentos descritos foram realizados a partir das rotinas do programa PRIMER 5,0 (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) for Windows.

Resultados

1 – Zooplâncton

1.1 – Microzooplâncton

Foram registradas diferenças significativas ($p < 0,05$), nos valores de biomassa total do microzooplâncton, em relação às massas de água amostradas na estação de coleta. A biomassa total do microzooplâncton apresentou valores significativamente inferiores ($H = 10,44$ $N = 29$ $p < 0,05$) na ACS, nos dois períodos de amostragem, quando comparada com os valores encontrados nas demais massas de água (AT, ACAS e AIA). Os maiores valores de biomassa total do microzooplâncton foram registrados nas amostras coletadas na AT (Tabela 1).

Tabela 1 - Número de amostras (N), valores médio, mínimo e máximo de biomassa ($mg.m^{-3}$), densidade ($ind.m^{-3}$) e riqueza do microzooplâncton coletado durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

	Dia	Noite
AT		
N	4	4
Biomassa Média (mínimo-máximo)	4,75 0,13-9,17	16,73 8,20-25,09
Densidade Média (mínimo-máximo)	331,31 19,09-709,79	916,35 583,07-1130,35
No de táxons Média (mínimo-máximo)	12 9-12	13 12-14
ACAS		
N	5	1
Biomassa Média (mínimo-máximo)	0,96 0,08-2,06	0,67 125,08
Densidade Média (mínimo-máximo)	193,99 33,04-471,44	
No de táxons Média (mínimo-máximo)	13 11-15	14
AIA		
N	4	4
Biomassa Média (mínimo-máximo)	1,00 1,11-2,80	0,87 0,37-1,67
Densidade Média (mínimo-máximo)	58,00 35,67-103,58	38,44 12,47-53,43
No de táxons Média (mínimo-máximo)	13 11-16	12 8-14
ACS		
N	4	3
Biomassa Média (mínimo-máximo)	0,79 0,38-1,88	0,29 0,13-0,46
Densidade Média (mínimo-máximo)	78,04 47,27-113,49	50,75 32,11-69,02
No de táxons Média (mínimo-máximo)	13 13-13	13 12-13

Analisando todas as massas de água em conjunto, não foram registradas diferenças significativas ($p > 0,05$), para os valores de biomassa do microzooplâncton, entre os períodos de dia e noite. Em termos gerais, durante o dia (média = $1,82 \text{ mg.m}^{-3}$, DP = $2,62 \text{ mg.m}^{-3}$) foram registrados os menores valores de biomassa quando comparados com os encontrados no período noturno (média = $5,99 \text{ mg.m}^{-3}$, DP = $8,80 \text{ mg.m}^{-3}$). Este padrão só foi observado nas amostras coletadas na AT. Nas demais massas de água, os maiores valores foram registrados durante as coletas diurnas (Tabela 1).

Foram registradas diferenças significativas ($p < 0,05$) para os valores de densidade de microzooplânctônica entre as diferentes massas de água. A AIA apresentou valores de densidade total do microzooplâncton, nos dois períodos, significativamente inferiores ($H = 11,21$ N = 29 $p < 0,05$) quando comparado com os valores encontrados na AT, ACAS e ACS. Assim como para a biomassa, os maiores valores para a densidade do microzooplâncton total foram encontrados na AT (Figura 1).

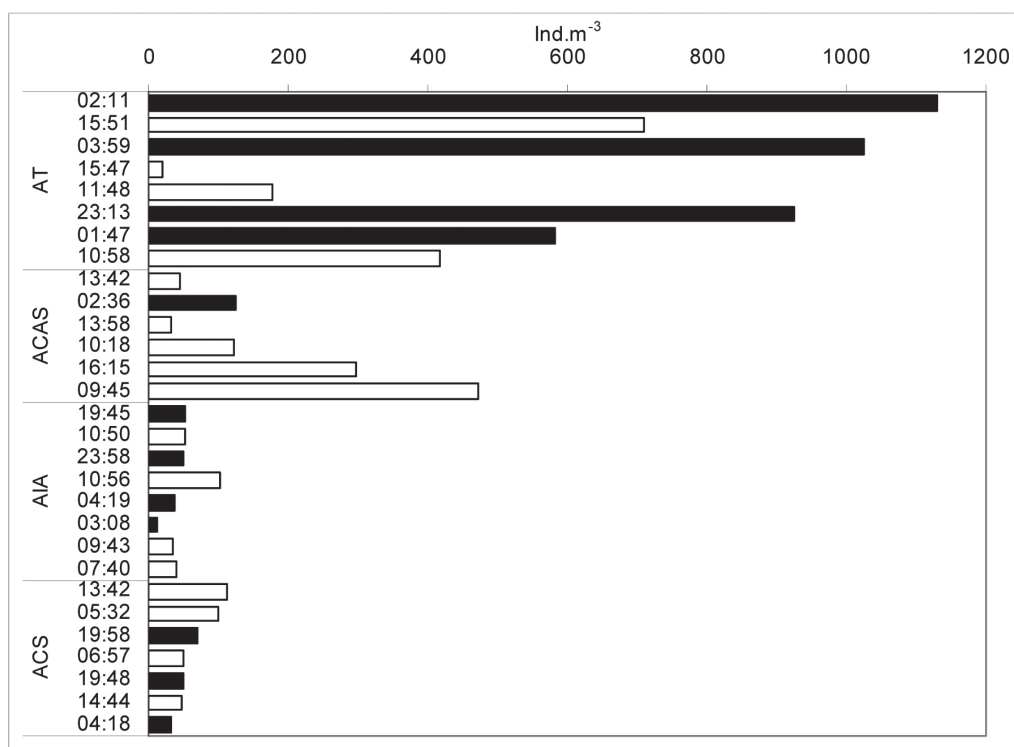


Figura 1 - Densidade do microzooplâncton (ind.m^{-3}) coletado durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

Semelhante ao que foi registrado para os valores de biomassa do microzooplâncton, analisando todas as massas de água, não foram registradas diferenças significativas ($p > 0,05$) nos valores de densidade microzooplânctônica, entre os períodos diurno e noturno. Em termos gerais, no período noturno (média = 341,38 ind.m⁻³, DP = 443,16 ind.m⁻³) foram registrados os maiores valores de densidade microzooplânctônica quando comparados com os encontrados no período diurno (média = 167,02 ind.m⁻³, DP = 195,20 ind.m⁻³). Em relação às massas de água, semelhante ao encontrado para a biomassa, este padrão só foi observado nas amostras coletadas na AT. Nas demais massas de água os maiores valores foram registrados nas amostras diurnas (Figura 1).

Foi identificado um total de 16 táxons zooplânctônicos. Os Copepoda apresentaram a maior riqueza, com seis táxons, seguidos pelos Protozoa, com três táxons (Radiolaria, Foraminifera e Tintinnida). O maior número de táxons zooplânctônicos foi registrado nas maiores profundidades: AIA (16 táxons), no período diurno. Nas amostras coletadas na AT, na ACAS e na AIA foi encontrado um máximo de 14 táxons, no período noturno (Tabela 1).

O grupo dos Copepoda foi o mais abundante em todas as massas de água (Figura 2), com uma densidade média de 138,42 ind.m⁻³ (DP = 192,99 ind.m⁻³) e uma abundância relativa de 58% do total do zooplâncton coletado. A este grupo seguiram-se os Protozoa (Radiolaria e Foraminífera), com uma densidade média de 36,15 ind.m⁻³ (DP = 64,45 ind.m⁻³) e 16,24 ind.m⁻³ (DP = 19,19 ind.m⁻³), respectivamente. Os Radiolaria foram mais abundantes do que os Copepoda, durante o segundo dia de coleta, na AIA no período diurno, e na ACS, no período noturno (Figura 2). O terceiro grupo em termos de abundância foi o das Appendicularia, com uma densidade média de 26,59 ind.m⁻³ (DP = 47,53 ind.m⁻³). Estes grupos somados correspondem a 90% do total do zooplâncton coletado (Figura 2).

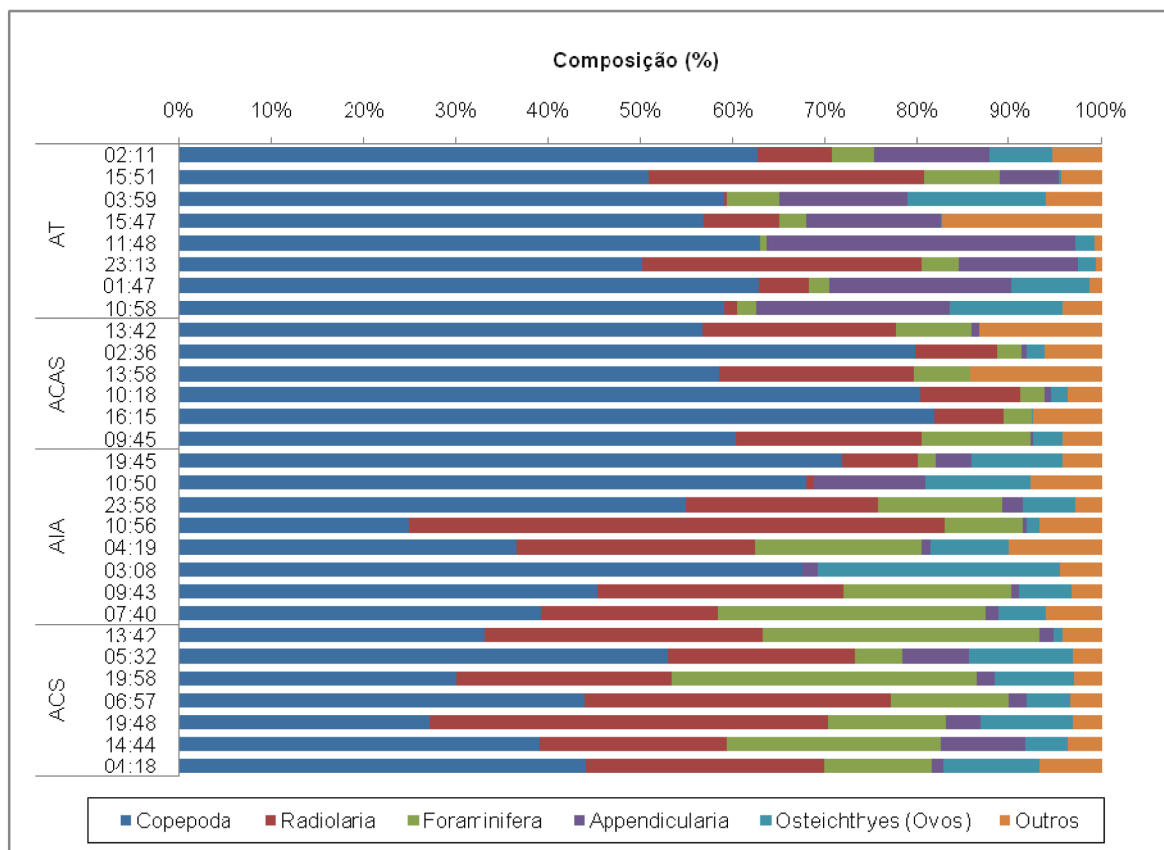


Figura 2 - Abundância (%) dos cinco grupos mais representativos do microzooplâncton coletado durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

As maiores densidades dos principais grupos zooplanctônicos foram registradas durante o período noturno (valores médios para Copepoda - 198,75 ind.m⁻³, Radiolaria - 40,54 ind.m⁻³, Foraminifera - 17,71 ind.m⁻³ e Appendicularia - 43,77 ind.m⁻³), em comparação com o período diurno (valores médios para Copepoda - 95,84 ind.m⁻³, Radiolaria - 30,93 ind.m⁻³, Foraminifera - 13,30 ind.m⁻³ e Appendicularia - 12,91 ind.m⁻³).

Os Copepoda tiveram seis táxons identificados. Dentre estes, os mais abundantes foram os náuplius (1.924,82 ind.m⁻³), seguidos pelos representantes da família Oncaeidae (688,44 ind.m⁻³). Estes dois táxons corresponderam a 65% do total dos copépodes identificados nas amostras coletadas (Figura 3). Houve uma diferenciação, em relação aos táxons de copépodes dominantes, em relação as massas de água. Nas amostras coletadas na AT, na AIA e na ACS, os náuplius foram dominantes nos dois períodos de coleta, enquanto que na ACAS, os copépodes mais abundantes foram os representantes da família Oncaeidae (Figura 3).

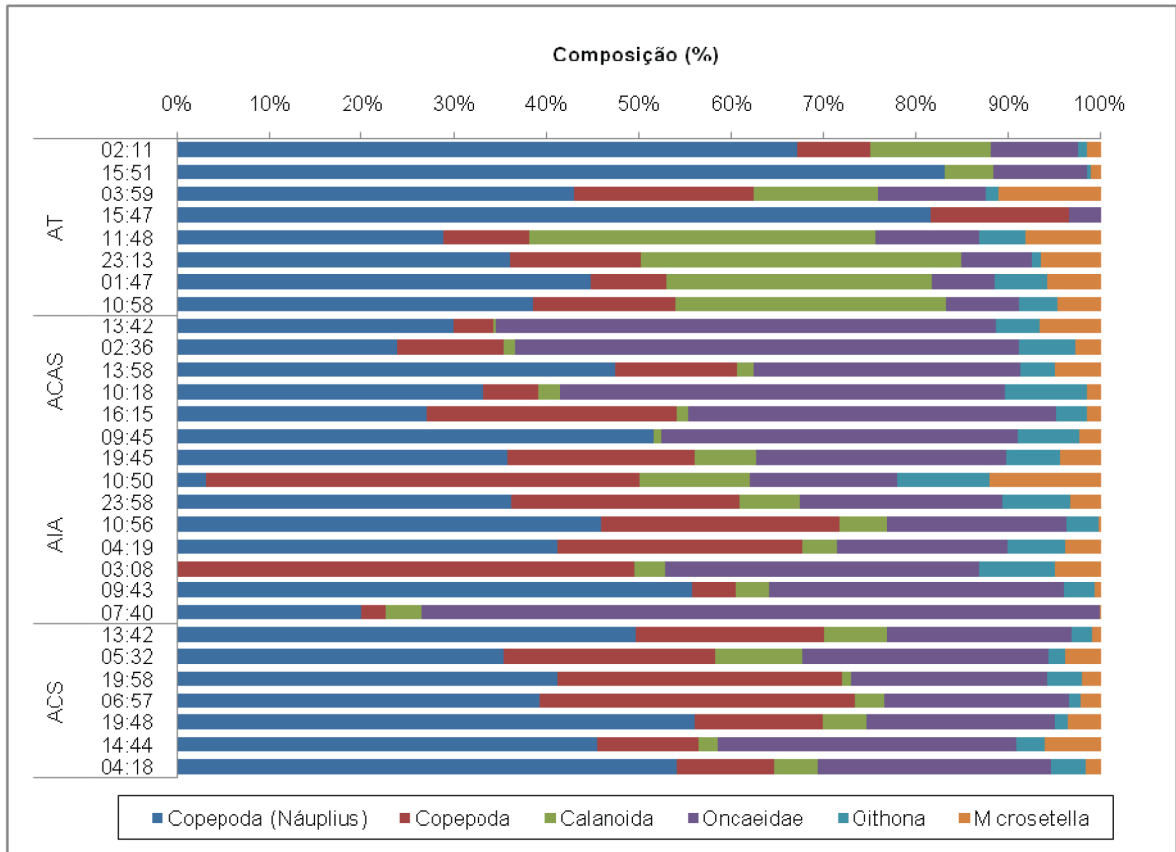


Figura 3 - Abundância (%) dos táxons de Copepoda mais representativos do microzooplâncton coletado durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

1.2 – Mesozooplâncton

Foram registradas diferenças significativas ($p < 0,05$), nos valores de biomassa mesozooplânctônica, em relação às massas de água amostradas na estação de coleta. A biomassa total do mesozooplâncton apresentou valores significativamente inferiores ($H = 14,01$ $N = 29$ $p < 0,05$) na AIA, nos períodos de dia e noite, quando comparada com os valores encontrados nas demais massas de água (AT, ACAS e APAN). Os maiores valores de biomassa foram registrados nas amostras coletadas na AT (Tabela 2).

Tabela 2 - Número de amostras (N), valores médio, mínimo e máximo de biomassa planctônica ($g.m^{-3}$), densidade ($Ind.m^{-3}$), riqueza, diversidade e equitabilidade do mesozooplâncton coletado durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

	Dia	Noite
AT		
N	3	4
Biomassa Média	0,04	0,56
(mínimo-máximo)	0,001-0,11	0,17-1,14
Densidade Média	194,02	11046,41
(mínimo-máximo)	20,74-496,88	284,03-26669,18
No de táxons Média	42	73
(mínimo-máximo)	40-44	68-77
Diversidade (Equitabilidade)	2,51 (0,61)	3,55 (0,69)
Média (mínimo-máximo)	2,29-2,95 (0,56-0,71)	2,81-4,10 (0,55-0,79)
ACAS		
N	5	3
Biomassa Média	0,01	0,01
(mínimo-máximo)	0,004-0,01	0,011-0,012
Densidade Média	22,19	16,95
(mínimo-máximo)	1,71-36,68	0,66-38,30
No de táxons Média	37	35
(mínimo-máximo)	29-44	21-43
Diversidade (Equitabilidade)	3,30 (0,80)	3,00 (0,77)
Média (mínimo-máximo)	3,02-3,55 (0,71-0,88)	2,46-3,36 (0,61-0,92)
AIA		
N	3	4
Biomassa Média	0,003	0,004
(mínimo-máximo)	0,003-0,004	0,003-0,01
Densidade Média	0,77	0,96
(mínimo-máximo)	0,06-1,61	0,59-1,42
No de táxons Média	24	31
(mínimo-máximo)	8-37	23-41
Diversidade (Equitabilidade)	2,83(0,83)	3,39 (0,84)
Média (mínimo-máximo)	2,16-3,53 (0,76-0,93)	3,07-3,78 (0,75-0,94)
ACS		
N	5	2
Biomassa Média	0,01	0,004
(mínimo-máximo)	0,005-0,01	0,003-0,01
Densidade Média	0,66	0,83
(mínimo-máximo)	0,44-1,04	0,82-0,84
No de táxons Média	21	22
(mínimo-máximo)	14-29	21-23
Diversidade (Equitabilidade)	2,74 (0,84)	2,62 (0,74)
Média (mínimo-máximo)	2,26-3,27 (0,73-0,97)	2,44-2,81 (0,70-0,78)

Analisando as massas de água, em conjunto, não foram registradas diferenças significativas ($p > 0,05$) para os valores de biomassa, entre os períodos diurno e noturno. De maneira geral, durante o dia (média = $0,01 \text{ mg.m}^{-3}$, DP = $0,03 \text{ mg.m}^{-3}$) foram registrados os menores valores de biomassa quando comparados com os encontrados

no período noturno (média = $0,18 \text{ mg.m}^{-3}$, DP = $0,35 \text{ mg.m}^{-3}$). Este padrão não foi observado na ACS, onde os maiores valores foram registrados durante as coletas realizadas durante o dia, e não durante o período noturno (Tabela 2).

Assim como para a biomassa, foram registradas diferenças significativas ($p < 0,05$), nos valores de densidade do mesozooplâncton, em relação às massas de água. As massas de água AIA e ACS apresentaram valores de densidade total do mesozooplâncton, nos períodos de dia e noite, significativamente inferiores ($H = 20,88$ $N = 29$ $p < 0,05$) quando comparado com os valores encontrados na AT e ACAS. As maiores densidades do mesozooplâncton foram encontradas nas amostras coletadas na AT (Figura 4).

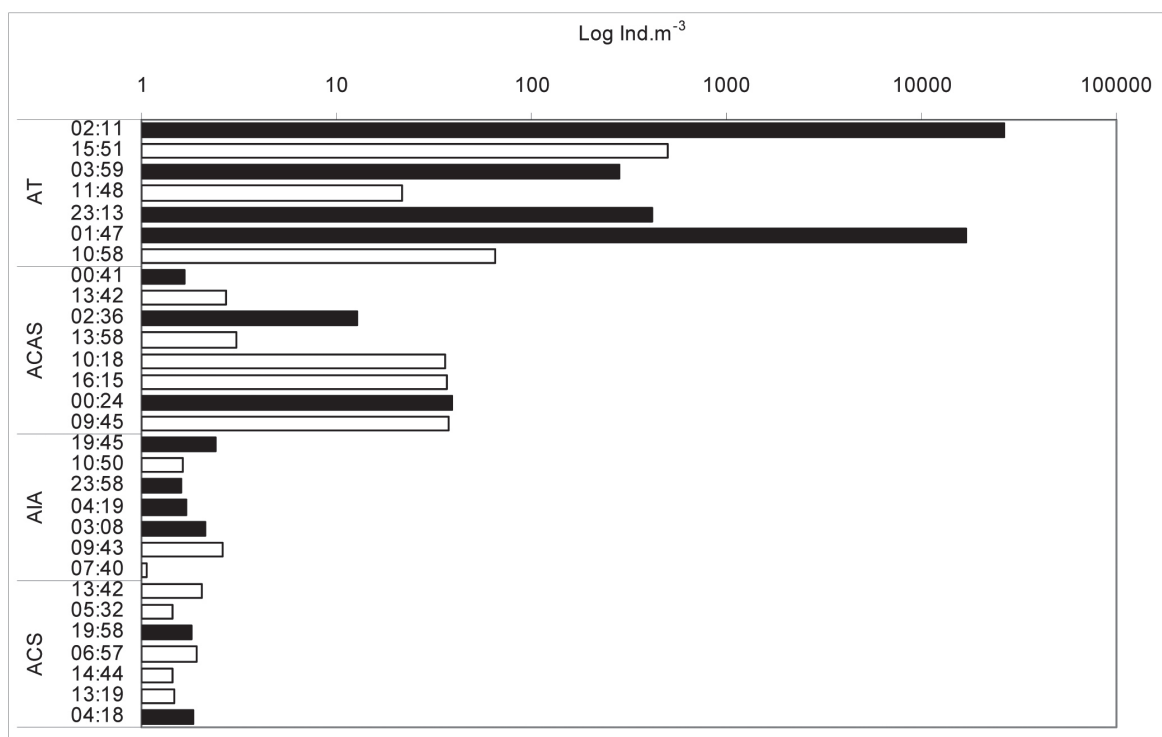


Figura 4 - Densidade do mesozooplâncton (ind.m^{-3}) coletado durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

Da mesma maneira que a biomassa, não foram registradas diferenças significativas ($p > 0,05$) nos valores de densidade mesozooplanctônica, nos dois períodos. Em termos gerais, no período noturno (média = $3403,23 \text{ ind.m}^{-3}$, DP = $8384,76 \text{ ind.m}^{-3}$) foram registrados os maiores valores de densidade mesozooplanctônica quando comparamos com os encontrados no período diurno (média = $43,67 \text{ ind.m}^{-3}$, D.P. = $122,42 \text{ ind.m}^{-3}$). Em relação às massas de água, este padrão foi observado nas amostras da AT, na AIA e na ACS. Na ACAS, os maiores valores foram registrados nas coletas realizadas no período diurno (Figura 4).

Foi identificado um total de 22 grupos mesozooplanctônicos, com 202 táxons e 118 espécies. Dentre os táxons registrados na presente campanha, 32 são relativos a organismos meroplanctônicos, representados principalmente pelas larvas de Decapoda (17 táxons e 1 espécie) e pelas larvas de Mollusca (9 táxons) e, a grande maioria, 170 táxons, pertence ao holoplâncton. Dentre os táxons holoplânctônicos, os Copepoda apresentaram a maior riqueza (117 táxons e 81 espécies), seguidos pelos Euphausiacea (14 táxons e 11 espécies), pelos Chaetognatha (10 táxons e 10 espécies), pelas Appendicularia (9 táxons e 8 espécies), pelos Thaliacea (7 táxons e 5 espécies) e pelos Branchipoda (2 táxons e 2 espécies).

O maior número de táxons mesozooplanctônicos foi registrado nas amostras coletadas na AT (113 táxons) e na ACAS (105 táxons), enquanto que nas maiores profundidades foi encontrado um menor número de táxons: AIA (94 táxons) e ACS (70 táxons). Durante o período noturno foi encontrado um maior número de táxons, em comparação com o período diurno, com exceção da ACAS que apresentou um padrão contrário ao das demais massas de água (Tabela 2).

O grupo dos Copepoda foi o mais abundante em todas as massas de água (Figura 5), com uma densidade média de $1.513,66 \text{ ind.m}^{-3}$ ($DP = 5.651,61 \text{ ind.m}^{-3}$) e uma abundância relativa de 97,68% do total do zooplâncton coletado. A este grupo seguiram-se as larvas de Mollusca e Appendicularia, com uma densidade média de $22,24 \text{ ind.m}^{-3}$ ($DP = 86,00 \text{ ind.m}^{-3}$) e $6,07 \text{ ind.m}^{-3}$ ($DP = 15,66 \text{ ind.m}^{-3}$), respectivamente. As larvas de Mollusca foram mais abundantes do que os Copepoda, durante o segundo dia de coleta, na AT no período noturno (Figura 5). Estes grupos somados correspondem a 99,52% do total do zooplâncton coletado.

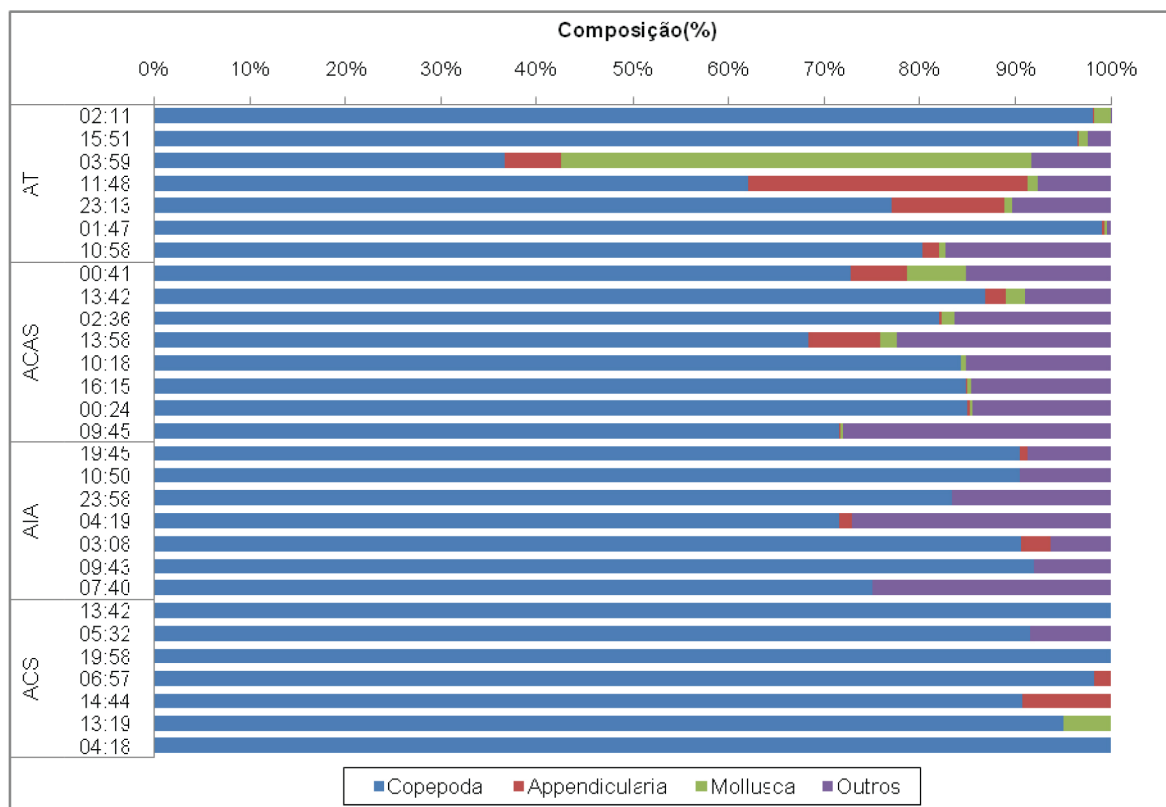


Figura 5 - Abundância (%) dos três grupos mais representativos do mesozooplâncton coletado durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

Analisando todas as massas de água não foram registradas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os períodos diurno e noturno, para os grupos zooplânctônicos mais abundantes (Copepoda, larvas de Mollusca e Appendicularia). As maiores densidades dos principais grupos zooplânctônicos foram registradas durante o período noturno (Copepoda - média = $3327,55 \pm 8249,27 \text{ ind.m}^{-3}$, larvas de Mollusca - média = $49,61 \pm 125,72 \text{ ind.m}^{-3}$ e Appendicularia - média = $12,93 \pm 21,85 \text{ ind.m}^{-3}$), em comparação com o período diurno (Copepoda - média = $39,88 \pm 118,26 \text{ ind.m}^{-3}$, larvas de Mollusca - média = $0,37 \pm 1,14 \text{ ind.m}^{-3}$ e Appendicularia - média = $0,50 \pm 1,51 \text{ ind.m}^{-3}$).

Os Copepoda tiveram 117 táxons, com 81 espécies identificadas. Dentre estes, os mais abundantes foram *Farranula gracilis* ($11.048,18 \text{ ind.m}^{-3}$), *Clausocalanus furcatus* ($8.101,87 \text{ ind.m}^{-3}$), *Oncaea venusta* ($3.448,47 \text{ ind.m}^{-3}$), Calanoida não identificados ($2.678,40 \text{ ind.m}^{-3}$), *Macrosetella gracilis* ($2.645,63 \text{ ind.m}^{-3}$) e *Temora stylifera* ($2.459,42 \text{ ind.m}^{-3}$). Estes táxons somados corresponderam a 69% do total dos copépodes identificados. Houve uma diferenciação na composição das espécies de copépodes dominantes, em relação às massas de água. Nos dois períodos de coleta, nas amostras

coletadas na AT, *Farranula gracilis* (11.046,16 ind.m⁻³) e *C. furcatus* (8.101,23 ind.m⁻³) foram dominantes (Figura 6), constituindo 44% do total dos copépodes identificados. *Oithona setigera* (12,75 ind.m⁻³) e *O. venusta* (8,63 ind.m⁻³) foram mais abundantes na ACAS (Figura 7), constituindo 21% do total dos copépodes. Na AIA, *Rhincalanus cornutus* (0,54 ind.m⁻³) foi a espécie dominante (Figura 8), constituindo 10% do total dos copépodes, enquanto que na ACS, *Conaea rapax* (0,56 ind.m⁻³), *M. gracilis* (0,54 ind.m⁻³) e *Calanoides carinatus* (0,42 ind.m⁻³) foram os copépodes mais abundantes (Figura 9), constituindo 33% do total dos copépodes identificados.

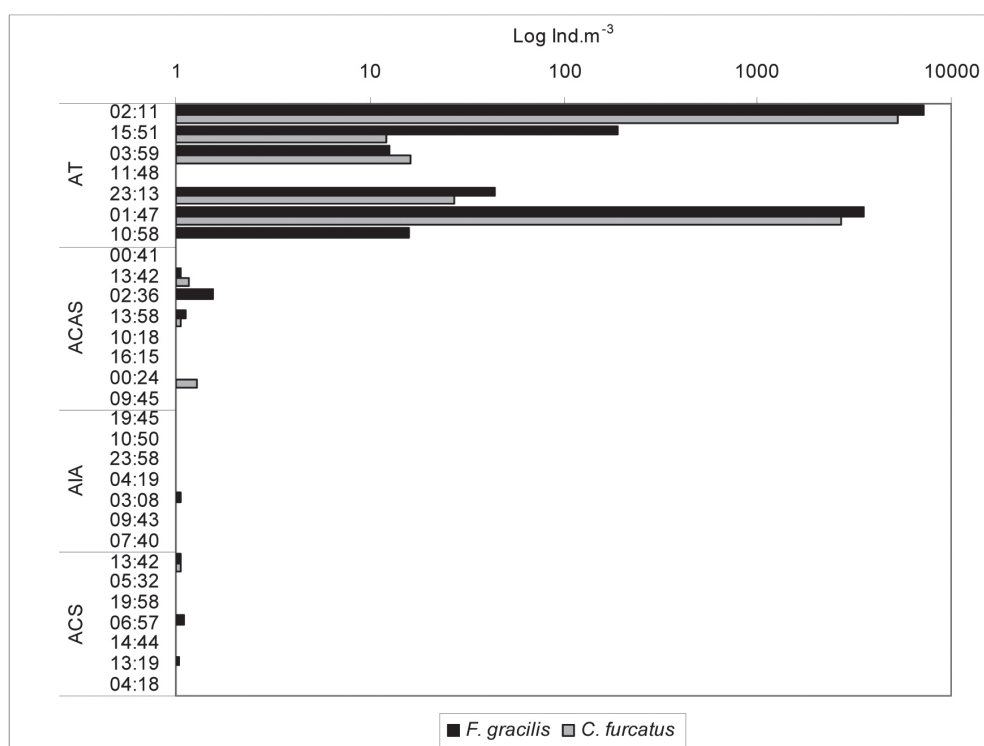


Figura 6 - Densidade de *Farranula gracilis* e *Clausocalanus furcatus* (ind.m⁻³) coletados durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

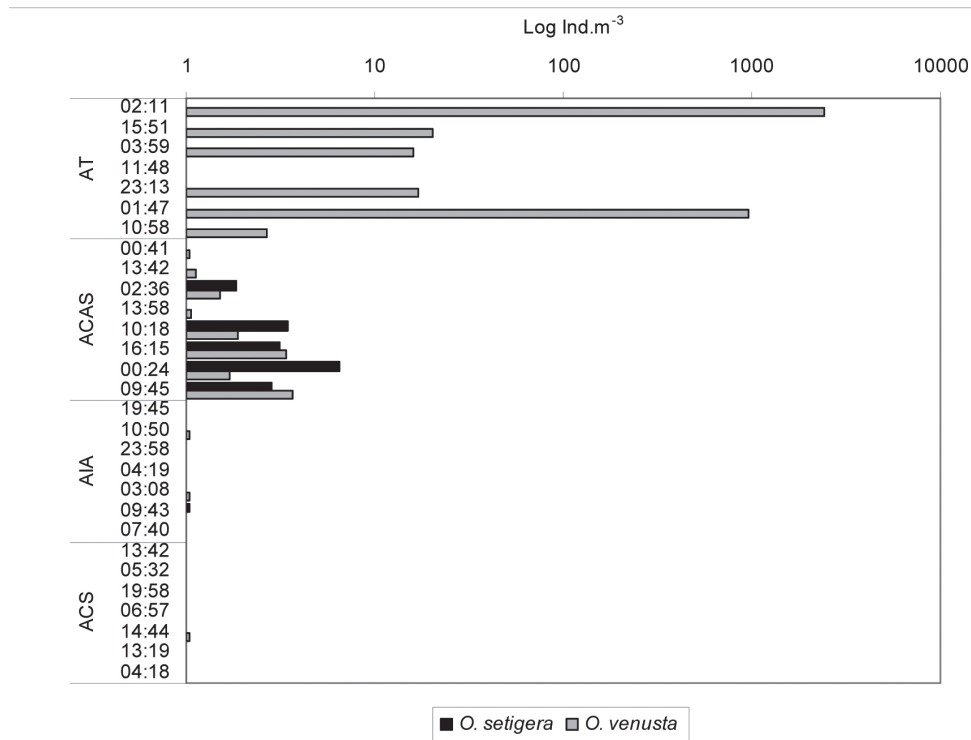


Figura 7 - Densidade de *Oithona setigera* e *Oncaea venusta* (ind.m⁻³) coletados durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

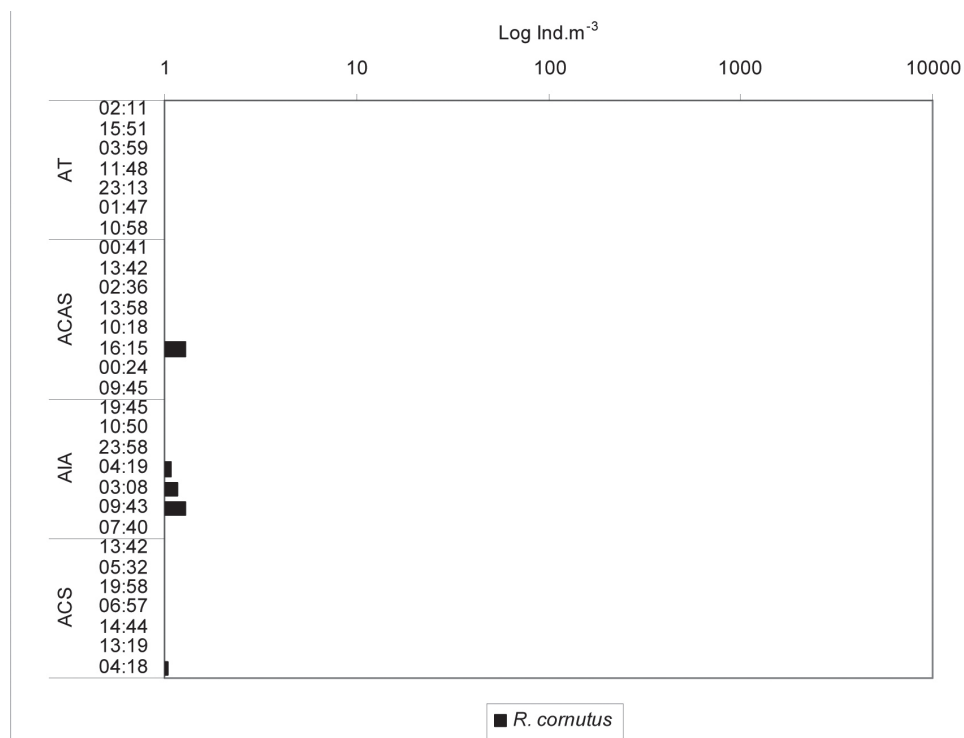


Figura 8 - Densidade de *Rhincalanus comutus* (ind.m⁻³) coletados durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

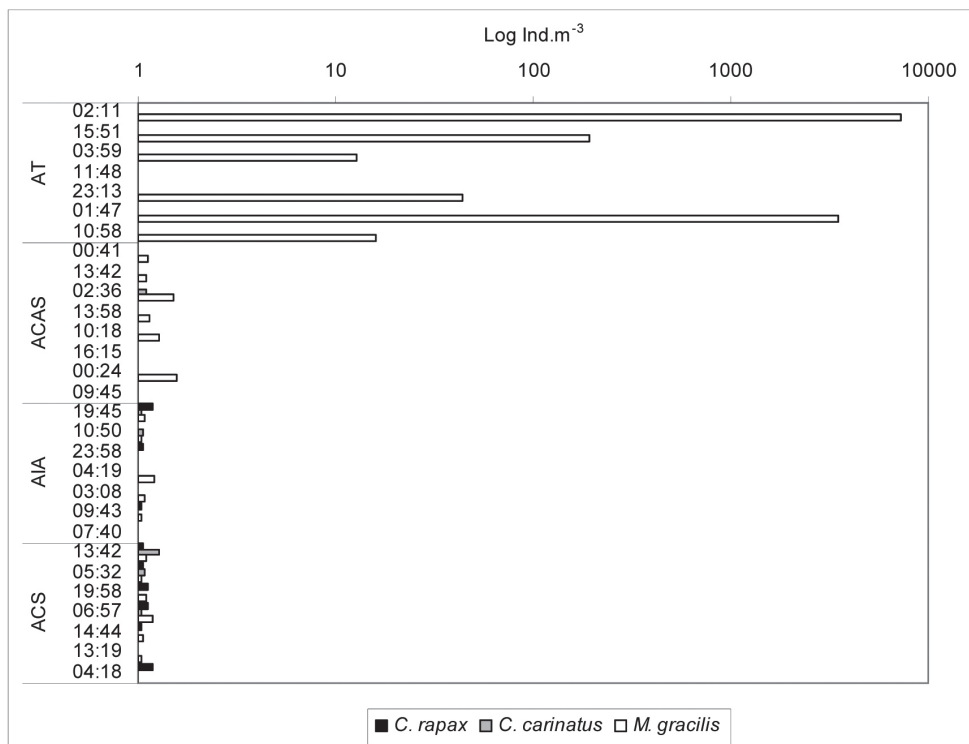


Figura 9 - Densidade de *Conaea rapax*, *Macrosetella gracilis* e *Calanoides carinatus* (ind.m⁻³) coletados durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

As espécies *Farranula gracilis*, *C. furcatus*, *O. venusta*, *M. gracilis* foram encontradas em todas as massas de água, sendo mais abundantes nas amostras da AT, durante o período noturno. Nas demais massas de água foram encontradas com valores inferiores a 4 ind.m⁻³. *Oithona setigera*, *R. cornutus*, *C. carinatus* e *C. rapax* parecem apresentar um padrão de migração vertical limitado as águas mais profundas. *Oithona setigera* foi uma das espécies mais abundantes na ACAS, sendo encontradas em baixa densidade na AIA, nos dois períodos de amostragem. *Rhincalanus cornutus* foi a espécie mais abundante na AIA, sendo encontrado em baixa densidade na ACAS, durante o período diurno, e na ACS, durante o período noturno. Estas espécies não foram amostradas na AT. *Calanoides carinatus*, espécie abundante na ACS, não foi registrada na AT, sendo encontrada em baixa densidade na ACAS, durante o período noturno, e na AIA, nos dois períodos de coleta. *Conaea rapax*, outra espécie abundante na ACS, além desta massa de água, foi registrada apenas na AIA, nos períodos dia e noite, principalmente.

Apesar de *O. venusta* ser uma das espécies mais abundantes na ACAS e *M. gracilis* na ACS, vale a pena ressaltar que a profundidade em que a maioria da po-

pulação dessas espécies reside ($D_{25\%}$) é nas amostras coletadas na AT e que esta profundidade não sofre variações de acordo com o período do dia ou da noite. Em termos gerais, as espécies dominantes nas maiores profundidades são aquelas que residem nas respectivas massas de água onde são mais abundantes, como o caso de *O. setigera* na ACAS ($D_{25\%}$) e para *R. cornutus* na AIA. Já para *C. carinatus* e *C. rapax*, houve uma alteração no padrão de distribuição vertical entre os períodos de coleta. *Conaea rapax* apresentou a $D_{25\%}$ na ACS durante o dia e a $D_{50\%}$ na AIA e ACS durante a noite, enquanto que *C. carinatus* registrou sua $D_{25\%}$ na ACS, durante o dia, e na ACAS, durante a noite.

Entre os grupos frequentes pode-se citar o das Appendicularia, terceiro grupo em termos de dominância, com oito espécies identificadas. Dentre estas, a mais abundante foi *Oikopleura longicauda* (128,77 ind.m⁻³), correspondendo a 73% do total das appendiculáreas identificadas. *Oikopleura longicauda* apresentou sua maior abundância nas amostras coletadas na AT (6,34 ind.m⁻³, durante o dia, e 122,12 ind.m⁻³, durante a noite), apresentando um decréscimo na sua densidade com o aumento da profundidade, nos dois períodos de coleta (Figura 10). Esta espécie não foi registrada na AIA, durante o dia, e na ACS, durante a noite.

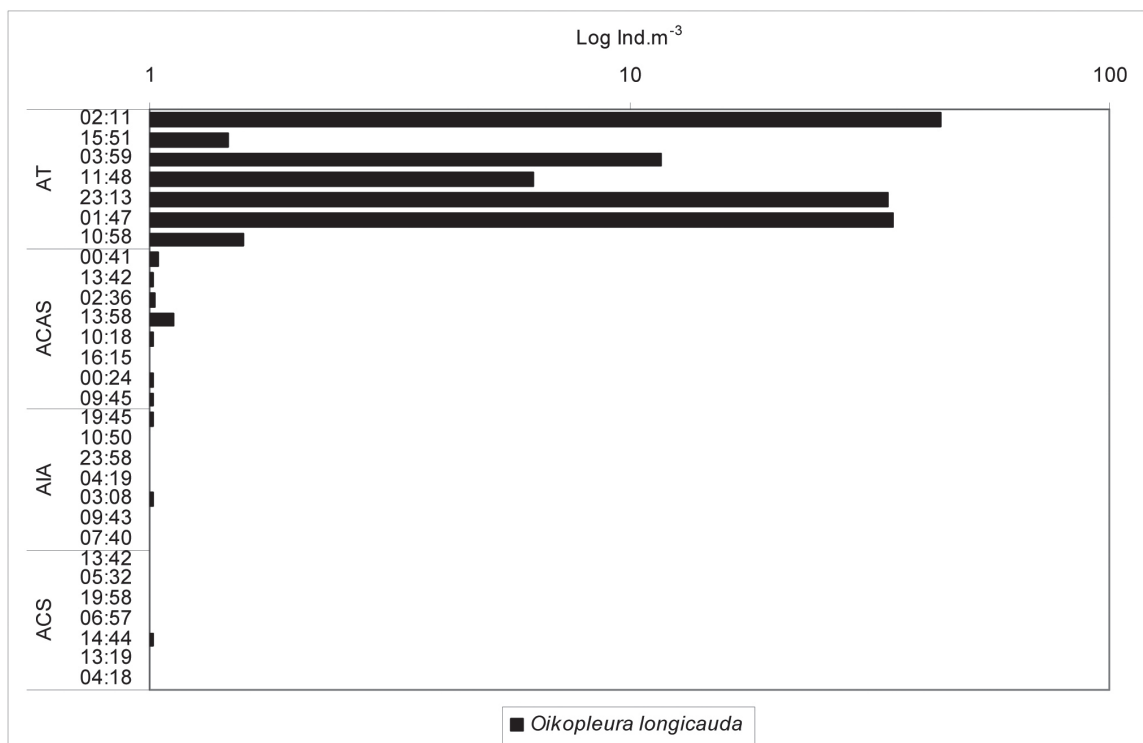


Figura 10 - Densidade de *Oikopleura longicauda* (ind.m⁻³) coletadas durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

O grupo dos Chaetognatha apresentou uma densidade média de 2,52 ind.m⁻³ (DP = 6,23 ind.m⁻³), com um total de dez espécies identificadas. *Parasagitta friderici* (48,99 ind.m⁻³) foi a espécie mais abundante, correspondendo a 67% do total dos chaetognatos identificados. As maiores densidades foram registradas no período noturno (44,41 ind.m⁻³), em comparação com o período diurno (1,33 ind.m⁻³), nas amostras coletadas na AT, apresentando uma diminuição na sua densidade com o aumento da profundidade, nos dois períodos de coleta (Figura 11). Esta espécie não foi registrada na AIA, durante o dia.

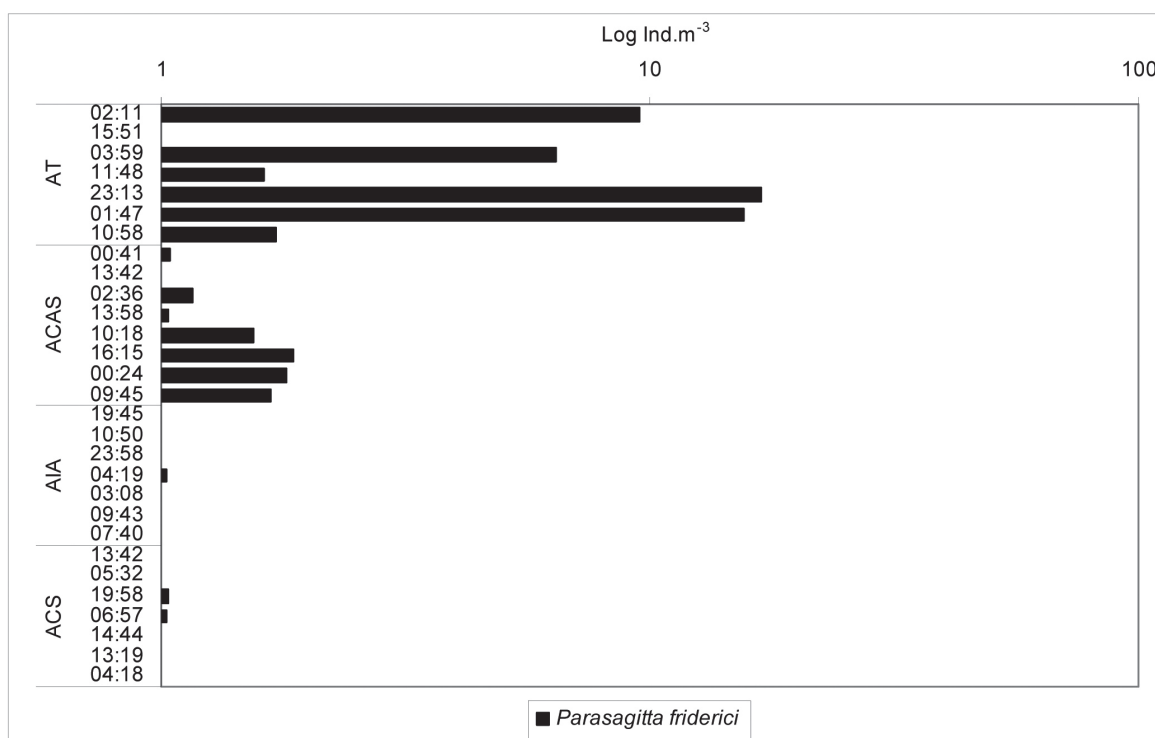


Figura 11 - Densidade de *Parasagitta friderici* (ind.m⁻³) coletados durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

O grupo dos Thaliacea apresentou uma densidade média de 0,24 ind.m⁻³ (D.P.=0,63 ind.m⁻³). Das duas espécies de Doliolidae identificadas, a mais abundante foi *Doliolum nationalis* (5,48 ind.m⁻³), correspondendo a 98% do total dos doliolídeos identificados. Suas maiores densidades foram registradas durante a noite (5,06 ind.m⁻³), em comparação com o período diurno (0,38 ind.m⁻³), nas amostras coletadas na AT, apresentando uma diminuição na sua densidade com o aumento da profundidade (Figura 12). Esta espécie não foi registrada na AIA, durante o dia, nem na ACS, nos dois períodos de coleta. Os Salpida mais abundantes foram *Salpa fusiformis* (0,73 ind.m⁻³) e *Thalia de-*

mocratica (0,44 ind.m⁻³), correspondendo a 83% do total dos salpídeos identificados. *Salpa fusiformis* só foi registrada nas coletas diurnas, na ACAS (0,09 ind.m⁻³), e nas coletas noturnas, nas amostras coletadas na AT (0,61 ind.m⁻³), enquanto que *T. democratica* só foi registrada nas amostras coletadas na AT, nos dois períodos de coleta (0,17 ind.m⁻³, durante o dia, e 0,28 ind.m⁻³, durante a noite) (Figura 13).

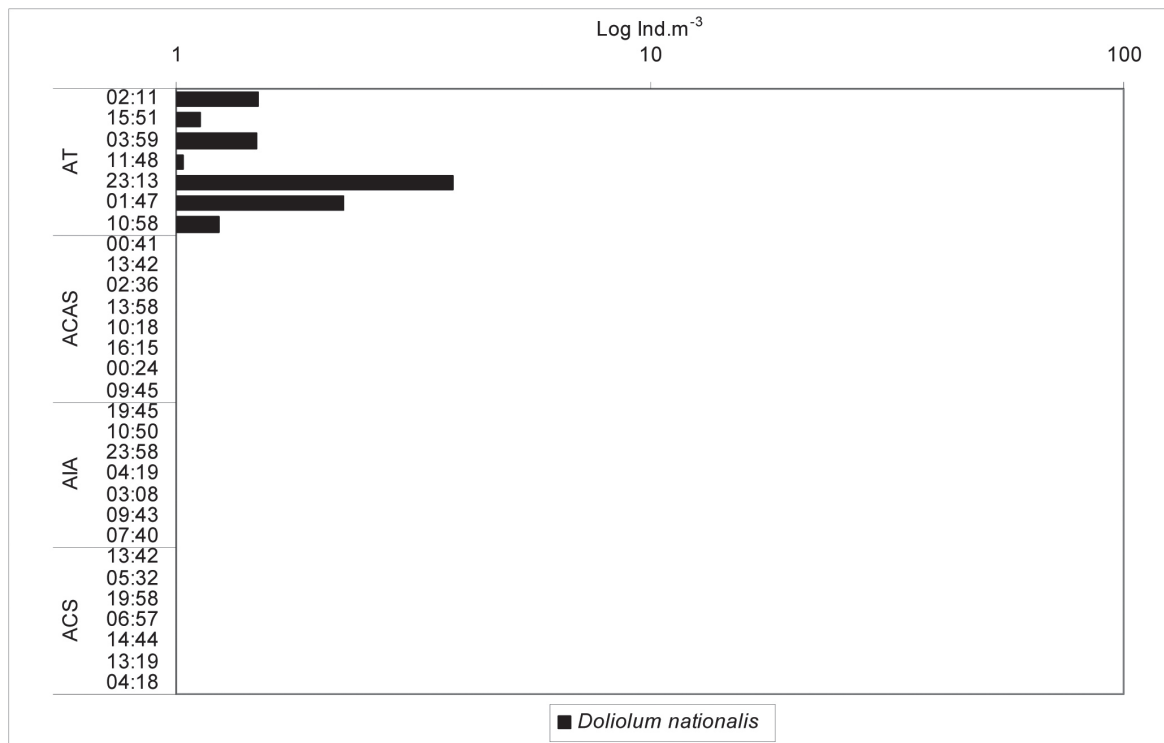


Figura 12 - Densidade de *Doliolum nationalis* (ind.m⁻³) coletados durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

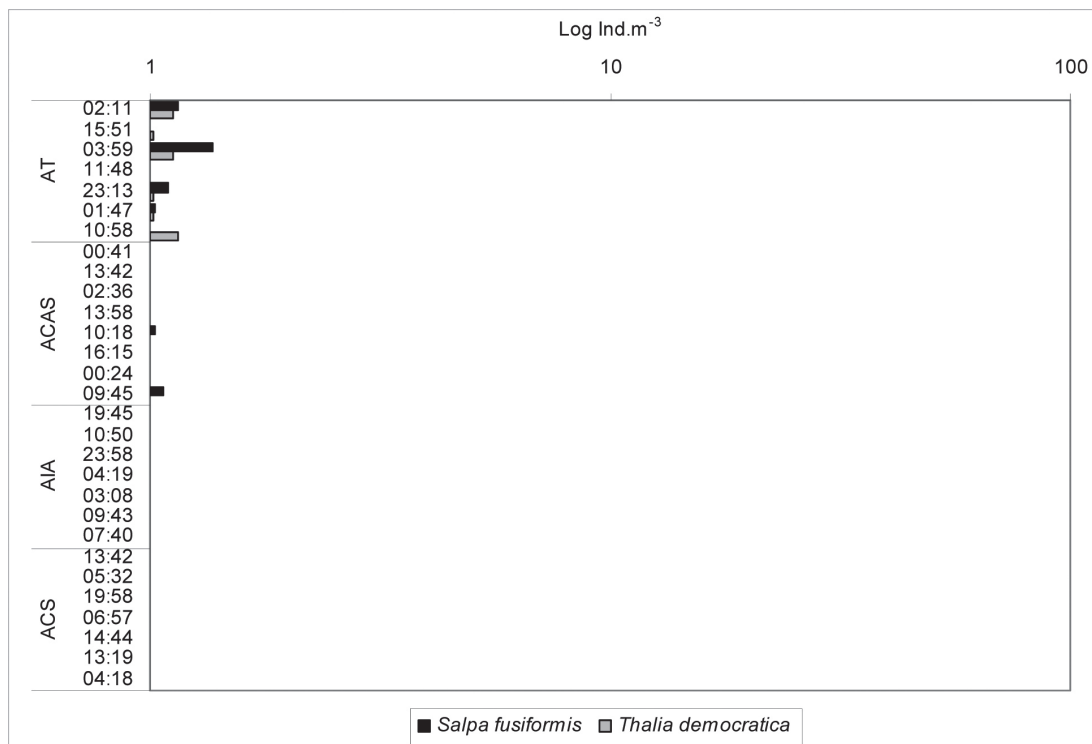


Figura 13 - Densidade de *Salpa fusiformis* e *Thalia democratica* (ind.m⁻³) da malha de 200µm coletadas durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

O grupo dos Euphausiacea apresentou uma densidade média de 0,75 ind.m⁻³ (DP = 2,42 ind.m⁻³), com um total de 11 espécies identificadas. *Euphausia* spp. (13,03 ind.m⁻³), *Euphausia americana* (3,98 ind.m⁻³) e *Nematoscelis atlantica* (1,52 ind.m⁻³) foram os táxons mais abundantes, correspondendo a 86% do total dos eupausiáceos identificados. As maiores densidades de *Euphausia* spp. foram registradas durante o período noturno (12,89 ind.m⁻³), em comparação com o período diurno (0,02 ind.m⁻³), nas amostras da AT, apresentando uma diminuição na sua densidade com o aumento da profundidade, nos dois períodos de coleta. Este táxon não foi registrado na AIA, e nem na ACS, durante a noite (Figura 14). *Euphausia americana* (3,98 ind.m⁻³) e *N. atlantica* (1,52 ind.m⁻³), só foram encontradas durante o período noturno, nas amostras coletadas na AT (Figura 14).

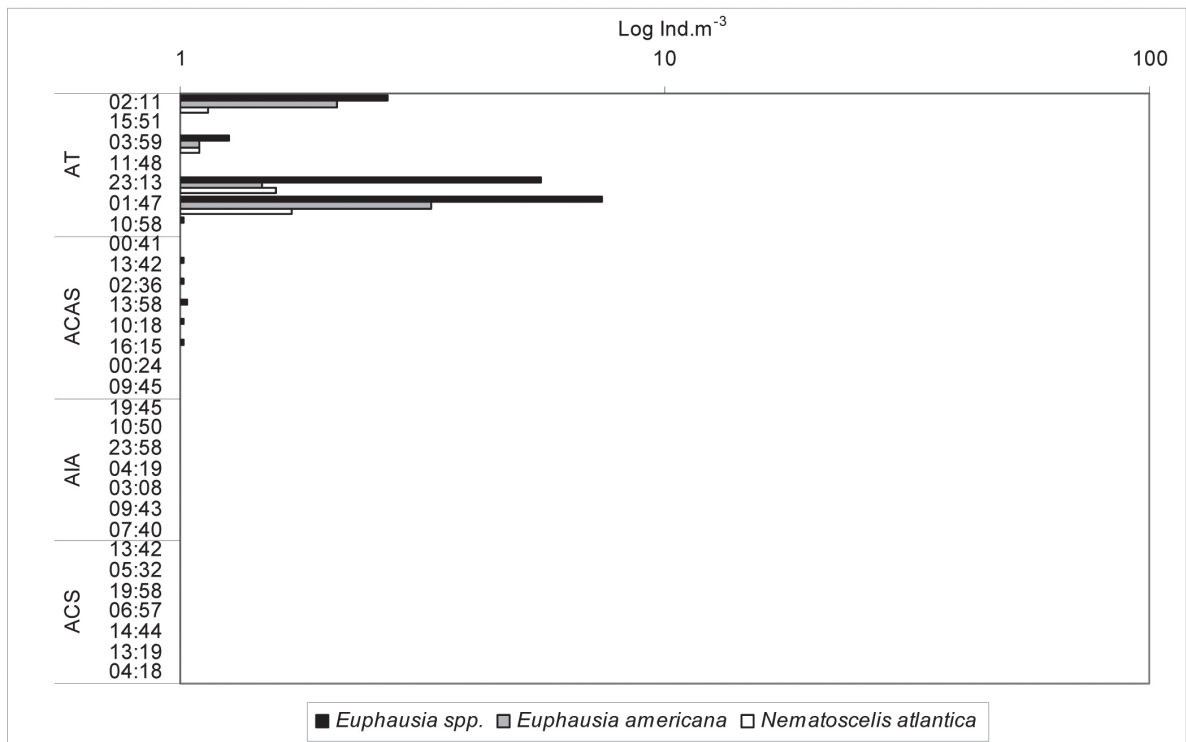


Figura 14 - Densidade de *Euphausia* spp., *Euphausia americana* e *Nematoscelis atlantica* (ind. m⁻³) coletados durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

Em relação aos grupos mesoplanctônicos identificados, a maior riqueza de táxons foi encontrada nas amostras da AT e da ACAS, sofrendo uma diminuição com o aumento da profundidade. O grupo que apresentou maior riqueza nos períodos diurno e noturno foi Copepoda, com o maior número de táxons sendo registrado nas maiores profundidades. A este grupo seguiram-se o das larvas de Decapoda, Appendicularia e Chaetognatha (Tabela 3). Nas amostras coletadas na AT, para todos os grupos identificados, foi encontrado o maior número de unidades taxonômicas nas amostras coletadas durante o período noturno. Na ACAS e na ACS, a maior riqueza foi registrada durante o período diurno (Tabela 3).

Tabela 3 - Número de táxons por grupo do mesozooplâncton coletado durante o dia e a noite nas quatro massas de água. Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

	AT		ACAS		AIA		ACS	
	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite
Branchiopoda	1	1	1	1	0	0	0	0
Copepoda	26	33	53	40	47	58	46	25
Larvas de Decapoda	6	15	0	2	3	1	2	0
Euphausiacea	4	10	3	3	0	0	1	0
Chaetognatha	2	5	6	5	2	2	1	1
Appendicularia	4	7	5	3	0	2	4	0
Doliolida	2	3	1	0	0	0	0	0
Salpida	1	4	1	1	0	1	0	0

Os valores do índice de diversidade apresentaram uma variação entre 2,16 na AIA, durante o dia, a 4,10 nas amostras da AT, durante a noite (Tabela 2). Analisando todas as massas de água, em conjunto, não foram registradas diferenças significativas ($p > 0,05$) nos valores de diversidade entre os dois períodos. Em termos gerais, no período noturno (média = 3,23, DP = 0,52) foram registrados os maiores valores de densidade zooplânctônica quando comparamos com os encontrados no período diurno (média = 2,89, DP = 0,47). Em relação as massas de água, este padrão foi observado nas amostras coletadas na AT e na AIA. Na ACAS e na ACS, os maiores valores foram registrados nas coletas diurnas. Os valores de equitabilidade acompanharam a variação apresentada para os valores de diversidade (Tabela 2).

Foi verificado que a variação da densidade das espécies é um fator importante e que determina as mudanças na comunidade mesozooplânctônica (densidade de espécies do mesozooplâncton para $n=78$). Analisando a estrutura da comunidade do mesozooplâncton verificou-se que o resultado encontrado com a utilização do teste de ANOSIM, para diferentes massas de água (AT, ACAS, AIA e ACS), demonstrou que estas foram separadas por diferentes comunidades do mesozooplâncton e que esta separação é significativamente diferente. Em relação às comunidades mesozooplânctônicas, as amostras coletadas na AT e na ACAS diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre si e daquelas observadas na AIA e ACS, que não se diferenciaram (Tabela 4).

Tabela 4 - Resultado da análise de similaridade (ANOSIM) para a estrutura das comunidades mesozooplânctônicas encontradas nas quatro massas de água. Asteriscos (*) se referem a valores de $p < 0,05$. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

MASSAS DE ÁGUA	R estatístico
AT - ACAS	0,72 *
AT - AIA	1,00 *
AT - ACS	1,00 *
ACAS - AIA	0,55 *
ACAS - ACS	0,62 *
AIA - ACS	0,15

Quinze espécies explicaram 90% da similaridade do grupo de amostras coletadas na AT (teste de SIMPER), a saber, *Farranula gracilis*, *Undinula vulgaris*, *Oncaea venusta*, *Oikopleura longicauda*, *Macrosetella gracilis*, *Oncaea media*, *Clausocalanus furcatus*, *Acrocalanus longicornis*, *Calocalanus pavo*, *Parasagitta friderici*, *Corycaeus speciosus*, *Paracalanus quasimodo*, *Oikopleura fusiformis*, *Nannocalanus minor* e *Flaccisagitta enflata*.

As espécies *Oncaea venusta*, *Oithona setigera*, *Macrosetella gracilis*, *Parasagitta friderici*, *Triconia conifera*, *Haloptilus longicirrus*, *Temoropia mayumbaensis*, *Oikopleura longicauda*, *Corycaeus lautus*, *Scaphocalanus curtus* e *Lucicutia flavicornis* explicaram 90% da similaridade do grupo de amostras na ACAS (teste de SIMPER).

As assembleias zooplânctônicas da AIA e ACS foram separadas, principalmente, por apresentarem ausência ou baixas densidades de *Farranula gracilis*, *Clausocalanus furcatus*, *Oncaea venusta*, *Oithona setigera* e *Triconia conifera*, e maiores valores de densidade e a ocorrência de *Rhincalanus cornutus*, *Macrosetella gracilis*, *Conaea rapax* e *Calanoides carinatus*.

Em relação ao período de coleta (dia e noite), a utilização do teste de ANOSIM demonstrou que as amostras coletadas na AT, nos dois períodos de coleta (dia e noite), diferiram significativamente ($p < 0,05$) daquelas observadas nas demais massas de água (Tabela 5). As espécies *Farranula gracilis*, *Clausocalanus furcatus*, *Oncaea venusta*, *Oikopleura longicauda*, *Macrosetella gracilis*, *Paracalanus quasimodo*, *Undinula vulgaris*, *Nannocalanus minor*, *Parasagitta friderici*, *Oncaea media*, *Corycaeus speciosus*, *Acrocalanus longicornis*, *Flaccisagitta enflata*, *Oikopleura fusiformis*, *Calocalanus pavo*, *Scolecithrix danae* e *Oikopleura rufescens* explicaram 90% da similaridade do grupo de amostras coletadas na AT, durante a noite (teste de SIMPER), enquanto que *Undinula vulgaris*, *Farranula gracilis*, *Calocalanus pavo*, *Oikopleura longicauda*, *Oncaea media*,

Oncaea venusta, *Acrocalanus longicornis*, *Parasagitta friderici* e *Macrosetella gracilis*, explicaram 90% da similaridade do grupo de amostras da AT, durante o dia.

Tabela 5 - Resultado da análise de similaridade (ANOSIM) para a estrutura das comunidades mesozooplânctônicas encontradas durante o dia e a noite, nas quatro massas de água. Asteriscos (*) se referem a valores de $p < 0,05$. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

MASSAS DE ÁGUA	R estatístico
AT NOITE, AT DIA	0,54 *
ACAS NOITE, ACAS DIA	-0,11
AIA NOITE, AIA DIA	0,17
ACS DIA, ACS NOITE	0,22

2 – Ictioplâncton

Os valores de biomassa foram mais elevados durante a noite na maioria das massas de água com exceção da AIA e da ACS, onde os valores durante o dia foram um pouco mais elevados (Tabela 6). Na AT foram registrados os maiores valores de biomassa reduzindo muito com o aumento da profundidade nos dois períodos do dia (Figura 15). Essas diferenças de biomassa observadas entre o dia e a noite não foram significativas ($p > 0,05$), enquanto que entre as massas de água AT, ACS e AIA houve diferença significativa. A biomassa registrada na AT não foi significativamente diferente do valor obtido na ACAS ($p > 0,05$).

A maior densidade média de ovos foi registrada no período diurno nas amostras obtidas na AT (Figura 16), e nas massas de água AIA e ACS não foram coletados ovos de peixes (Tabela 6). Apesar da diferença observada entre os períodos diurno e noturno esta não foi significativa ($p > 0,05$). Observou-se uma redução significativa ($p < 0,05$) da densidade de ovos de peixes com o aumento da profundidade e a massa de água AT foi diferente das demais.

As densidades médias de larvas de peixes foram mais elevadas durante a noite (Tabela 6) e nas camadas superiores da coluna de água, principalmente na AT (Figura 17). Entretanto, essa diferença nictemeral não foi significativa ($p > 0,05$) havendo apenas diferenças significativas entre as massas de água AT-ACAS ($p < 0,05$) e AT-ACS ($p < 0,05$).

Tabela 6 - Número de amostras (N), valores médio, mínimo e máximo de biomassa planctônica ($g.100 m^{-3}$), de densidade de ovos (ovos. $100 m^{-3}$) e de larvas de peixes (larvas. $100 m^{-3}$), número de táxons de larvas de peixes coletadas durante o dia e a noite, nas quatro massas de água.

	Dia	Noite
AT		
N	4	4
Biomassa Média (mínimo-máximo)	2,98 0,30-6,11	10,10 6,12-18,13
Densidade Média de ovos (mínimo-máximo)	11,59 0-16,89	6,94 1,88-18,98
Densidade Média de larvas (mínimo-máximo)	6,12 0-13,85	34,99 25,63-51,85
No de táxons de larvas	8	18
ACAS		
N	5	3
Biomassa Média (mínimo-máximo)	0,64 0,36-1,29	0,91 0,63-1,41
Densidade Média de larvas (mínimo-máximo)	0,50 0-1,46	1,51 0-3,70
No de táxons de larvas	2	2
AIA		
N	4	4
Biomassa Média (mínimo-máximo)	0,47 0,18-0,85	0,43 0,26-0,76
Densidade Média de larvas (mínimo-máximo)	1,89 0-4,67	2,43 0,88-5,31
No de táxons de larvas	6	3
ACS		
N	5	3
Biomassa Média (mínimo-máximo)	0,57 0,41-0,84	0,49 0,33-0,80
Densidade Média de larvas (mínimo-máximo)	0,57 0-1,16	- -
No de táxons de larvas	1	-

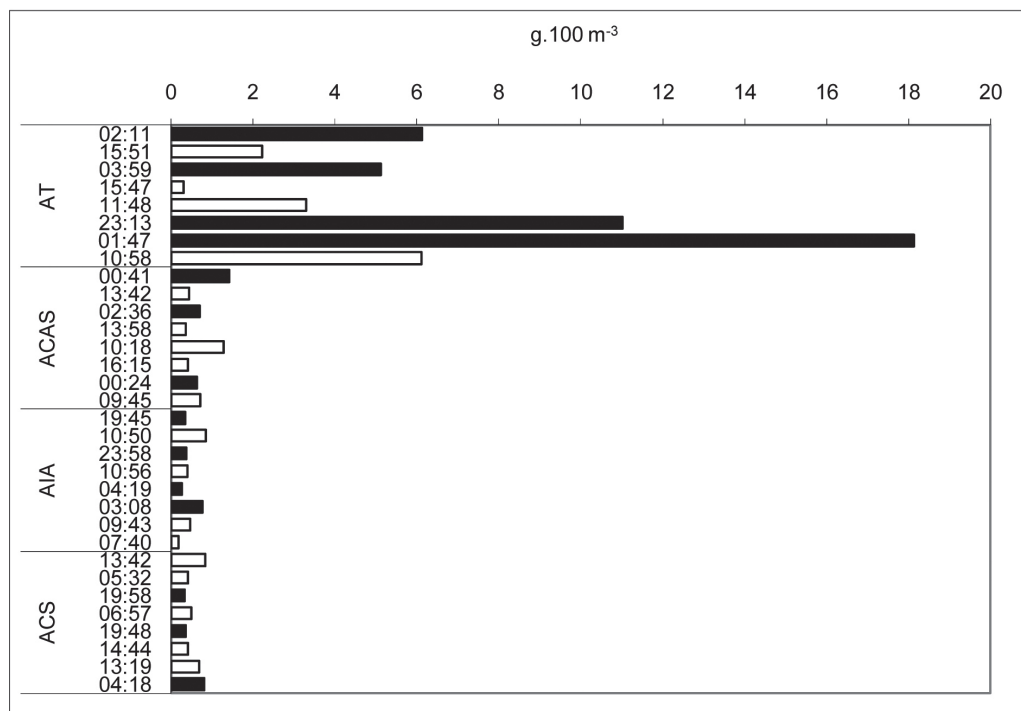


Figura 15 - Valores de biomassa (g.100 m^{-3}) das amostras coletadas durante o dia (branco) e a noite (preto), nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

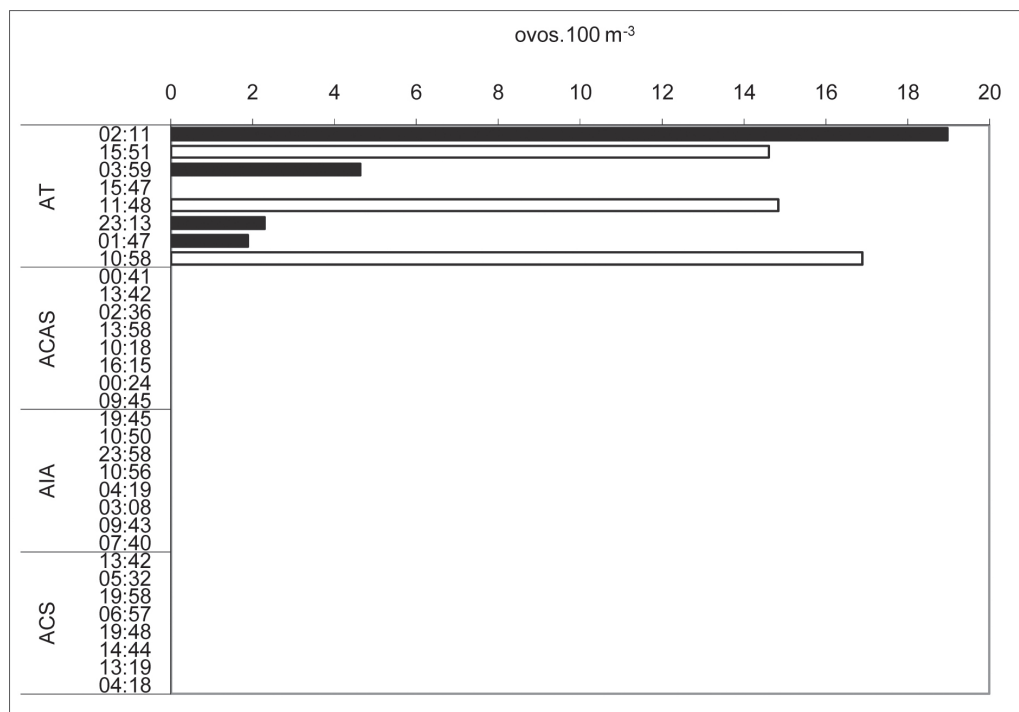


Figura 16 - Densidade de ovos de peixes (ovos.100 m^{-3}) das amostras coletadas durante o dia (branco) e a noite (preto), nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

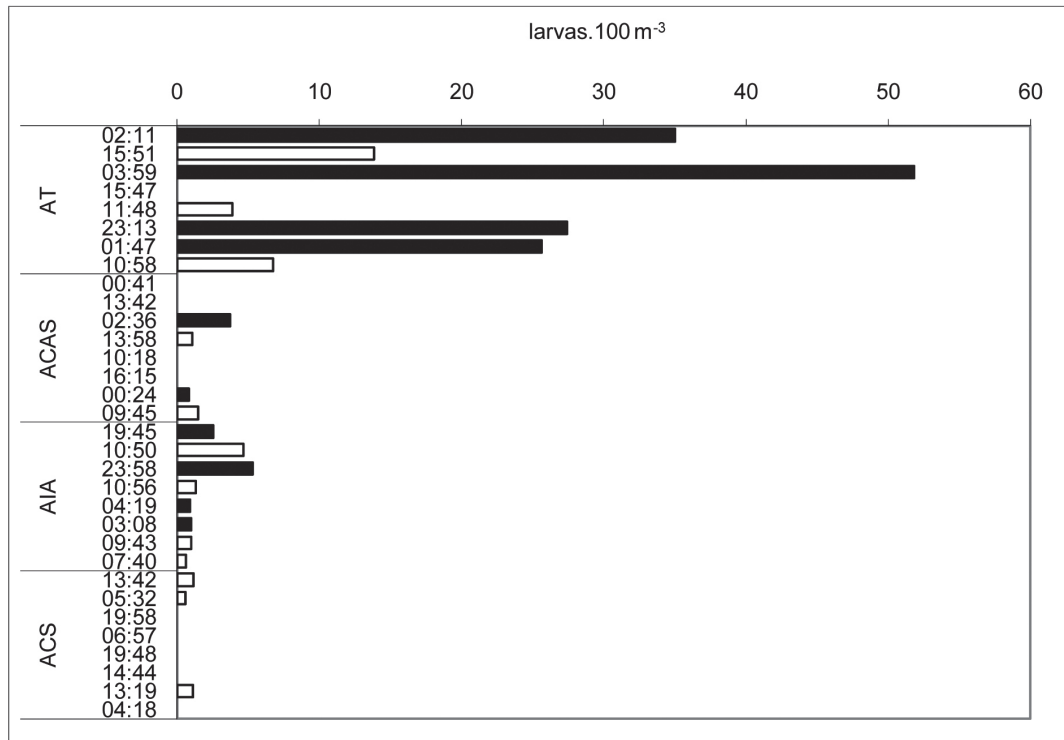


Figura 17 - Densidade de larvas de peixes (larvas. 100 m⁻³) das amostras coletadas durante o dia (branco) e a noite (preto), nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

Entre os ovos de peixes coletados foi possível identificar quatro ovos de Anguilliformes e um de Beloniformes durante as coletas noturnas. Os demais ovos coletados permaneceram não identificados.

Foi registrado um total de 25 táxons de larvas de peixes nos dois períodos de coleta e em todas as massas de água. Na AT foi coletado o maior número de táxons de larvas principalmente no período noturno (Tabela 6). Na ACAS e na AIA essa diferença não foi acentuada, enquanto que na ACS foram identificados mais táxons durante o dia (Tabela 6).

As larvas da família Myctophidae (*Diaphus* spp., *Myctophum* sp., *Lepidophanes guentheri*, *Lepidophanes gaussi*) foram as mais abundantes representando 56% do total identificado, seguidas das famílias Scombridae (*Thunnus* sp.) e Gonostomatidae (*Cyclothone* spp., *Cyclothone acclinidens*, *Cyclothone braueri*, *Cyclothone pseudopallida*), contribuindo com 16 e 11%, respectivamente.

A família Myctophidae foi mais representativa na AT (Figura 18), contribuindo com 17% durante o dia e 70% durante a noite, das larvas identificadas nesse compartimento. Larvas de *Diaphus* spp. foram registradas na AT e na ACAS, enquanto *Myctophum*

sp. ocorreu apenas na ACAS (Figura 18). Larvas de mictofídeos foram registradas em todas as massas de água com exceção da ACS (Figura 18).

As larvas de Scombridae ocorreram apenas na AT, enquanto representantes da família Gonostomatidae foram registradas na AT, AIA e ACS, tanto a noite quanto de dia (Figura 19). Na ACAS não foram registradas larvas dessas duas famílias (Figura 19). Na AT os escombrídeos foram mais representativos nas amostras noturnas em relação às diurnas, contribuindo com 20% e 16%, respectivamente. As larvas de Gonostomatidae foram mais relevantes na AIA (35% de dia e 65% à noite) e ACS (67% de dia e 33% à noite).

As demais famílias identificadas ocorreram na grande maioria na AT, com exceção de larvas de Sternoptychidae que ocorreram na ACAS à noite e na AIA de dia, Vinciguerria poweriae (Phosichthyidae) na ACAS de dia e Syngnathidae na AIA de dia (Figura 20). Entre as outras famílias registradas na AT, a mais representativa foi Dactylopteridae (*Dactylopterus volitans*) que contribuiu com 49% das larvas identificadas durante o dia nesse compartimento.

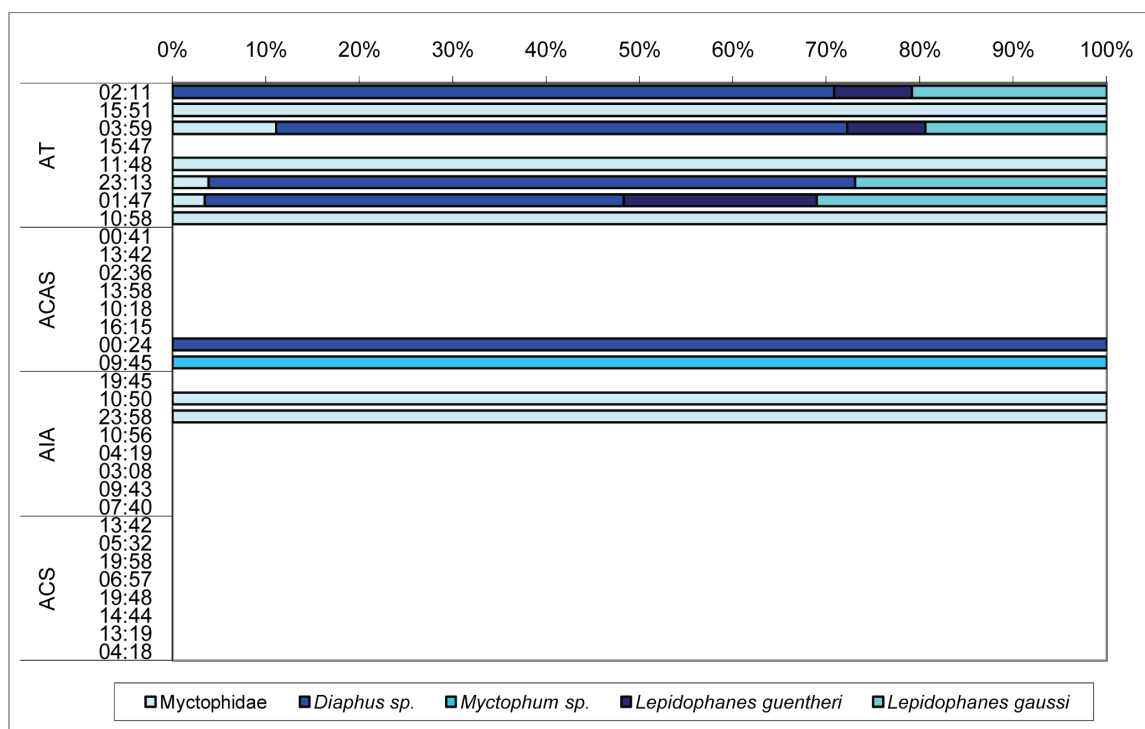


Figura 18 - Densidade de larvas (larvas.100 m⁻³) da família Myctophidae das amostras coletadas nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

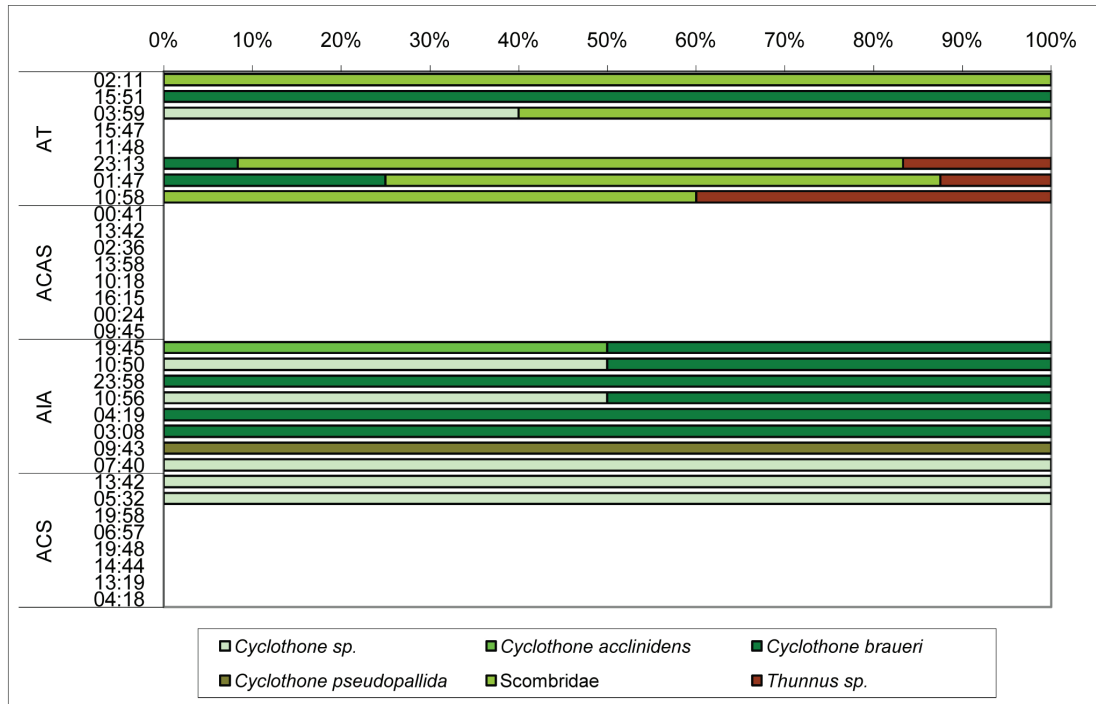


Figura 19 - Densidade de larvas (larvas.100 m⁻³) das famílias Gonostomatidae (*Cyclothone sp.*, *C. acclinidens*, *C. braueri*, *C. pseudopallida*) e Scombridae (*Thunnus sp.*) das amostras coletadas nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

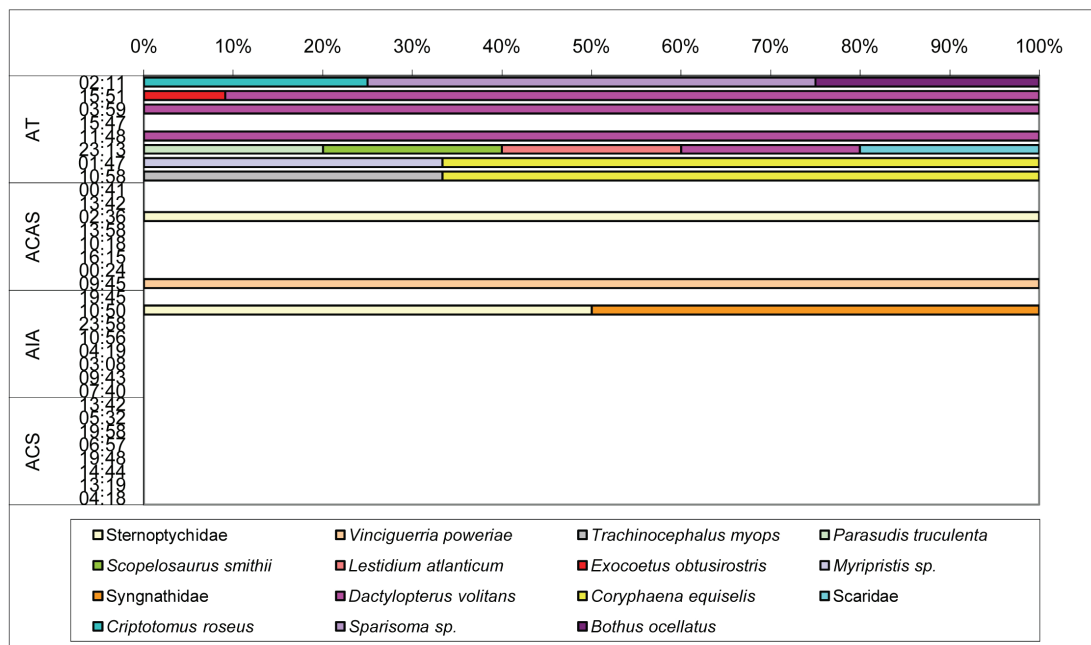


Figura 20 - Densidade de larvas (larvas.100 m⁻³) das demais famílias das amostras coletadas nas quatro massas de água. Massas de água: Água Tropical – AT; Água Central do Atlântico Sul – ACAS; Água Intermediária Antártica – AIA; Água Circumpolar Superior – ACS.

Analisando as assembleias de larvas de peixes em cada massa de água durante os períodos diurno e noturno através do ANOSIM observou-se variação significativa apenas entre as assembleias identificadas na AT (Tabela 7). De acordo com a análise de similaridade percentual (SIMPER) três táxons de larvas de peixes contribuíram com pelo menos 90% para a formação da assembleia de larvas na AT durante a noite: *Diaphus* spp. (50%), *Lepidophanes gaussi* (34%) e *Lepidophanes guentheri* (11%). Nesse mesmo compartimento durante o período diurno a assembleia de larvas foi formada principalmente pela espécie *Dactylopterus volitans* (100%). A separação entre as assembleias na AT durante os dois períodos estudados foi influenciada pela presença exclusiva de *Diaphus* spp., *L. gaussi*, *L. guentheri* e *Sparisoma* spp. durante a noite e de *Trachinocephalus myops* e *Exocoetus obtusirostris* nas amostras diurnas. A alta abundância de *D. volitans* durante o dia também contribuiu para a separação das assembleias. Na AIA a espécie *Cyclothone braueri* contribuiu com 100% tanto de dia quanto a noite.

Tabela 7 - Resultado da análise de similaridade (ANOSIM) para as assembleias de larvas de peixes (500 µm) encontradas nas massas de água AT, ACAS e AIA, durante o dia e a noite. Asterisco (*) se refere a valores de $p < 0,05$.

MASSAS DE ÁGUA	R estatístico
AT NOITE, AT DIA	0,648*
ACAS NOITE, ACAS DIA	0,00
AIA NOITE, AIA DIA	0,389

Discussão

Em termos gerais, a maioria da comunidade zooplânctônica (micro e mesozooplâncton) encontrou-se concentrada na camada superficial da coluna de água (AT), durante o período noturno, sofrendo uma redução na sua abundância com o aumento da profundidade, o que parece demonstrar a ocorrência do padrão clássico de migração vertical. Regiões oceânicas tropicais apresentam como regra uma baixa produtividade primária (Thurman e Burton, 2001). Nas águas oligotróficas do Atlântico Tropical, a maioria da comunidade zooplânctônica se concentra em torno dos 100 m de profundidade. Este fato pode ser uma adaptação para conservar a energia por causa da pequena quantidade de alimento disponível nas camadas superficiais (Neumann-Leitão *et al.*, 2008).

Entretanto, no presente estudo, apesar dos maiores valores de biomassa, densidade e diversidade zooplânctônica terem sido registrados para a camada superficial,

durante o período noturno, não foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) para estes parâmetros, entre as coletas realizadas durante os dois períodos de amostragem. Resultado semelhante foi encontrado por Neumann-Leitão *et al.*, (2008) na região nerítica e oceânica do estado do Rio Grande do Norte e por Champalbert *et al.* (2005) em uma área oceânica tropical na costa oeste africana. A distribuição dos organismos que apresentam migração vertical, de uma maneira geral está de acordo com a hipótese da mudança na luminosidade solar induzir a migração. Os organismos que possuem um comportamento diferente do esperado, provavelmente estão sob a influência de outros fatores, tais como a distribuição do alimento e a estratificação térmica e de oxigênio (Previatelli *et al.*, 2005). Além deste fato, a migração vertical pode ser detectada ou não, dependendo das condições ambientais ou dos métodos de amostragem utilizados (horário de coleta ou intervalo entre as amostragens (Pearre Jr., 1979).

Os copépodes representaram cerca de 60 a 90% do total dos organismos do micro e mesozooplâncton, respectivamente. O padrão de dominância dos copépodes foi confirmado no presente estudo, demonstrando a importância do grupo na transferência de energia entre os níveis da teia trófica. No microzooplâncton, os pequenos copépodes (< 1mm de comprimento), como adultos e copepoditos da ordem Calanoida; representantes dos gêneros *Oithona*, *Oncaea* e *Microsetella*; e náuplios de quase todas as espécies de copépodes foram bem representados na camada superficial. Turner (2004) ressaltou a importância dos pequenos copépodes planctônicos nas teias alimentares marinhas pelágicas, e da utilização de técnicas adequadas (redes de malha de 100 μm ou inferior) para a sua amostragem. A menor dominância dos copépodes no microzooplâncton, nas massas de água mais profundas (AIA e ACS), deve-se a abundância dos protozoários (radiolários e foraminíferos). Boltovskoy (1981) reportou a maior representatividade dos radiolários em massas de água profundas.

A maioria das espécies zooplânctônicas abundantes encontradas no presente estudo são consideradas epi- ou mesopelágicas, oceânicas e com grande distribuição em águas tropicais e subtropicais dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve *et al.*, 1999). Dentre os copépodes, podemos citar as espécies *F. gracilis*, *C. furcatus* (amostras coletadas na AT), *O. venusta*, *O. setigera* (ACAS), *R. cornutus* (AIA), *M. gracilis*, *C. carinatus* e *C. rapax* (ACS) como dominantes dentro das suas respectivas massas de água. As espécies *P. friderici* (quetognato), *O. longicauda* (apendiculária), *S. fusiformis* e *T. democratica* (salpas), *D. nationalis* (doliolídeo), *E. americana* e *N. atlantica* (eufausiáceos) foram as mais representativas dos seus res-

pectivos grupos em todas as massas de água, principalmente na camada superficial. A maioria das espécies encontrada durante a coleta nictemeral é comum em regiões oceânicas, como na costa leste (Lopes *et al.*, 1999; Bonecker, 2006; Lopes *et al.*, 2006; Dias *et al.*, 2010) e nordeste (Cavalcanti e Larrazábal, 2004) do Brasil.

Das espécies de copépodes abundantes na AT, *F. gracilis* e *C. furcatus* são consideradas epipelágicas e com preferência por águas oceânicas (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve *et al.*, 1999; Dias e Araujo, 2006). Segundo Bradford-Grieve *et al.* (1999), *F. gracilis* pode ser considerada uma espécie indicadora de águas oceânicas, enquanto *C. furcatus* tem preferência por águas quentes e é a espécie da família Clausocalanidae com a maior tolerância a altas temperaturas (Cornils *et al.*, 2007). Estas espécies também foram consideradas representativas na AT, por Dias *et al.* (2010) para a área da Bacia de Campos.

Na ACAS, *O. venusta* e *O. setigera* foram as mais representativas. *O. venusta* é considerada uma espécie epipelágica, sendo geralmente encontrada em águas oceânicas. Apresenta ampla distribuição em águas tropicais e subtropicais nos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico e no Mar Vermelho. No Brasil já foi encontrada nas costas Nordeste, Central e Sul (Dias e Araujo, 2006). No estudo de Dias *et al.* (2010), para a mesma área, essa espécie foi a mais representativa nas massas de água AT e ACAS. *Oithona setigera* é uma espécie considerada epipelágica, encontrada em águas neríticas, costeiras e oceânicas. Apresenta ampla distribuição em águas tropicais e subtropicais nos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico. No Brasil, esta espécie já foi encontrada nas costas Norte, Central e Sul (Dias e Araujo, 2006). Dias *et al.* (2010) registrou esta espécie como abundante na ACAS.

Rhincalanus cornutus foi a espécie de copépode mais representativa da AIA. Esta espécie é considerada epipelágica, sendo encontrada em águas tropicais, oceânicas de águas quentes do Atlântico (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve *et al.*, 1999). Esta espécie teve sua ocorrência assinalada para AIA e APAN por Dias *et al.* (2010).

As espécies *M. gracilis*, *C. carinatus* e *C. rapax* foram as mais representativas para a ACS. *Macrosetella gracilis* é considerada epibentônica, sendo encontrada em águas oceânicas, associada a uma cianofícea planctônica *Oscillatoria* (*Trichodesmium*) spp., da qual se alimenta quando adulto e serve de substrato para juvenis (Björnberg, 1981; Bottger-Schnack e Schnack, 1989; Bradford-Grieve *et al.*, 1999). Pelo que observado no presente estudo, a distribuição de *M. gracilis* não se restringiria a zona epipelágica, uma vez que a ocorrência dessa espécie em águas profundas já tinha sido registrada,

por Dias *et al.* (2010) em todas as massas de água amostradas na Bacia de Campos (AT, ACAS, AIA e APAN) e por Bottger-Schnack e Schnack (1989) na região norte do Mar Vermelho, até a profundidade de 1.650 m. *Calanoides carinatus* é uma espécie oceânica característica de ambiente mesopelágico e é considerada indicadora do fenômeno de ressurgência em áreas costeiras (Dias e Araujo, 2006; Monteiro-Ribas *et al.*, 1979). Essa espécie também foi registrada como a mais abundante na AIA no estudo de Dias *et al.* (2010). *Conaea rapax* (ACS), de acordo com Boltovskoy (1981), é considerada mesopelágica, sendo encontrada entre 500 e 1.000 m de profundidade.

No estudo de Dias *et al.* (2010), com exceção de *R. cornutus* e *C. rapax*, as espécies abundantes encontradas no presente estudo também foram as mais representativas na Bacia de Campos.

Outras espécies foram as mais abundantes dos seus respectivos grupos em todas as massas de água amostradas na região. *Parasagitta friderici* é a espécie mais comum e bem representada nas baías e enseadas da costa Sudeste brasileira. Embora prefira baixas salinidades próximas à costa, é capaz de tolerar salinidades oceânicas (Mc Lelland, 1980).

Oikopleura longicauda é a espécie de Appendicularia mais comum, encontrada em águas costeiras e oceânicas (Esnal, 1981; Bonecker e Carvalho, 2006) e picos de abundância dessa espécie estão relacionados com áreas de ressurgência (Campos, 2000).

Salpa fusiformis é considerada euritérmica e é freqüente em regiões oceânicas. É uma espécie amplamente distribuída, ocorrendo de 70°N até 55°S, tendo a sua distribuição limitada ao sul pela convergência subtropical. No Atlântico Sul, junto com *Thalia democratica* e *Iasis zonaria*, é uma das mais freqüentes e abundantes. *Thalia democratica* é uma espécie característica de águas tropicais (Bonecker e Quintas, 2006a) e segundo Resgalla Jr. *et al.* (2004) apresenta uma atividade alimentar tanto em camadas superficiais como em estratos mais profundos ou subsuperficiais (Bonecker e Quintas, 2006a). *Doliolum nationalis* apresenta uma ampla distribuição para costa brasileira tanto em regiões costeiras quanto oceânicas (Bonecker e Quintas, 2006b).

Euphausia americana, junto com *Euphausia krohni*, *Euphausia eximia* e *Euphausia tenera*, são espécies que melhor caracterizam a província tropical, ou seja, latitudes inferiores a 25° (Gibbons *et al.*, 1999). Em relação ao Atlântico Sul Ocidental, particularmente ao largo do Brasil, existem diferentes ambientes físico-químicos. No entanto, de uma forma geral, é possível sugerir a seguinte seqüência de dominância de espécies:

E. americana (Freire, 1988; 1991) e *Euphausia similis* (Lansac Tôha, 1981), ambas acompanhadas de *Stylocheiron carinatum*. *Euphausia americana* foi encontrada na costa sul do Brasil, por Lopes *et al.* (2006), assim como no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Brandão, 2007), sendo uma das espécies mais abundantes no Golfo do Cariaco, Venezuela, que apresentava salinidade entre 36 e 37 ‰ (Legaré, 1961). Esta espécie vive próxima a superfície, mas foi encontrada em grandes profundidades (Marine Species Identification Portal, 2011a). *Nematoscelis atlantica* é considerada uma espécie subtropical-tropical no Atlântico e subtropical nos oceano Pacífico e Índico (Antezana e Brinton, 1981). Os adultos localizam-se, na maior parte, abaixo dos 250 m de profundidade durante o dia, e acima dessa profundidade na noite. A maioria dos imaturos e das larvas localiza-se acima de 50 m, de dia e de noite (Marine Species Identification Portal, 2011b).

Em relação à distribuição do mesozooplâncton ao longo da coluna de água, houve diferença vertical na distribuição das espécies integrantes dos diferentes grupos zooplanctônicos. A estrutura da comunidade das massas de água AT e ACAS diferiu entre si e daquelas observadas na AIA e ACS, que não se diferenciaram. Essas diferenças se devem a alternância das espécies dominantes, principalmente de Copepoda, nas diferentes massas de água, assim como à alteração na composição, densidade e, em alguns casos, dominância das espécies nos grupos mesozooplanctônicos com menor representatividade. Silveira (2007) utilizou parâmetros abióticos para diferenciar a massa de água ACS da AIA. No presente estudo, a comunidade mesozooplanctônica não refletiu esta diferenciação, não apresentando comunidades diferentes. A composição do zooplâncton pode ter sido influenciada pelos padrões similares de circulação nas duas massas de água (Stramma e England, 1999).

Em relação ao período de coleta, apenas as comunidades das massas de água AT, nos períodos diurno e noturno, apresentaram uma diferenciação, principalmente devido a maior abundância dos pequenos copépodes (*F. gracilis*, *C. furcatus* e *Paracalanus quasimodo*) e pela presença de *Nannocalanus minor*, durante o período noturno.

Algumas espécies zooplanctônicas, que foram encontradas em todas as massas de água, como por exemplo, os pequenos copépodes *F. gracilis*, *C. furcatus* e *O. venusta*, e a apendiculária *O. dioica*, exibiram um padrão clássico de migração vertical: apresentaram o máximo da densidade populacional na camada superior durante a noite. Umas parecem apresentar um padrão de migração vertical limitado as águas mais profundas, como os grandes copépodes *R. cornutus* e *C. carinatus*, sendo limitadas

pela termoclina, ou associadas a gradientes de temperatura (Gaard *et al.*, 2008). Em termos gerais, os grandes copépodes estiveram ausentes dos arrastos realizados nas camadas superficiais. A maioria dos pequenos copépodes esteve presente na camada superficial, durante algum dos períodos de coleta. Quando presentes nas camadas inferiores foram registrados em baixa densidade. Pequenos copépodes apresentam uma migração muito limitada e se concentram próximos a superfície no período noturno (Maycas *et al.*, 1999).

De acordo com Deevey e Brooks (1977) e Webber and Roff (1995), uma descontinuidade vertical na abundância do zooplâncton pode ocorrer na água tropical, onde os copépodes maiores são encontrados principalmente em águas profundas, e as espécies menores são mais numerosas na superfície. Este pico de densidade em camadas superficiais a noite tem sido frequentemente associado à estratégia alimentar. Enquanto a maioria dos organismos zooplanctônicos ocorre na camada superficial, provavelmente associados a maior oferta de alimento, na forma de fitoplâncton, outros organismos estão localizados abaixo desta camada, alimentando-se de outro tipo de partículas. Hays *et al.* (2001) mostrou que copépodes próximos à superfície, a noite, tem material nutricional em suas mandíbulas, e que animais em camadas profundas não possuem este tipo de material.

Assim como observado para o micro e o mesozooplâncton houve uma maior concentração de ovos e larvas de peixes na camada de água superior (AT). De acordo com Olivar e Sabatés (1997) o padrão mais comum de distribuição vertical das larvas de peixes é a maior concentração próxima a superfície durante a noite. Em vários estudos sobre ictioplâncton a maioria das larvas de peixes com hábitos costeiros e oceânicos tem sido registrada na camada de mistura mais superficial e/ou na região superior da termoclina (Olivar e Sabatés, 1997; Rodriguez *et al.*, 2006). No estudo desenvolvido por Rodriguez *et al.* (2006) na região das Ilhas Canárias as maiores densidades de larvas de peixes foram registradas entre 35 e 50 m de profundidade da mesma forma que o mesozooplâncton também estudado.

A distribuição vertical das larvas de peixes pode ser influenciada por vários fatores tais como luminosidade, predação, disponibilidade de alimento, processos físicos da região, entre outros. Muitas famílias realizam migração vertical diária e o padrão de distribuição dos indivíduos varia entre as espécies e entre os estádios de desenvolvimento das larvas de cada espécie. No presente estudo foi possível observar a migração vertical realizada por alguns táxons que estiveram presentes em diferentes

estratos da coluna de água durante o dia e a noite. Entre eles estão as larvas das famílias Myctophidae (*Diaphus* spp., *Myctophum* sp., *Lepidophanes gausi*, *Lepidophanes guentheri*), Gonostomatidae (*Cyclothone acclinidens*, *Cyclothone braueri*, *Cyclothone pseudopallida*) e Sternoptychidae que apresentam hábitos mesopelágicos. Larvas de outras famílias que também ocorrem em grandes profundidades tais como Notosuididae (*Scopelosaurus smithii*), Paralepididae (*Lestidium atlanticum*) e Chlorophthalmidae (*Parasudis truculenta*) também foram registradas na AT, principalmente durante a noite, indicando o movimento de migração vertical realizada por elas. De acordo com a literatura, juvenis da espécie *S. smithii* ocorrem entre 50-200 m e adultos em profundidades superiores a 200 m; a espécie *P. truculenta* já foi registrada entre 150-500 m de profundidade e *L. atlanticum* ocorre até 1.200 m de profundidade (Richards, 2006).

Larvas de espécies mesopelágicas também foram registradas na ACAS durante o dia e a noite, tais como *Vinciguerria poweriae* (Phosichthyidae), *Sternoptychidae*, *Myctophum* sp. e *Diaphus* spp. (Myctophidae). No Golfo do México a assembleia de juvenis e adultos até 400 m de profundidade foi caracterizada por dez espécies entre as quais *L. guentheri* e *V. poweriae* e estações mais profundas com média de 609 m foram caracterizadas por algumas espécies como *C. acclinidens*, *C. braueri* e *C. pseudopallida* (Ross *et al.*, 2010).

As larvas das famílias Myctophidae e Gonostomatidae são comuns em estudos de ictioplâncton em regiões oceânicas (Hulley, 1981; Doyle *et al.*, 1993; Richards *et al.*, 1993; Miya, 1994; Watanabe *et al.*, 1999; Nonaka *et al.*, 2000; Conley e Hopkins, 2004; Neira, 2005; Richards, 2006; Collins *et al.*, 2008). Um estudo de larvas mesopelágicas na costa da Sicília (Itália), com arrastos oblíquos até 100 m de profundidade utilizando uma rede bongô (200 µm) mostrou que as larvas das famílias Gonostomatidae (74%) e Myctophidae (23%) foram as mais abundantes (Cuttitta *et al.*, 2004).

Muitas espécies de Myctophidae realizam migração vertical diária: ao entardecer começam a migrar de profundidades maiores para camadas mais superficiais em busca de alimento em abundância e quando começa a amanhecer retornam para a profundidade diurna. No presente estudo, larvas dessa família foram registradas durante o dia e a noite ao longo da coluna de água na AT, ACAS e AIA evidenciando o intenso deslocamento desses organismos. As espécies *L. guentheri* e *L. gausi* migram a noite da zona mesopelágica para a epipelágica (Richards, 2006) se deslocando de profundidades de 700-950 e 425-850 m, respectivamente (Nafpaktitis *et al.*, Santos e Figueiredo, 2008). Em um estudo sobre distribuição vertical de larvas de peixes na

costa da Austrália as larvas de Myctophidae foram mais abundantes durante o dia nas profundidades de 10 e 30 m (Gray, 1998). Outros estudos revelaram que as larvas de Myctophidae estão mais concentradas nos primeiros 300 m de profundidade (Conley e Hopkins, 2004). Larvas de *L. guentheri* foram registradas em arrastos entre 0-1.000 m no Mar de Sargasso contribuindo com 2,5% das larvas coletadas (Sutton *et al.*, 2010).

Os indivíduos adultos da família Gonostomatidae são pequenos e ocorrem nas zonas epi-, meso-, e batipelágicas (Watson, 1996). Nesse estudo larvas de *Cyclothone braueri* apresentaram uma ampla distribuição na coluna de água e ocorreram na AT e na AIA. As larvas dessa espécie foram as mais abundantes em um estudo no Mar de Sargasso em coletas realizadas de 0-1.000 m (47,5%) e de 1.000-5.000 m (41,0%) (Sutton *et al.*, 2010). No mesmo estudo *C. pseudopallida* contribuiu com 3,2% das larvas capturadas entre 0-1.000 m e com 2,3% entre 1.000-5.000 m (Sutton *et al.*, 2010). No presente estudo as larvas dessa espécie ocorreram somente na AIA no período diurno. A espécie *C. braueri* contribuiu com 31,9% para a formação da assembléia de macroplâncton coletado próximo ao fundo no Mar Mediterrâneo (Cartes *et al.*, 2010).

Larvas das famílias Scombridae (*Thunnus* sp.) e Dactylopteridae (*Dactylopterus volitans*) também foram representativas nesse estudo na AT. Devido a sua importância comercial a família Scombridae está entre as mais estudadas no mundo. Os representantes dessa família vivem em águas de superfície na região costeira ou em alto mar e são conhecidos como nadadores ágeis (Figueiredo e Menezes, 2000). No presente estudo as larvas dessa família ocorreram somente em águas mais superficiais como descrito na literatura. Larvas de escombrídeos estiveram entre as pelágicas mais abundantes no estudo desenvolvido por Katsuragawa *et al.* (1993) ao largo de Ubatuba (São Paulo). Existem poucas informações sobre as larvas da família Dactylopteridae. Os adultos vivem em águas costeiras de baixa profundidade e são peixes de fundo, se alimentam principalmente de crustáceos, moluscos e peixes bentônicos pequenos (Figueiredo e Menezes, 1980). Juvenis de *Dactylopterus volitans* são as principais presas da espécie *Lophius gastrophysus* (Lophiidae) na região do Rio de Janeiro (Valentin *et al.*, 2008).

Os dados do mesozooplâncton e das larvas de peixes coletadas com a malha de 500 µm nesse estudo mostraram uma correlação significativa ($r=0,8063$; $p=0,0003$) nas amostras obtidas nas massas de água AT e ACAS. De acordo com a literatura, a alimentação inicial de muitas larvas de peixes marinhos é baseada em náuplios de copépodes (Napp *et al.*, 1999). Em um estudo no Mar de Bering náuplios de três gê-

neros de copépodes (*Pseudocalanus*, *Metridia* e *Oithona*) foram as presas dominantes presentes nos estômagos de larvas de *Theragra chalcogramma* (Gadidae) (Napp *et al.*, 1999). Uma das causas da mortalidade de copépodes é a predação por larvas de peixes uma vez que esses organismos são as presas principais dos estágios iniciais de desenvolvimento da maioria dos peixes (Nielsen e Munk, 1998; Turner, 2004; Pepin e Dower, 2007). No estudo desenvolvido por Nielsen e Munk (1998) os copépodes dos gêneros *Calanus*, *Temora*, *Para/Pseudocalanus* e *Acartia* foram as principais presas.

De acordo com Rodriguez *et al.* (2006) a correlação significativa encontrada por eles entre as distribuições espaciais das larvas de peixes e do mesozooplâncton sugere alguma relação trófica entre eles. Esses resultados indicariam que a distribuição das presas na coluna de água seria um fator determinante para as larvas de peixes nessa região. No presente estudo a composição do mesozooplâncton e do ictioplâncton na massa de água AT foi significativamente diferente entre o dia e a noite (Figura 21), com um predomínio de espécies de copépodes de tamanhos menores que as encontradas em maiores profundidades. Esses copépodes seriam presas disponíveis para várias espécies de peixes que estão presentes nas camadas superiores ou que migram de grandes profundidades em busca de alimento. Entretanto, como o observado no estudo desenvolvido por Rodriguez *et al.* (2006), para confirmar essa relação trófica entre os menores copépodes e determinadas espécies de larvas de peixes seria necessário uma avaliação do conteúdo estomacal.

Em mares tropicais e subtropicais que possuem águas oligotróficas indivíduos da família Myctophidae são os principais consumidores de crustáceos zooplânctônicos (Conley e Hopkins, 2004). Entretanto, os copépodes não são os únicos crustáceos preferidos como presa para essas larvas. Nesse mesmo estudo a dieta de larvas da subfamília Myctophinae, que inclui o gênero *Myctophum*, foi composta 85-90% de ostrácodes, enquanto que membros da subfamília Lampanyctinae que inclui o gênero *Diaphus* se alimentaram principalmente de copépodes da ordem Calanoida (Conley e Hopkins, 2004). O estudo desses autores evidencia que a seleção da presa varia entre espécies de uma mesma família, em relação ao período do dia e ao tamanho da abertura da boca. A análise do conteúdo estomacal evidenciou que ao contrário dos adultos de Myctophidae as larvas se alimentam preferencialmente de dia, com exceção de algumas espécies como *Myctophum selenops* que tem uma intensa alimentação noturna (Conley e Hopkins, 2004). Porém, outros estudos através da análise do conteúdo estomacal com diferentes espécies de larvas de peixes evidenciaram que a maioria pos-

sui um hábito alimentar crepuscular (Conley e Hopkins, 2004). No Golfo do México a análise do conteúdo estomacal de peixes do gênero *Cyclothone* coletados entre 1.000 e 3.000 m de profundidade mostrou que esses eram planctívoros e se alimentavam de presas menores como copépodes e ostrácodes (Burghart *et al.*, 2010).

Entre os diferentes aspectos estudados sobre a família Scombridae está a avaliação dos hábitos alimentares de algumas espécies. Os escombrídeos de maneira geral se alimentam de vários tipos de crustáceos, lulas e peixes (Figueiredo e Menezes, 2000). Um estudo sobre hábitos alimentares de adultos do atum *Thunnus alalunga* no Mar Mediterrâneo registrou que essa espécie é predadora pelágica principalmente de duas espécies de Paralepididae, entre outros peixes, cefalópodes, anfípodes, decápodes, isópodes (Consoli *et al.*, 2008). Segundo esse autor outros estudos sobre os hábitos alimentares dessa espécie nos oceanos Pacífico Norte e Atlântico afirmam que essa espécie se alimenta em águas epi-mesopelágicas até 500 m de profundidade (Consoli *et al.*, 2008). Larvas de *Thunnus* spp. coletadas na Flórida tinham uma dieta mista de crustáceos e apendiculárias indicando uma importante relação trófica entre as larvas dessas espécies e as apendiculárias (Llopiz *et al.*, 2010). No presente estudo apendiculárias da espécie *Oikopleura longicauda* também foram representativas nas assembléias zooplânctônicas da massa de água AT (Figura 21).

Os resultados obtidos no presente estudo e os observados na literatura sobre a relação trófica entre o mesozooplâncton e as larvas de peixes indicam a necessidade de desenvolver outros trabalhos que possibilitem identificar com mais precisão as presas preferenciais de cada espécie e a sua disponibilidade na coluna de água.

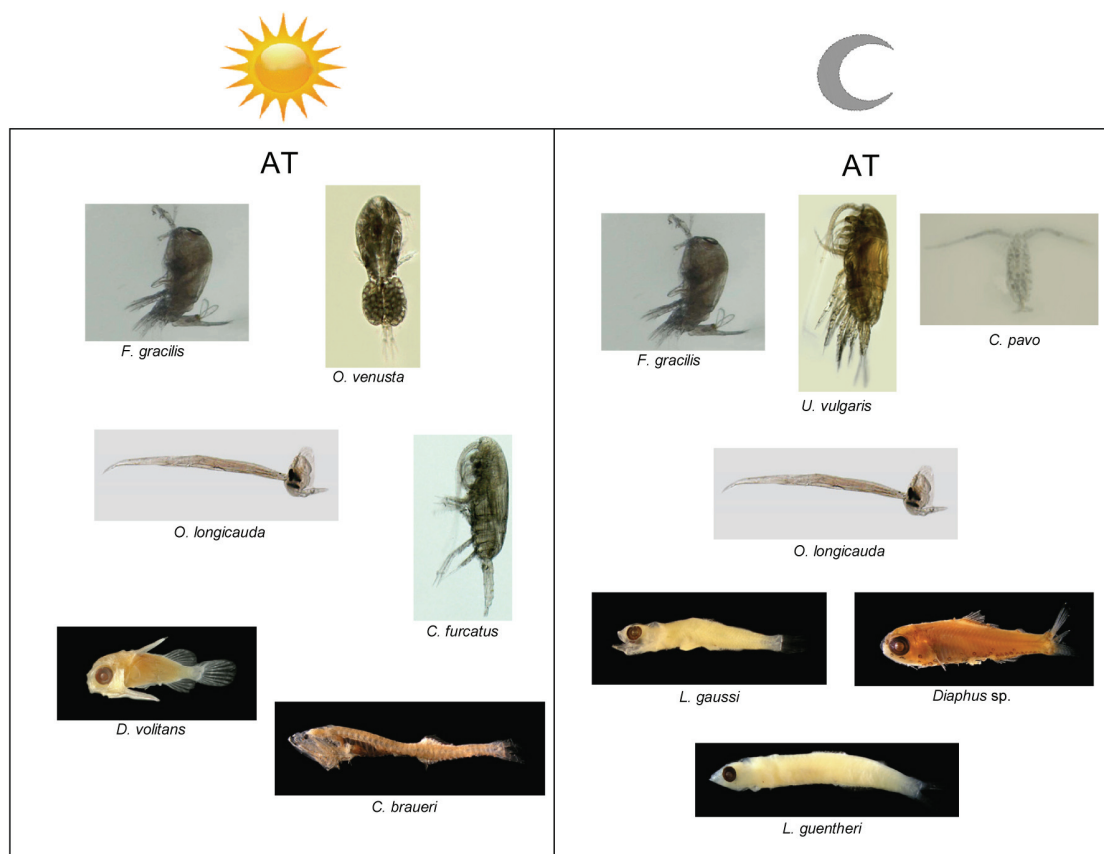


Figura 21 - Principais espécies do mesozooplâncton e de larvas de peixes das assembléias formadas na massa de água AT durante o dia e a noite.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao biólogo José Ribamar Santos Silva e ao técnico Cláudio de Souza Ressor pela realização da biomassa e da triagem das amostras de mesozooplâncton e ictioplâncton. Gostaríamos de agradecer também aos biólogos Michele Rodrigues Arruda pela identificação dos Chaetognatha; Marta C. C. Quintas pela identificação dos Cladocera; Suzanna C. Vianna e Eduardo Gomes pelo auxílio na identificação dos Copepoda e das larvas de peixes, respectivamente; Dr. Lohengrin Fernandes pela identificação das larvas de decápodes, Dr. Manuel Haimovici pela identificação das paralarvas de Cephalopoda e a Dra. Andrea S. Freire pela identificação dos Euphausiacea.

Referências bibliográficas

- Antezana, T., Brinton, E., 1981. Euphausiacea. in: Boltovskoy, D. (Ed). Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con zooplancton marino. Publicación INIDEP, Ministerio de Comercio e Intereses Marítimos, Argentina, pp. 681-698
- Avila, L.R.M., Arruda, M.R., Bonecker, S.L.C., 2006. Chaetognatha. in: Atlas da região central da zona econômica exclusiva brasileira. Série de livros 21, Museu Nacional, Rio de Janeiro, pp. 165-184.
- Beers, J.R., 1981. Determinación de la biomasa del zooplâncton. in: Boltovskoy, D. (Ed.). Atlas del Zooplancton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo com el zooplancton marino. INIDEP, Mar del Plata, Argentina, pp. 133-141.
- Björnberg, T.S.K., 1981. Copepoda. in: Boltovskoy, D. (Ed.), Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP, Mar del Plata, pp. 587-680.
- Boltovskoy, D., 1981. Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo com el zooplancton marino, INIDEP, Mar del Plata.
- Bonecker, A.C.T., Castro, M.S., 2006. Atlas de larvas de peixes da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira. 1 ed. Rio de Janeiro: Museu Nacional, Série Livros no. 19.
- Bonecker, S.L.C., 2006. Atlas da região central da zona econômica exclusiva brasileira, Série de livros 21, Museu Nacional, Rio de Janeiro.
- Bonecker, S.L.C., Carvalho, P.F., 2006. Appendicularia. in: Bonecker, S.L.C. (Ed), Atlas da região central da zona econômica exclusiva brasileira. Série de livros 21, Museu Nacional, Rio de Janeiro, pp. 185-202.
- Bonecker, S.L.C., Quintas, M.C.C., 2006a. Salpidae. in: Bonecker, S.L.C. (Ed), Atlas da região central da zona econômica exclusiva brasileira. Série de livros 21, Museu Nacional, Rio de Janeiro, pp. 203-214.
- Bonecker, S.L.C., Quintas, M.C.C., 2006b. Doliolidae. in: Bonecker, S.L.C. (Ed), Atlas da região central da zona econômica exclusiva brasileira. Série de livros 21, Museu Nacional, Rio de Janeiro, pp. 215-221.
-

-
- Bottger-Schnack, R., Schnack, D., 1989. Vertical distribution and population structure of *Macrosetella gracilis* (Copepoda: Harpacticoida) in the Red Sea in relation to the occurrence of *Oscillatoria* (*Trichodesmium*) spp. (Cyanobacteria). *Marine Ecology Progress Series* 52, 17-31.
- Bradford-Grieve, J.M., Markhaseva, E.L., Rocha, C.E.F., Abiahy, B., 1999. Copepoda. in: Boltovskoy, D. (Ed.), *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, 2, pp. 869-1098.
- Brandão, M.C., 2007. Variação espacial de Euphausiacea (Crustacea) (“Krill”) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo: Verão de 2004. Monografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- Burghart, S.E., Hopkins, T.L., Torres, J.J., 2010. Partitioning of food resources in bathypelagic micronekton in the eastern Gulf of Mexico. *Marine Ecology Progress Series* 399, 131-140.
- Campos, M.A.G., 2000. As apendiculárias da região compreendida entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC), Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Cartes, J.E., Fanelli, E., Papiol, V., Zucca, L., 2010. Distribution and diversity of open-ocean, near-bottom macroplankton in the western Mediterranean: Analysis at different spatio-temporal scales. *Deep-Sea Research I* 57, 1485-1498.
- Cavalcanti, E.A.H, Larrazábal, M.E.L. de., 2004. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica - REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). *Revista Brasileira de Zoologia* 21, 467-475.
- Champalbert, G., Pagano, M., Kouame, B., Riandey, V., 2005. Zooplankton spatial and temporal distribution in a tropical oceanic area off West Africa. *Hydrobiologia* 548, 251-265.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*, second edition, PRIMER-E, Plymouth.
- Conley, W.J., Hopkins, T.L., 2004. Feeding ecology of lanternfish (Pisces: Myctophidae) larvae: prey preferences as a reflection of morphology. *Bulletin of Marine Science* 75(3), 361-379.
-

-
- Collins, M.A., Xavier, J.C., Johnston, N.M., North, A.W., Enderlein, P., Tarling, G.A., Waluda, C.M., Hawker, E.J., Cunningham, N.J., 2008. Patterns in distribution of myctophid fish in the northern Scotia Sea ecosystem. *Polar Biology* 31, 837-851.
- Consoli, P., Romeo, T., Battaglia, P., Castriota, L., Espósito, V., Andaloro, F., 2008. Feeding habits of the albacore tuna *Thunnus alalunga* (Perciformes, Scombridae) from central Mediterranean Sea. *Marine Biology* 155, 113-120.
- Cornils, A., Niehoff, B., Richter, C., Al-Najjar, T., Schnack-Schiel, S.B., 2007. Seasonal abundance and reproduction of clausocalanid copepods in the northern Gulf of Aqaba (Red Sea). *Journal of Plankton Research* 29, 57–70.
- Cuttitta, A., Arigo, A., Basilone, G., Bonanno, A., Buscaino, G., Rollandi, L., Garcia Lafuente, J., Garcia, A., Mazzola, S., Patti, B., 2004. Mesopelagic fish larvae species in the Strait of Sicily and their relationships to main oceanographic events. *Hydrobiologia* 527, 177-182.
- Deevey, G.B., Brooks, A.L., 1977. Copepods of the Sargasso Sea off Bermuda: species composition, and vertical and seasonal distribution between the surface and 2000 m. *Bulletin of Marine Science* 27, 256-291.
- Dias, C.O., Araujo, A.V., 2006. Copepoda. in: Bonecker, S.L.C. (Ed.), Atlas da região central da zona econômica exclusiva brasileira. Série de livros 21, Museu Nacional, Rio de Janeiro, pp: 21-100.
- Dias, C.O., Araujo, A.V., Paranhos, R., Bonecker, S.L.C., 2010. Vertical copepod assemblages (0-2300 m) off Southern Brazil. *Zoological Studies* 49, 230-242.
- Doyle, M.J., Morse, W.W., Kendall, Jr., A.W., 1993. A comparison of larval fish assemblages in the temperate zone of the Northeast Pacific and Northwest Atlantic oceans. *Bulletin of Marine Science* 53 (2), 588-644.
- Esnal, G.B., 1981. Appendicularia. in: Boltovskoy, D. (Ed.), Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo com el zooplancton marino. INIDEP, Mar del Plata, pp. 809-827.
- Fahay, M.P., 2007. Early Stages of Fishes in the Western North Atlantic Ocean (Davis Strait, Southern Greenland and Flemish Cap to Cape Hatteras). Northwest Atlantic Fisheries Organization. Nova Scotia, Canada.
-

-
- Fernandes, L.D.A., Almeida, E.V., Peixoto, B.J.F.S., Souza, M.F., 2006. Larvas de Decapoda. in: Bonecker, S.L.C. (Ed.), Atlas do zooplâncton da zona econômica exclusiva brasileira. Série de livros 21, Museu Nacional, Rio de Janeiro, pp. 147-165.
- Ferrato, A. M., 1967. Notas preliminares sobre migraciones del zooplancton en cuencas isleñas del Parana Medio. Acta Zoologica Lilloana 23, 173-188.
- Figueiredo, J.L., Menezes, N.A., 1980. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III. Teleostei (2)*, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- Figueiredo, J.L., Menezes, N.A., 2000. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. VI. Teleostei (5)*, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- Freire, A.S., 1988. Distribuição de Eufausiácea (Crustacea) na costa Leste do Brasil. Resumos. III. Encontro Brasileiro de Plâncton.
- Freire, A.S., 1991. Variação espaço-temporal do zooplâncton e das espécies de euphausiacea (Crustacea) ao largo da costa Leste do Brasil (18°-23°S, 38 - 41°W). Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Frontier, S., 1981. Cálculo del error em el recuento de organismos zooplanctónicos. in: Boltovskoy, D. (Ed.), Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo com el zooplancton marino. INIDEP, Mar del Plata, pp. 163-167.
- Gaard, E., Gislason, A., Falkenhaus, T., Sjøiland, H., Musaeva, E., Vereshchaka, A., Vinogradov, G., 2008. Horizontal and vertical copepod distribution and abundance on the Mid-Atlantic Ridge in June 2004. Deep-Sea Res. II. 55, 59–71
- Gibbons, M.J., Spiridinov, V.A., Tarling, G.A., 1999. Euphausiacea. in: Boltovskoy, D. (Ed.). South Atlantic Zooplankton. Backhyus Publishers, Leiden, pp. 1241-1279.
- Gray, C.A., 1998. Diel changes in vertical distributions of larval fishes in unstratified coastal waters off southeastern Australia. Journal of Plankton Research 20(8), 1539-1552.
- Green, J., 1967. The distribution and variation of *Daphnia lumholtzi* (Crustacea: Cladocera) in relation to fish predation in Lake Albert, East African Journal of Zoology 151, 181-189.
-

-
- Grosjean, P., Picheral, M., Warenbourg, C., Gorsky, G., 2004. Enumeration, measurement, and identification of net zooplankton samples using ZOOSCAN digital imaging system. *Journal of Marine Science* 61, 518-525.
- Hays, G.C., Kennedy, H., Frost, B.W., 2001. Individual variability in diel vertical migration of a marine copepod: why some individuals remain at depth when others migrate? *Limnology and Oceanography* 46 (8), 2050-2054.
- Hernan, A. W., Harvey, M., 2006. Application of normalized biomass size to laser optical plankton counter net intercomparasions of zooplankton distributions. *Journal of Geophysical Research* 111, C05S05.
- Hulley, P.A., 1981. Results of the research cruises of FRV "Walter Herwig" to South America LVIII. Family Myctophidae (Osteichthyes, Myctophiformes). *Archiv fur Fishereiwissenschaft* 31, 1-300.
- Katsuragawa, M., Matsuura, Y., Suzuki, K., Dias, J.F., Spach, H.L., 1993. O ictioplâncton ao largo de Ubatuba, SP: Composição, Distribuição e Ocorrência Sazonal (1985-1988). *Publicação Especial do Instituto Oceanográfico* 10, 85-121.
- Lampert, W., Sommer, U., 1997. *Limnoecology the ecology of lakes and streams*. Oxford University Press, New York.
- Lampert, W., Schwitt, R. D., Ruick, P., 1988. Vertical imigration of freshwater zooplankton-test of some hypotheses predicting a metabolic advantage. *Bulletin of Marine Science* 43(3), 620-640.
- Lansac Tôha, F.A., 1981. Sistemática e distribuição geográfica de Euphausiacea (Crustacea) ao largo das costas sul do Brasil (Lat. 22°S – 30°S). *Dissertação de Mestrado*. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Legaré, J.E.M., 1961. Algunos eufausiáceos del Golfo de Paria, Golfo de Cariaco y delta del Orinoco, al oriente de Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela* 1, 131-148.
- Lopes, R.M., Brandini, F.P., Gaeta, S.A., 1999. Distributional patterns of epipelagic copepods off Rio de Janeiro State, Southeastern Brazil. *Hydrobiologia* 411, 161-174.
- Lopes, R.M., Katsuragawa, M., Dias, J.F., Montú, M.A., Muelbert, J.H., Gorri, C., Brandini, F.P., 2006. Zooplankton and ichthyoplankton distribution on the southern Brazilian shelf: an overview. *Scientia Marina* 70(2), 189-202.
-

-
- Llopiz, J.K., Richardson, D.E., Shiroza, A., Smith, S.L., Cowen, R.K., 2010. Distinctions in the diets and distributions of larval tunas and the important role of appendicularians. *Limnology and Oceanography* 55 (3), 983-996.
- Marine Species Identification Portal., 2011a. Acessado em: 29/06/2011. http://species-identification.org/species.php?species_group=euphausiidsemenuentry=soorteneid=16etab=beschrijving
- Marine Species Identification Portal., 2011b. Acessado em: 29/06/2011. http://species-identification.org/species.php?species_group=euphausiidsemenuentry=soorteneid=51etab=beschrijving
- Matsuura, Y.; Olivar, M.P., 1999. Fish Larvae. in: Boltvoskoy, D. (Ed.). South Atlantic zooplankton. Leiden, Backhuys Publishers, pp. 1445-1496.
- Maycas, E.R., Bourdillon, A.H., Macquart-Moulin, C., Passelaigue, F., Patriti, G., 1999. Diel variations of the bathymetric distribution of zooplankton groups and biomass in Cap-Ferret Canyon, France. *Deep-Sea Res. II.* 46, 2081-2099.
- McEwen, G.F., Johnson, M.W., Folsom, T.R., 1954. A statistical analysis of the performance of the Folsom plankton sample splitter, based upon test observations. *Archives of Meteorology, Geophysics and Klimatologi* 7, 502-527.
- McLelland, J.A., 1980. Notes on the northern Gulf of Mexico occurrence of *Sagitta friderici* Ritter-Záhony (Chaetognatha). *Gulf Research Reports* 6(4), 343-348.
- Miya, M., 1994. *Cyclothone kobayashii*, a new gonosotomatid fish (Teleostei: Stomiiformes) from the Southern Ocean, with notes on its ecology. *Copeia* (1), 191-204.
- Monteiro-Ribas, W.M., Mureb, M.A., Pessoti, E., 1979. O copépodo *Calanoides carinatus* como indicador das águas de ressurgência de Cabo Frio (Brasil). *Boletim do Instituto de Pesquisas do Mar.* 134, 1-8.
- Moser, H.G., 1996. The Early Stages of Fishes in the California Current Region. La Jolla, CALCOFI atlas no.33.
- Nafpaktitis, B.G., Backus, R.H., Craddock, J.E., Haedrich, R.L., Robinson, B.H., Karnella, C., 1977. Family Myctophidae. in: Gibbs Jr., R.H. (Ed.) *Fishes of the Western North Atlantic*. *Memoirs of the Sears Foundation Marine Research* 1 Pt 7, pp. 13-299.
-

-
- Napp, J.M., Mier, K., Cohen, M.K., 1999. Estimation of larval fish prey volume: mensuration formulae for copepod nauplii. *Journal of Plankton Research* 21(9), 1633-1642.
- Neira, F.J. 2005. Summer and winter plankton fish assemblages around offshore oil and gas platforms in south-eastern Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 63, 589-604.
- Nelson, J.R., 2006. *Fishes of the World*. John Wiley & Sons. 4th edition.
- Neumann-Leitão, S., Eskinazi Sant'anna, E.M., Gusmão, L.M.O., do Nascimento-Vieira, D.A., Paranagua, M.N., Schwamborn, R., 2008. Diversity and distribution of the mesozooplankton in the tropical Southwestern Atlantic. *Journal of Plankton Research* 30(7), 795-805.
- Nielsen, T.G., Munk, P., 1998. Zooplankton diversity and the predatory impact by larval and small juvenile fish at the Fisher Banks in the North Sea. *Journal of Plankton Research* 20(12), 2313-2332.
- Nonaka, R.; Matsuura, Y.; Suzuki, K., 2000. Seasonal variation in larval fish assemblages in relation to oceanographic conditions in the Abrolhos Bank Region off eastern Brazil. *Fishery Bulletin* 98, 767-784.
- Olivar, M.P., Sabatés, A., 1997. Vertical distribution of fish larvae in the north-west Mediterranean Sea in spring. *Marine Biology* 129, 289-300.
- Onbé, T., 1999. Ctenopoda and Onychopoda (Cladocera). in: Boltovskoy, D. (Ed.), *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 797-813.
- Pearre Jr., S., 1979. Problems of detection and interpretation of vertical migration. *Journal of Plankton Research* 1, 29-44.
- Pepin, P., Dower, J. F., 2007. Variability in the trophic position of larval fish in a coastal pelagic ecosystem based on stable isotope analysis. *Journal of Plankton Research* 29(8), 727-737.
- Pohle, G.W., Mantelatto, F.L.M., Negreiros-Fransozo, M.L., Fransozo, A., 1999. Larval Decapoda (Brachyura). in: Boltovskoy, D. (Ed.), *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 1281-1351.
-

-
- Previattelli, D., Santos-Silva, E.N. dos, Darwich, A.J., 2005. Capítulo 7. Diversidade Biológica. Distribuição vertical do zooplâncton e sua relação com as variáveis ambientais. Biotupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central. in: Santos-Silva, E.N., Aprile, F.M, Scudeller, V.V., Melo, S. (Orgs.), Editora INPA, Manaus, pp. 109-121.
- Resgalla Jr., C., Carvalho J.I., Pereira Fo., J., Rörig M., Rodrigues-Ribeiro, M., Tamanaha, M.S., Proença L.A.O., 2004. Migração vertical e taxas fisiológicas de *Thalia democratica* (Salpidae: Thaliacea) na reserva marinha do Arvoredo, Santa Catarina. Braz. J. Aquat. Sci. Technol. 8, 45-54.
- Richards, W.J., 2006. Early stages of atlantic fishes: an identification guide for the Western North Atlantic. Volume I. and Volume II. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Richards, W.J., McGowan, M.F., Leming, T., Lamkin, J.T., Kelley, S., 1993. Larval fish assemblages at the loop current boundary in the Gulf of Mexico. Bulletin of Marine Science. 53(2), 475-537.
- Rodríguez, J.M., Hernández-León, S., Barton, E.D., 2006. Vertical distribution of fish larvae in the Canaries-African coastal transition zone in summer. Marine Biology 149, 885-897.
- Ross, S.W., Quattrini, A.M., Roa-Varón, A.Y., McClain, J.P., 2010. Species composition and distributions of mesopelagic fishes over the slope of the north-central Gulf of Mexico. Deep-Sea Research II 57, 1926-1956.
- Sakuma, K.M., Ralston, S., Roberts, D.A., 1999. Diel vertical distribution of postflexion larval *Citharichthys* spp. and *Sebates* spp. off central California. Fisheries Oceanography 8:1, 68-76.
- Santos, A.P., Figueiredo, J.L., 2008. Guia de identificação dos peixes da família Myctophidae do Brasil. EDUSP. São Paulo.
- Schultes, S., Lopes, R.M., 2009. Laser Optical Plankton Counter and Zooscan Intercomparasion in tropical and subtropical marine ecosystem. Limnology and Oceanography: Methods 7, 771-784.
- Sieracki, C.K., Sieracki, M.E., Yentsch, C.S., 1998. An imaging-in-flow system for automated analysis of marine microplankton. Marine Ecology Progress Series 168, 285-296.
-

-
- Silveira, I.C.A., 2007. O Sistema Corrente do Brasil na Bacia de Campos, RJ, Tese de Livre Docência, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Stramma, L., England, M., 1999. On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. *Journal of Geophysical Research* 104, 20863–20883.
- Sutton, T.T., Wiebe, P.H., Madin, L., Bucklin, A., 2010. Diversity and community structure of pelagic fishes to 5.000 m depth in the Sargasso Sea. *Deep-Sea Research II* 57, 2220-2233.
- Sweeney M.J., Roper, C.F., Mangold, K., Clarke, M.R., 1999. “Larval” and juvenile cephalopods: a manual for their identification, Smithsonian Institution Press, Washington.
- Turner, J.T., 2004. The Importance of Small Planktonic Copepods and Their Roles in Pelagic Marine Food Webs. *Zoological Studies* 43(2), 255-266
- Thurman, H.V., Burton, E.A., 2001. *Introductory oceanography*. Prentice Hall, Nova Jersey, 9th ed.
- Valentim, M.F.M., Caramaschi, E.P., Vianna, M., 2008. Feeding ecology of the monkfish *Lophius gastrophysus* in the south-western Atlantic Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 88 (1), 205-212.
- Watanabe, H., Moku, M., Kawaguchi, K., Ishimaru, K., Ohno, A., 1999. Diel vertical migration of myctophid fishes (Family Myctophidae) in the transitional waters of the western North Pacific. *Fisheries Oceanography* 8:2, 115-127.
- Watson, W., 1996. Gonostomatidae: Bristlemouths. in: Moser, H.G. (Ed.). *The Early Stages of Fishes in the California Current Region*. La Jolla, Calcofi. Atlas no. 33, pp. 247-267.
- Webber, M.K., Roff, J.C., 1995. Annual structure of the copepod community and its associated pelagic environment off Discovery Bay, Jamaica. *Marine Biology* 123, 467-479.
-

AUTORES – VOLUME IV**I. DESENHO AMOSTRAL E METODOLOGIAS DE COLETA – SISTEMA****PELÁGICO**

Responsável Técnico	Daniel Leite Moreira
Instituição	Petrobras
Conselho Profissional	não possui
CTF	1883009
Assinatura	_____

II. VÍRUS E BACTERIOPLÂNCTON: DESCRITORES ESPACIAIS E**TEMPORAIS**

Responsável Técnico	Rodolfo Paranhos
Instituição	UFRJ
Conselho Profissional	CRBio 12863/02
CTF	197172
Assinatura	_____

III. BIOMASSA E PRODUÇÃO PRIMÁRIA

Responsável Técnico	Eliane Gonzalez
Instituição	IEAPM
Conselho Profissional	CRBio 01966/84
CTF	623257
Assinatura	_____

**IV. COMPOSIÇÃO DO FITOPLÂNTON NA BACIA DE CAMPOS A PARTIR DE
PIGMENTOS MARCADORES (CAROTENÓIDES E CLOROFILAS)**

Responsável Técnico	Silvana Vianna Rodrigues
Instituição	UFF
Conselho Profissional	CRQ 03210440
CTF	5272289
Assinatura	_____

**V. A ESTRUTURA ESPACIAL E TEMPORAL DA COMUNIDADE DO
MICROPLÂNTON NA BACIA DE CAMPOS**

Responsável Técnico	Denise Rivera Tenenbaum
Instituição	UFRJ
Conselho Profissional	CRBio 12.638/02
CTF	197864
Assinatura	_____

VI. COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA

Responsável Técnico	Sérgio Bonecker
Instituição	UFRJ
Conselho Profissional	CRBio 12.638/02
CTF	197864
Assinatura	_____

VII. COMUNIDADE ICTIOPLANCTÔNICA

Responsável Técnico	Ana Bonecker
Instituição	UFRJ
Conselho Profissional	CRBio 07237/02
CTF	197867
Assinatura	_____

**VIII. COMUNIDADES ZOOPLÂNCTÔNICAS E ICTIOPLANCTÔNICAS:
VARIAÇÕES EM MICROESCALA TEMPORAL**

Responsável Técnico	Sérgio Bonecker
Instituição	UFRJ
Conselho Profissional	CRBio 12.638/02
CTF	197864
Assinatura	_____



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis



CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da Consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
5272289	11/12/2013	11/12/2013	11/03/2014

Dados Básicos:

CPF: 410.266.837-34
Nome: SILVANA VIANNA RODRIGUES

Endereço:

Logradouro: RUA COSME VELHO, 318 BL.2 APTO. 204
N.º: Complemento:
Bairro: COSME VELHO Município: RIO DE JANEIRO
CEP: UF: RJ

Atividades de Defesa Ambiental:

Categoria:

Código	Descrição
1	5001 - Consultor Técnico Ambiental - Classe 5.0

Atividade:

Código	Descrição
1	12 - Ecossistemas Terrestres e Aquáticos
2	11 - Gestão Ambiental

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa jurídica está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarar e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades.

O Certificado de Regularidade não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.

O Certificado de Regularidade tem validade de três meses, a contar da data de sua emissão.

Chave de autenticação	ykcq.hzdp.dkhh.4s98
-----------------------	---------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis



CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da Consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
1883009	11/12/2013	11/12/2013	11/03/2014

Dados Básicos:

CPF: 105.565.127-66

Nome: Daniel Leite Moreira

Endereço:

Logradouro: Rua visconde de Sante Isabel, 436

N.º: Complemento:

Bairro: Grajaú Município: RIO DE JANEIRO

CEP: 20560-121 UF: RJ

Atividades de Defesa Ambiental:

Categoria:

Código	Descrição
1	5001 - Consultor Técnico Ambiental - Classe 5.0

Atividade:

Código	Descrição
1	10 - Auditoria Ambiental
2	5 - Educação Ambiental
3	11 - Gestão Ambiental
4	2 - Qualidade da Água
5	7 - Controle da Poluição
6	6 - Recursos Hídricos

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa jurídica está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvará e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades.

O Certificado de Regularidade não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.

O Certificado de Regularidade tem validade de três meses, a contar da data de sua emissão.

Chave de autenticação	<i>pyhm.ws9c.xgir.zxrf</i>
-----------------------	----------------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis



CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da Consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
472692	10/12/2013	10/12/2013	10/03/2014

Dados Básicos:

CPF: 348.626.507-59
Nome: Denise Rivera Tenenbaum

Endereço:

Logradouro: R. Almirante Alexandrino, 3780-G1-302
N.º: Complemento:
Bairro: Santa Teresa Município: RIO DE JANEIRO
CEP: 21241-266 UF: RJ

Atividades de Defesa Ambiental:

Categoria:

Código	Descrição
1	5001 - Consultor Técnico Ambiental - Classe 5.0

Atividade:

Código	Descrição
1	12 - Ecossistemas Terrestres e Aquáticos
2	2 - Qualidade da Água


Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa jurídica está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarar e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades.

O Certificado de Regularidade não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.

O Certificado de Regularidade tem validade de três meses, a contar da data de sua emissão.

Chave de autenticação	am1i.9xnx.558b.2s9k
-----------------------	---------------------

IBAMA - Serviç?os On-Line			
	CPF:	513.706.387-87	Manual do Serviç?os On-Line
	Nome:	S?ergio Luiz Costa Bonecker	Alterar Senha
	N.º de registro no banco de dados do Ibama:	197864	Sair
	Data do ?ltimo Acesso:	09/08/2013 16:26:12	
<input type="button" value="Cadastro"/>		<input type="button" value="Relat?rios"/>	
<input type="button" value="Serviç?os"/>		<input type="button" value="Financeiro"/>	

Certificado de Regularidade

Caminho: [Cadastro](#) >> Certificado de Regularidade

Manual e Atendimento do Serviç?os On-Line

[? Certificado de Registro \(Pessoa F?sica\)](#)

[? Certificado de Registro \(Pessoa Jur?dica\)](#)

CERTIFICADO DE REGULARIDADE – CR



**Minist?rio do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renov?veis**



Registro n.º: Data da consulta: CR emitido em: CR v?lido at??:

Dados B?sicos

CPF:

Nome:

Endereç?o

Logradouro: Complemento:

N.º: Municipio:

Bairro: UF:

CEP: Chave de autenticaç?o:

N?o existem atividades potencialmente poluidoras declaradas.

Atividades de Defesa Ambiental	
Nº	Categoria
1	5001 - Consultor T?cnico Ambiental - Classe 5.0



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis



CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da Consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
197867	08/11/2013	08/11/2013	08/02/2014

Dados Básicos:

CPF: 462.811.697-00
Nome: Ana Cristina Teixeira Bonecker

Endereço:

Logradouro: Rua Carolina Santos, 119/602-II
N.º: Complemento:
Bairro: Meier Município: RIO DE JANEIRO
CEP: 20720-310 UF: RJ

Atividades de Defesa Ambiental:

Categoria:

Código	Descrição
1	5001 - Consultor Técnico Ambiental - Classe 5.0

Atividade:

Código	Descrição
1	12 - Ecossistemas Terrestres e Aquáticos
2	7 - Controle da Poluição
3	11 - Gestão Ambiental
4	6 - Recursos Hídricos
5	5 - Educação Ambiental
6	10 - Auditoria Ambiental
7	2 - Qualidade da Água

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa jurídica está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvará e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades.

O Certificado de Regularidade não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.

O Certificado de Regularidade tem validade de três meses, a contar da data de sua emissão.

Chave de autenticação	b8vd.15vi.zg3d.m5sy
-----------------------	---------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis



CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da Consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
623257	11/12/2013	11/12/2013	11/03/2014

Dados Básicos:

CPF: 127.994.757-87
Nome: Eliane Gonzalez Rodriguez

Endereço:

Logradouro: Rua Kioto 253
N.º: Complemento:
Bairro: Praia dos Anjos Município: ARRAIAL DO CABO
CEP: 28930-000 UF: RJ

Atividades de Defesa Ambiental:

Categoria:

Código	Descrição
1	5001 - Consultor Técnico Ambiental - Classe 5.0

Atividade:

Código	Descrição
1	5 - Educação Ambiental
2	11 - Gestão Ambiental
3	12 - Ecossistemas Terrestres e Aquáticos
4	2 - Qualidade da Água

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa jurídica está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarar e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades.

O Certificado de Regularidade não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.

O Certificado de Regularidade tem validade de três meses, a contar da data de sua emissão.

Chave de autenticação	<i>h3wl.lkr3.5b87.u26m</i>
-----------------------	----------------------------



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis



CADASTRO TÉCNICO FEDERAL
CERTIFICADO DE REGULARIDADE - CR

Registro n.º	Data da Consulta:	CR emitido em:	CR válido até:
197172	10/12/2013	10/12/2013	10/03/2014

Dados Básicos:

CPF: 777.303.997-68
Nome: Rodolfo Pinheiro da Rocha Paranhos

Endereço:

Logradouro: rua Visconde de Ouro Preto 39/503
N.º: Complemento:
Bairro: Botafogo Município: RIO DE JANEIRO
CEP: 22280-150 UF: RJ

Atividades de Defesa Ambiental:

Categoria:

Código	Descrição
1	5001 - Consultor Técnico Ambiental - Classe 5.0

Atividade:

Código	Descrição
1	10 - Auditoria Ambiental
2	11 - Gestão Ambiental
3	2 - Qualidade da Água
4	12 - Ecossistemas Terrestres e Aquáticos
5	6 - Recursos Hídricos

Conforme dados disponíveis na presente data, CERTIFICA-SE que a pessoa jurídica está em conformidade com as obrigações cadastrais e de prestação de informações ambientais sobre as atividades desenvolvidas sob controle e fiscalização do Ibama.

O Certificado de Regularidade emitido pelo CTF não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarar e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades.

O Certificado de Regularidade não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.

O Certificado de Regularidade tem validade de três meses, a contar da data de sua emissão.

Chave de autenticação	<i>tisw.lxjj.b6al.nteq</i>
-----------------------	----------------------------

