

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

Ambiente bentônico

Relatório Final



Volume 5

E&P

Dez/2013



PETROBRAS

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

Volume 5

Ambiente bentônico

Revisão 4

dezembro / 2013



E&P

ÍNDICE GERAL

I - METODOLOGIAS EMPREGADAS NA AVALIAÇÃO BIOLÓGICA DO COMPARTIMENTO BÊNICO DA BACIA DE CAMPOS	1/443
1 - Introdução	1/443
2 - Objetivos específicos	1/443
3 - Desenho amostral	2/443
4 - Análise de dados	21/443
Referências Bibliográficas	28/443
II - ABUNDÂNCIA DE BACTÉRIAS E FITOPIGMENTOS NOS SEDIMENTOS DA PLATAFORMA E TALUDE CONTINENTAL	33/443
1 - Resumo	33/443
2 - Introdução	34/443
3 - Material e Métodos	36/443
4 - Resultados	37/443
5 - Agradecimentos	54/443
6 - Referências	55/443
III - FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS NA PLATAFORMA CONTINENTAL ..	61/443
1 - Resumo	61/443
3 - Material e Métodos	64/443
4 - Resultados	65/443
4 - Discussão	85/443
5 - Conclusões e Considerações finais	101/443
6 - Agradecimentos	103/443
7 - Bibliografia	103/443

IV - FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS NO TALUDE CONTINENTAL, PLATÔ DE SÃO PAULO E CÂNIONS	129/443
1 - Resumo	129/443
2 - Introdução	130/443
3 - Material e Métodos	132/443
4 - Resultados	134/443
5 - Discussão	160/443
6 - Conclusões	165/443
7 - Agradecimentos	166/443
Referências Bibliográficas	167/443
V - MEIOFAUNA DA PLATAFORMA CONTINENTAL, COM ÊNFASE EM NEMATODA	181/443
1 - Resumo	181/443
2 - Introdução	182/443
3 - Material e Métodos	186/443
4 - Resultados	187/443
5 - Conclusões	214/443
Referências	215/443
VI - MEIOFAUNA DO TALUDE CONTINENTAL E CÂNIONS COM ÊNFASE EM NEMATODA	231/443
Resumo	231/443
1 - Introdução	232/443
2 - Material e Métodos	235/443
3 - Resultados	236/443
4 - Discussão	265/443
5 - Conclusões	273/443
6 - Referências	275/443

VII - MACROFAUNA BENTÔNICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL ...	285/443
Resumo	285/443
1 - Introdução	285/443
2 - Material e Métodos	288/443
3 - Resultados	290/443
4 - Discussão	306/443
5 - Conclusões	315/443
6 - Agradecimentos	315/443
Referências Bibliográficas	316/443
VIII - MACROFAUNA BENTÔNICA DO TALUDE CONTINENTAL E CÂNIONS	
.....	331/443
Resumo	331/443
1 - Introdução	332/443
2 - Metodologia	335/443
3 - Resultados	337/443
4 - Discussão	367/443
5 - Conclusões	377/443
6 - Agradecimentos	378/443
Referências	379/443

IX - COMUNIDADES BENTÔNICAS DOS SUBSTRATOS INCONSOLIDADOS DA PLATAFORMA E TALUDE CONTINENTAL DA BACIA DE CAMPOS: UMA VISÃO INTEGRADA ENTRE SEUS COMPONENTES E SUAS RELAÇÕES COM O AMBIENTE	393/443
1 - Introdução	393/443
2 - Metodologia de Análise	396/443
3 - Resultados	397/443
4 - Discussão	427/443
5 - Agradecimentos	433/443
Referências Bibliográficas	434/443
AUTORES – VOLUME V	441/443

I. METODOLOGIAS EMPREGADAS NA AVALIAÇÃO BIOLÓGICA DO COMPARTIMENTO BÊNTICO DA BACIA DE CAMPOS

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 compartimento bêntico foi um dos temas abordados com a finalidade de aprimorar o planejamento e a gestão ambiental da área.

Desta forma, surgiu 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, o objetivo principal da macroavaliação da região foi o de caracterizar as comunidades bentônicas presentes em substratos inconsolidados sobre a plataforma continental e o talude da Bacia de Campos (com destaque para o ambiente de cânions), em dois períodos contrastantes do ano (chuvoso e seco).

Este capítulo é subdividido em dois segmentos. O primeiro referente à metodologia de campo que descreve as malhas amostrais, os equipamentos, os procedimentos de coleta e os parâmetros amostrados e o segundo, referente aos procedimentos adotados nos laboratórios e nas análises dos dados das comunidades bentônicas na Bacia de Campos.

Objetivos específicos

- Analisar quali-quantitativamente as comunidades bentônicas da plataforma continental e do talude da Bacia de Campos (com destaque para o ambiente de cânions) quanto a sua composição taxonômica, frequência de ocorrência, dominância, riqueza, diversidade, equitabilidade, densidade e distribuição horizontal.
 - Estimar a biomassa dos principais grupos dominantes, que servirão como subsídios para elaboração de modelos ecossistêmicos da região.
-

- Levantar dados biológicos e ecológicos das espécies amostradas na Bacia de Campos.
- Integrar os dados de fauna bêntica obtidos nos diferentes habitats investigados.
- Identificar possíveis padrões espaciais e tendências de variações temporais entre essas comunidades
- Interpretar os dados de fauna bêntica obtidos nos os diferentes habitats investigados com os dados ambientais simultaneamente obtidos.

Desenho amostral

Malhas amostrais empregadas nas avaliações do sistema bêntico

Macroavaliação

Para a macroavaliação da Bacia de Campos, em escala regional, foram planejadas 108 estações de coletas distribuídas em 12 isóbatas, a saber: 25, 50, 75, 100, 150, 400, 700, 1000, 1300, 1900, 2500, 3000 m. As estações foram posicionada sobre 9 transectos dispostos perpendicularmente à batimetria, os quais, foram distribuídos latitudinalmente pela Bacia de Campos evitando áreas de maior concentração de empreendimentos e obstáculos (plataformas, dutos e poços) e áreas recortadas por cânions. O transecto denominado A, posicionado mais ao sul distou, em média, 25 km do limite sul da Bacia de Campos e o transecto I, posicionado mais ao norte distou, em média, 60 km do limite norte (Figura 1).

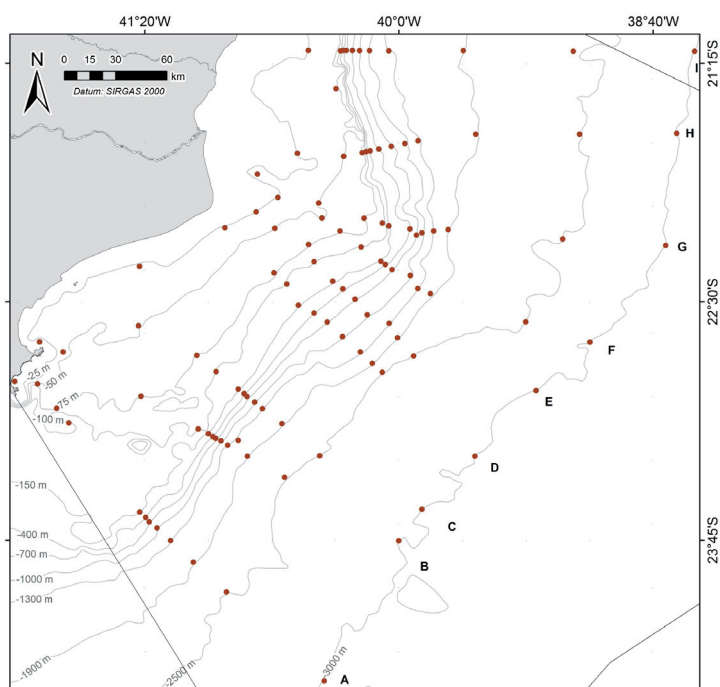


Figura 1 - Malha amostral para avaliação do sistema bêntico da Bacia de Campos, mostrando as 108 estações planejadas em cada período estudado.

Cânions

Para a avaliação do habitat Cânions, foram escolhidas duas áreas ao norte da Bacia de Campos: cânion Almirante Câmara (CANAC) e cânion Grussaí (CANG). No interior de cada um, foram definidas quatro estações amostrais dispostas sobre quatro isóbatas (400, 700, 1000 e 1300 m) (Figura 2). O desenho amostral também considera as estações amostrais da malha da macroavaliação que refere-se ao talude adjacente (transectos G e H).

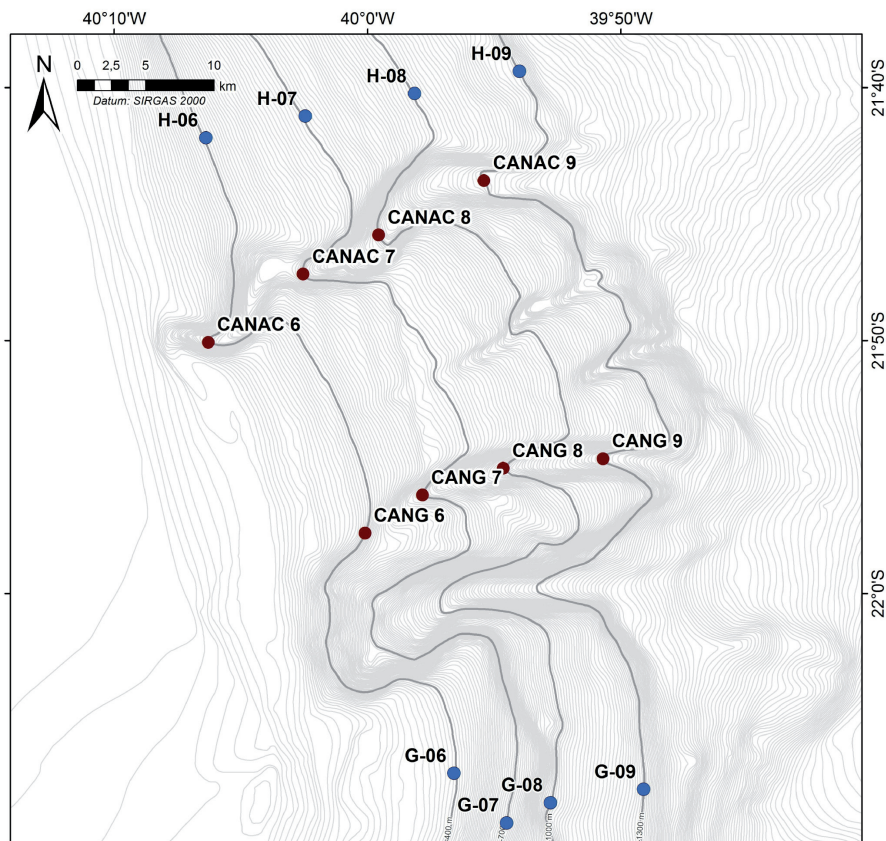


Figura 2 - Malha amostral para avaliação do habitat Cânions na Bacia de Campos com estações dispostas nos cânions Grussaí (CANG) e Almirante Câmara (CANAC) e no talude adjacente (transectos G e H), mostrando as estações planejadas em cada período estudado. Incluir figura com os transectos G e H.

Equipamentos de coleta e operação

As amostras de sedimento foram coletadas com pegadores de fundo, que devido à variação faciológica existente entre a plataforma continental e o talude, foram diferenciados. Foi utilizado um van Veen (modificado) para áreas rasas (profundidades inferiores a 200 m e um box corer para áreas profundas (entre 200 e 3000 m). Apesar de diferentes (Figura 3), ambos possuem a mesma forma de amostragem: manutenção

de integridade da superfície do sedimento, retirada de amostras por janelas superiores e fechamento inferior de mandíbulas como os pegadores tipo Eckeman (Tabela I).

Tabela I - Equipamentos empregados nas amostragens de sedimento:

Característica	van Veen	box corer
Dimensões	92 x 80 x 40 cm	50 x 50 x 50 cm
Habitat avaliado	Plataforma Continental e Foz RPS	Talude e Cânions
Área de atuação	Água rasa e granulometria grosseira	Água profunda e granulometria fina

A janela superior em ambos os equipamentos possibilitou a retirada das amostras sem alteração da camada superficial do sedimento (Figura 3). A disposição dos gabaritos com volume predefinidos possibilitou a retirada de todos os parâmetros em apenas um lançamento por réplica (Figura 4).



Figura 3 - Amostrador de fundo do tipo van Veen utilizado nas coletas sobre a Plataforma Continental (A) e gabaritos metálicos e plásticos inseridos no sedimento coletado com este equipamento (B).

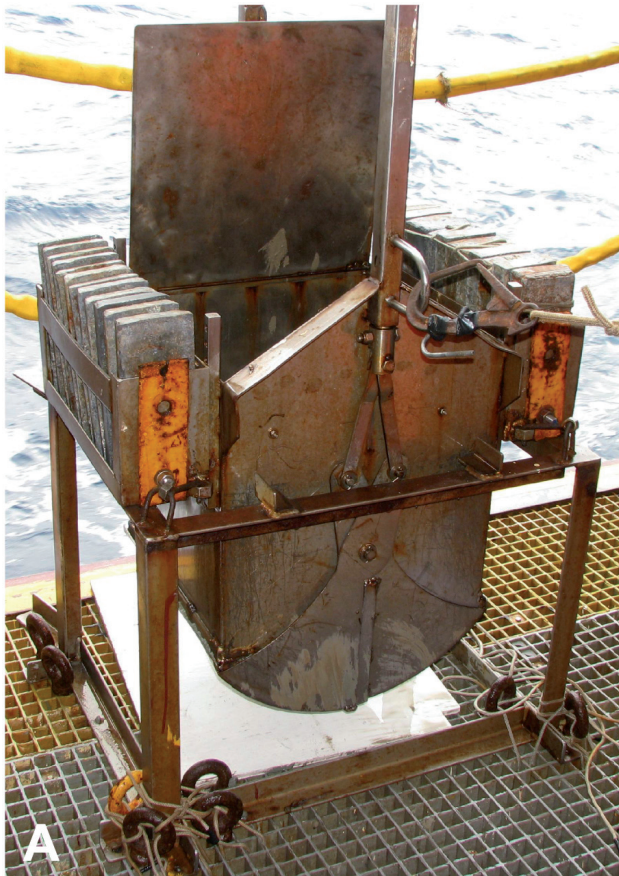


Figura 4 - Box corer utilizado nas coletas no Talude e Cânions (A) e gabaritos metálicos e plásticos inseridos no sedimento coletado com este equipamento (B).

De forma complementar foi utilizado um perfilador oceanográfico do tipo CTD (*Conductivity, Temperature and Depth*), para obtenção *in situ* de informações de temperatura, salinidade, condutividade e pressão na coluna e massa d'água próxima ao fundo. Este equipamento foi fixado numa rossette, quando em áreas sobre o talude, ou foi diretamente lançado, quando em áreas rasas, sempre imediatamente após o término das amostragens em cada estação.

Embarcação

Durante o projeto, foram realizadas amostragens em cinco campanhas (grandes períodos que possuem similaridade sazonal) distribuídos em 23 pernadas, denominadas HABs e numeradas sequencialmente (HAB01 a HAB23). As campanhas exclusivas para as amostragens de sedimento totalizaram 12 pernadas (Tabela II).

Tabela II - Campanhas, pernadas, embarcações e períodos de coleta de sedimento do Projeto HABITATS.

Campanha	Pernada	Embarcação	Data de coleta
Talude Período Seco (TPS)	HAB 03 e 04	R/V Gyre	02/05/2008 a 15/07/2008
Plataforma Período Seco I (PPSI)*	HAB 05, 06 e 07	R/V Emma McCall	
Talude Período Chuvoso (TPC)	HAB 08, 09 e 10	R/V Gyre (HAB 8 e 10) R/V Emma McCall (HAB9)	05/01/2009 a 17/03/2009
Plataforma Período Chuvoso (PPC)	HAB 11 e 13	R/V Emma McCall	
Plataforma Período Seco II (PPSII)	HAB 16 e 17	R/V Emma McCall	16/06/2009 a 27/07/2009

As amostragens realizadas sobre a plataforma foram as mais complexas, devido à grande variedade de fundos (lama, areia e cascalho biogênico) e suas diferentes combinações. O equipamento utilizado na primeira campanha de 2008 (HAB 05, 06 e 07) mostrou-se insuficiente para amostragem de todos os parâmetros num único lançamento e, além disto, foram identificadas inconsistências no processamento de algumas amostras entre as campanhas. Desta forma, foi idealizado e testado o amostrador (Figura 3 A e B) com volume suficiente para coletar todos os parâmetros na mesma réplica e de fácil retirada das amostras. Assim, as amostras da plataforma continental referentes ao período seco de 2008 (HAB 05, 06 e 07) foram recoletadas em 2009 (HAB 16 e 17), sendo validadas e analisadas apenas as amostras destinadas a pigmentos no sedimento, bactérias e foraminíferos. Desta forma a avaliação de pigmentos e bactérias, considerou informações de três campanhas sobre a plataforma continental, enquanto foraminíferos, meiofauna e macrofauna utilizou duas campanhas. Neste ponto vale a observação, de que a comunidade de foraminíferos da plataforma foi coletada em três campanhas, mas só foi possível sua análise nas duas primeiras, devido a restrições de cronograma do projeto e de capacidade laboratorial.

Na figura 5, estão ilustrados os navios R/V Gyre e R/V Emma McCall utilizados nestas campanhas e suas características são apresentadas na Tabela III.



Figura 5 - Navios R/V Gyre e R/V Emma McCall utilizados para amostragem de sedimento na Bacia de Campos.

Tabela III - Características das embarcações utilizadas nas campanhas de sedimento

Característica	R/V Gyre	R/V Emma McCall
Pernadas de sedimento	HAB 03, 04, 08 e 10	HAB 05, 06, 09, 11, 13, 16 e 17
Ano de fabricação	1973	2003
Local de fabricação	New Orleans, EUA	Cameron, EUA
Comprimento	55 metros	46,60 metros
Calado	3,5 metros	3,66 metros
Limitações operacionais	<i>Beaufort 6</i>	<i>Beaufort 6</i>
Acomodações	11 tripulantes + 24 cientistas	12 tripulantes + 14 cientistas
Regime de trabalho	turno 12h/12h	turno 12h/12h

Metodologia de campo

Procedimento de coleta

A amostragem de sedimento é, em geral, de difícil execução, uma vez que os requisitos de aceite da mesma são rigorosos (descritos abaixo). Este tipo de amostragem foi feito, majoritariamente, pelas equipes especializadas vinculadas à embarcação. Entretanto, todos os procedimentos realizados foram supervisionados por um profissional, designado pelo laboratório que recebeu as amostras, que teve como principal função verificar os procedimentos de bordo e controlar as etapas de amostragem, retirada e acondicionamento das amostras, para garantir a qualidade das mesmas.

Em cada estação de coleta primeiramente foi definido um raio de 150 m de atuação para a obtenção de 3 réplicas. As amostragens seguiram os critérios de repetição e aceite descritos a seguir:

- Três lançamentos sem nenhuma obtenção de amostra válida – necessidade de deslocamento da estação, respeitando a batimetria previamente definida;
- Seis tentativas de amostragem, no máximo, para a execução das estações situadas na área do talude e cânions e nove tentativas, nas estações sobre a plataforma continental;
- Foram consideradas válidas as amostragens que apresentaram as seguintes características: total fechamento do equipamento; distribuição homogênea do sedimento em toda a área interna do amostrador e altura mínima da coluna sedimentar (10 cm no van Veen e 15 cm no *box corer*).

Foram realizados registros fotográficos de todas as amostragens, sendo avaliadas e anotadas as características gerais do sedimento, tais como coloração, bioturbação e presença de megabentos para posterior avaliação.

A retirada das amostras foi feita de forma padronizada com auxílio de gabaritos ou mini-testemunhos. As amostras destinadas à avaliação de parâmetros físico-químicos corresponderam à camada superficial do sedimento (0-2 cm) e foram as primeiras a serem retiradas do equipamento, seguidas pelas amostras biológicas (0-10 cm). A fauna e flora eventualmente encontrados na superfície (epibentos) do sedimento foram coletados, fixados e identificados com o código da estação e da réplica. Quando contidos no gabarito destinado à avaliação da biota, foram considerados parte da amostra, quando encontrados fora destes gabaritos foram coletados somente para incremento de inventário biológico.

Parâmetros avaliados

A seguir são apresentados os parâmetros estudados e as particularidades dos procedimentos de amostragem, processamento e acondicionamento de amostras a bordo.

Parâmetros avaliados in situ

- Temperatura do sedimento
 - Características visuais do sedimento (tipo de fundo, cor do sedimento, textura do sedimento, presença de organismos na superfície e sinais de bioturbação)
 - Temperatura e salinidade da água obtidas com CTD da água de fundo.
-

Parâmetros físico-químicos avaliados no sedimento

Os parâmetros físico-químicos avaliados foram os abaixo listados:

- Granulometria
- Carbonatos
- CNPS (carbono orgânico, nitrogênio, fósforo e enxofre)*
- Lipídios (ácidos graxos, esteróis e n-alcóois)*
- Aminoácidos*
- Carbono Negro*
- Total de hidrocarbonetos (THP)*
- N-alcanos e mistura complexa não resolvida (MCNR)*
- Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs)*
- Hopanos e esteranos*
- Isótopos estáveis*
- Lignina
- Sulfetos voláteis em ácido / Metais simultaneamente extraídos (AVS/SEM)
- Metais totais

Todos os parâmetros químicos foram indicados em uma categoria definida como “Orgânicos” (marcados com asterisco acima) tendo sido avaliados a partir de uma mesma amostra. Todos os parâmetros foram coletados em triplicata em cada estação.

Os procedimentos para obtenção, acondicionamento e conservação das amostras seguem descritos na tabela IV.

Tabela IV - Parâmetros amostrados, estrato, recipiente e metodologia de conservação das amostras nas campanhas de sedimento

Parâmetro	Nº testemunhos (10x10cm)	Estrato (cm)	Volume amostrado (cm ³)	Gabarito	Recipiente	Conservação
Orgânicos	2	0-2	400	metálico	metálico	congelado
Sedimentologia	1	0-2	200	plástico	plástico	congelado
AVS/SEM	1	0-2	100	plástico	plástico	refrigerado
Metais totais	1	0-2	200	plástico	plástico	congelado

Grupos biológicos avaliados no sedimento

Os parâmetros biológicos avaliados foram os abaixo listados:

- Pigmentos no sedimento
- Bactérias
- Foraminíferos
- Meiofauna
- Macrofauna

Devido às diferenças ambientais entre áreas rasas e áreas profundas, foram definidas diferenças no procedimento de amostragem e processamento das amostras a bordo. Estas particularidades envolvem: o volume de sedimento destinado à análise do macrobentos, a necessidade de estratificação da coluna sedimentar (em estratos de 0-2, 2-5, 5-10 cm) a bordo visando a melhor penetração do conservante e o tipo de preservante utilizado (Tabela V). Todas as amostras avaliadas foram coletadas em triplicata para cada estação.

Tabela V - Parâmetros amostrados, estrato, recipiente e metodologia de conservação das amostras nas campanhas de sedimento,

Parâmetro	van Veen (nº testemunhos 10 x10cm)	Box corer (nº testemunhos 10 x10cm)	Estrato (cm)	Volume amostrado (cm ³)	Gabarito	Recipiente	Conservação
Bactéria / Pigmentos	6 (<i>eppendorf</i>)	6 (<i>eppendorf</i>)	0-2			<i>eppendorf</i>	Nitrogênio líquido
Foraminífero*	1	1	0-2	200	metal	plástico	formol 10% tamponado com bórax, álcool 70%
Meiofauna **	1	1	0-2 0-10	200 1000	metal	plástico	formol 10% tam- ponado com bórax
Macrofauna	4	9	0-10 (estratificado)	4000 9000	metal	plástico	formol 10% tam- ponado com bórax

* Foi adicionado o corante Rosa de Bengala nas amostras de foraminífero.

** As amostras de meiofauna do talude e cânions foram analisadas no estrato de 0-2 cm e as amostras da plataforma continental no estrato de 0-10 cm.

O volume da amostra destinada à avaliação do macrobentos foi maior para o talude devido à rarefação da biota com o aumento da profundidade.

As amostras destinadas à avaliação da comunidade de foraminíferos da plataforma continental foram conservadas em formol 10% tamponado com bórax, enquanto as amostras do talude e cânions foram conservadas com etanol 70%. Isto se deve à fragilidade da carapaça dos espécimes de foraminíferos que habitam

ambientes profundos para os quais preferencialmente se utilizam preservantes menos corrosivos.

Sobre o talude, a predominância de sedimentos lamosos e compactados, indica que o sedimento amostrado deva ser fracionado, visando à melhor penetração do conservante.

Metodologia de laboratório

As amostras de sedimento marinho coletadas na plataforma continental, foz do rio Paraíba do Sul, talude e cânions foram processadas em 12 laboratórios para a análise de fitopigmentos, bactérias, foraminíferos, meiofauna e macrofauna (Tabela VI).

Tabela VI - Instituições de pesquisa e laboratórios responsáveis pelo processamento e análises biológicas de amostras de sedimento marinho do Projeto HABITATS.

Tema	Ambiente	Instituição	Laboratório líder
Macrofauna	Plataforma continental	UNIRIO e USU	Laboratório de Ecologia Bêntica - UNIRIO
	Talude e cânions	UFRJ	Laboratório de Benthos - UFRJ
Meiofauna	Plataforma continental, talude e cânions.	UFPE, UFCG, UFRPE, UFAL.	Laboratório de Meiofauna - UFPE
Foraminífero	Plataforma continental	UFPR	Laboratório de Micropaleontologia - UFPR
Foraminífero	Talude e cânions	USP	Laboratório de Bioindicadores Ambientais
Bactéria / Pigmentos	Plataforma continental; talude e cânions.	UFRJ	Laboratório de Hidrobiologia - UFRJ

Padronização metodológica

Visando uma uniformização metodológica que possibilitasse a comparação das informações geradas pelas diferentes equipes, os laboratórios elaboraram e adotaram protocolos de processamento das amostras. Estes protocolos são específicos para cada parâmetro e detalham todas as etapas do processamento das amostras, desde a chegada e aceite destas no laboratório, passando pela preservação, estocagem, validade, controle de qualidade e registro das informações, até a apresentação dos resultados e guarda do material.

Controle de qualidade das análises biológicas

Todas as equipes estabeleceram procedimentos de controle de qualidade das análises biológicas, onde pelo menos 10% das amostras de cada triador tiveram o sedimento remanescente verificado para detecção e identificação de organismos possivelmente esquecidos. Durante a reavaliação da amostra, sendo encontrados organismos, estes foram armazenados nos frascos correspondentes. Foram aceitos pelo controle de qualidade os casos em que o número de organismos esquecidos na amostra foi igual ou inferior a 10% do total de organismos separados na triagem e reprovados os casos em que os esquecidos ultrapassaram os 10% do total de organismos separados durante a triagem. Nos casos de reprovação, 100% das amostras do triador em questão foram re-examinadas. Este procedimento foi baseado nos padrões da International Organization for Standardisation (ISO) voltados para monitoramento de padrões biológicos (ISO 16665/2005)

Processamento das amostras

Amostras de bactérias

A quantificação de Bactérias no sedimento foi realizada no Laboratório de Hidrobiologia do Departamento de Biologia Marinha da UFRJ.

O procedimento para a análise da abundância bacteriana consistiu na extração das bactérias do sedimento (Duhamel & Jacquet, 2006) e quantificação destas com o auxílio de um citômetro de fluxo (Andrade *et al.*, 2003).

As amostras de sedimento foram descongeladas e fixadas com paraformaldeído (concentração final 2 %). Alíquotas de 0,5 g do sedimento foram pesadas com o auxílio de uma balança analítica de quatro casas decimais, em tubos de ensaio de polipropileno estéreis. Aos sedimentos pesados foram adicionados 3 mL de formol (concentração final 2 %) e os tubos foram homogeneizados manualmente, refrigerados por 30 minutos e posteriormente congelados em freezer -20 °C. As amostras fixadas permaneceram congeladas até o momento da análise. A análise de abundância bacteriana nas amostras de sedimento coletadas foi precedida pela extração com pirofosfato de sódio. Esta metodologia de extração proposta por Danovaro *et al.* (2001) e Duhamel & Jacquet (2006) teve alguns procedimentos testados e modificados.

As amostras congeladas foram descongeladas sobre a bancada até atingirem temperatura ambiente. Aos tubos contendo amostra de sedimento foi adicionado 5

μL de Tween 80 10 % (diluído com água ultra pura), 1 mL de pirofosfato de sódio 10 mM e 4 mL de água do mar estéril (filtrada em membrana 0,22 μm e autoclavada). Os tubos foram agitados manualmente e em seguida sonicados durante 30 minutos (potência de 75 %; \cong 58 W), com interrupção de 30 segundos a cada minuto.

Após a sonicação as amostras foram incubadas em recipiente contendo água durante 5 minutos. Finalizada a incubação as amostras foram homogeneizadas manualmente por 1 minuto e centrifugadas (800 G / 1 minuto), imediatamente diluídas 25 x em tampão fosfato livre de partículas (filtrado com membrana 0,22 μm) e coradas com Syto13. As células procarióticas em suspensão presentes nas amostras tratadas foram enumeradas por citometria em fluxo. Em todos os procedimentos foram utilizadas pipetas automáticas calibradas, membranas filtrantes estéreis e tubos e ponteiros previamente esterilizados em autoclave.

A abundância bacteriana total nos sedimentos tratados foi determinada após a coloração dos ácidos nucleicos (DNA e RNA) com o fluorocromo Syto13 (Molecular Probes, ref. S-7575) a 2,5 μM . Este procedimento é baseado nos trabalhos de Del Giorgio *et al.* (1996) e Gasol & Del Giorgio (2000) e tem sido utilizado rotineiramente no laboratório de Hidrobiologia para a análise de abundância bacteriana em amostras de água (Andrade *et al.*, 2003). Com o desenvolvimento do presente trabalho, a metodologia de determinação da abundância bacteriana por citometria em fluxo foi validada também para amostras de sedimento.

Para cada 250 μL de amostra de sedimento tratada e diluída foram utilizados 10 μL da solução de trabalho de Syto13. As amostras foram homogeneizadas em vórtex por 15 segundos e incubadas no escuro por 15 minutos. Após este período, esferas fluorescentes de látex foram adicionadas em abundância conhecida a cada amostra para calibração do espalhamento lateral e dos sinais de fluorescência verde, e como padrão interno para as contagens e medidas citométricas. A concentração da solução padrão de esferas foi determinada por microscopia de epifluorescência, de acordo com Lebaron *et al.* (1994) e as amostras foram mantidas em recipiente protegido de luz até o momento da leitura no citômetro (entre 20 e 40 minutos).

Para detecção foi empregado um citômetro CyAn ADP (DakoCytomation), equipado com um laser de estado sólido (488 nm, 25 mW) e com modificações no filtros (verde FL1 em 510 \pm 15 nm, e vermelho FL4 em 650 \pm 10 nm). Para aquisição e processamento dos dados foi empregado o programa Summit versão 4.3 (DakoCytomation). Vale ressaltar que todos os dados de abundância obtidos neste trabalho

foram dimensionados como número de células ou bactérias (bact) por massa úmida de sedimento (padronizada como 1 g).

A abundância total de células procarióticas baseada na contagem de células coradas e esferas fluorescentes foi determinada pela fórmula: [(bactéria/ esferas {ambas contadas por citometria}) x esferas/mL {contadas por microscopia}] (Gasol *et al.*, 1999).

Amostras de fitopigmentos (Clorofila a + Feofitina a)

Para a análise dos fitopigmentos (clorofila a e feofitina a), as amostras foram descongeladas e utilizadas alíquotas de 1 a 2 g de sedimento. Às alíquotas foram adicionados 10 mL de acetona 100% pelo período de 24 horas a 4 °C. As medições foram realizadas no espectrofotômetro UV-Vis Perkin-Elmer® Lambda 20 e no fluorímetro Turner Designs® TD-700, sendo os cálculos baseados nos procedimentos e equações descritas por Parsons *et al.*, (1984). A detecção dos métodos foi realizada com enfoque em metrologia (Matos, 2001; Paiva, 2001).

A calibração dos aparelhos foi realizada com clorofila a pura (Sigma® C-6144) e o limite de detecção do ensaio foi de 0,02 µg.L⁻¹ (Matos, 2001).

Amostras de foraminíferos

A equipe do Laboratório de Foraminíferos e Micropaleontologia Ambiental (LaF-MA) da UFPR processou as amostras de foraminífero da plataforma continental. No laboratório foi verificado inicialmente o pH das amostras e neutralizado com bórax, quando necessário. Em seguida foi adicionado corante Rosa de Bengala para evidenciar a presença de protoplasma em indivíduos vivos no momento da coleta.

O volume das amostras foi estimado após a retirada de excesso de líquido com auxílio de papel de filtro. Para tal, foi utilizada uma proveta graduada, parcialmente preenchida com água, verificado o deslocamento da coluna d'água após a adição da amostra e quantificado o volume. Uma alíquota de 20 cm³ deste sedimento foi separada para o estudo de foraminíferos bentônicos vivos (FV) e o excedente separado, seco e arquivado para contra-prova.

As alíquotas foram lavadas em peneira de malha de 63 µm e secas em estufa a 60 °C. Foi utilizado tricloroetileno nas alíquotas para a flotação e prévia separação das carapaças de foraminíferos (material flotado) dos demais constituintes do sedimento.

A triagem do material flotado foi realizada sob microscópio estereoscópico, sendo o resíduo totalmente revisado em busca de espécimes que eventualmente não

flotaram. Os foraminíferos considerados vivos (corados) foram separados, devidamente identificados e quantificados. Foram organizados por espécies, gêneros e “morfotipos” e remetidos para o Museu Argentino de Ciências Naturais (MACN), na Argentina, para refinamento taxonômico.

As amostras de sedimento destinadas às análises de foraminíferos do talude e cânions foram armazenadas em recipientes plásticos com solução de álcool 70% a bordo do navio. No Laboratório de Bioindicadores Ambientais do Instituto Oceanográfico da USP (LBA-IOUSP), as amostras de sedimento úmido foram coradas com uma solução de Rosa de Bengala e álcool 70% por um período de no mínimo 48 horas, para auxiliar na identificação dos espécimes vivos no momento da coleta (Walton, 1952).

Alíquotas de 50 cm³ de sedimento foram peneiradas a úmido em malhas de 125 µm e 63 µm já que a comunidade de foraminíferos bentônicos é significativamente representada nas frações > 63µm (Schröder *et al.*, 1987 e Schmiel *et al.*, 1997). Após o peneiramento, o material foi seco em estufa, à temperatura máxima de 40 °C, por um período de aproximadamente 24 horas. Amostras com grande quantidade de material terrígeno também foram flotadas com tricloroetileno (C₂HCl₃). A triagem das testas foi realizada sob estereomicroscópio (aumento máximo de 115 x). Em cada uma das frações, foram triados todos os espécimes e colocados em lâminas micropaleontológicas, quantificados e identificados. A identificação das espécies foi realizada com base em literatura específica de Ellis & Messina (1940 *et seq.*), Boltovskoy *et al.* (1980), van Morkoven *et al.* (1986), Loeblich & Tappan (1988), Jones (1994), Barbosa (1998; 2002), Murray (2003) e Martins & Gomes (2004).

Amostras de meiofauna

O processamento das amostras de sedimento marinho destinadas à análise de meiofauna foi coordenado pelo Laboratório de Meiofauna da Universidade Federal de Pernambuco (Tabela VII).

Tabela VII - Material meiofaunístico analisado nas diferentes avaliações do sistema.

Área \ Material analisado	Meiofauna total	Nematofauna
Macroavaliação	A, C, E, G e H	transectos A à I
Cânions	Almirante Câmara e Grussaí	Almirante Câmara e Grussaí

Inicialmente, o fixador existente nas amostras de sedimento foi vertido em um recipiente destinado a descarte adequado. Em seguida, as amostras foram lavadas em duas peneiras de malhas de 300 μm e 45 μm e preservadas em formol 10%. O material retido na menor malha passou pela técnica de flotação com auxílio de sílica coloidal, de densidade 1,18 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (Sommerfield *et al.* 2005).

O material oriundo de áreas rasas (plataforma continental), foi quartado em 4 sub-amostras, empregando um fracionador de Folsom. Uma fração, ou seja, 25% do total da amostra seguiu no processamento. A triagem foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópico, quando todos os grupos taxonômicos da meiofauna foram contabilizados sob magnificação. Em cada amostra processada 150 exemplares de Nematoda foram transferidos para *ependorffs* para o procedimento de diafanização.

A diafanização possibilita uma melhor preservação e consequente visualização das estruturas internas, para posterior identificação e biometria. Para tal, foi aplicado o método descrito por De Grisse (1969), no qual os indivíduos, previamente colocados em uma placa de vidro passam de maneira consecutiva, em três soluções: na 1ª solução (99% de formol a 10% + 1% de glicerina P.A.), o material fica em um dessecador, por 12 horas, para que o formol seja, gradativamente, substituído por etanol. Após esse período, a placa de vidro com os animais é transferida para uma estufa, onde permanece a uma temperatura de 38 °C ($\pm 5^\circ\text{C}$) e, adiciona-se a 2ª solução (95% de etanol P.A. + 5% de glicerina P.A.), por pelo menos três vezes, a cada 2 horas. Por último, a 3ª solução (50% de etanol P.A. + 50% de glicerina P.A.) é inserida até a total evaporação do etanol e absorção da glicerina no corpo do animal.

Os procedimentos adotados para confecção de lâminas foram os descritos por Cobb (1917). As lâminas foram colocadas em um pote com álcool P.A., por no mínimo, 24 horas. Posteriormente, estas lâminas foram enxugadas com papel absorvente e, um círculo de parafina foi inserido na mesma. Ainda que tenham sido retirados 150 indivíduos de cada amostra, foram montados apenas 100, sendo um indivíduo em cada lâmina. Os indivíduos adicionais foram acondicionados em tubos *ependorff* contendo glicerina P.A., devidamente etiquetados com as informações da estação e réplica.

As identificações da nematofauna, principal grupo avaliado, foram ao nível de gênero e centralizadas na equipe da UFPE que utilizou como base a chave pictorial de Warwick *et al.* (1998), além de outras bibliografias pertinentes. A classificação taxonômica foi baseada em De Ley *et al.*, (2006) e Lorenzen (1994).

Para o estabelecimento da estrutura trófica, foi utilizada a classificação de Wieser (1953), na qual os organismos são classificados segundo as suas estratégias alimentares (tabela VIII)

Tabela VIII - Classificação trófica da Nematofauna segundo Wieser (1953)

Tipos Tróficos	Cavidade bucal	Estratégia alimentar
1A	reduzida ou ausente	Detritívoros seletivos
1B	ampla e sem dentes	Detritívoros não-seletivos
2A	presença de pequenos dentes	Comedores de epístratos (Herbívoros)
2B	ampla com dentes fortes ou mandíbulas	Predadores ou predadores/onívoros

Processamento das amostras de macrofauna

O processamento das amostras destinadas à análise de macrofauna foi coordenado pelo Laboratório de Bentos da UFRJ e envolveu 3 universidades. As amostras da Plataforma Continental foram processadas pela equipe da UNIRIO e USU e as amostras do talude e cânions pela equipe da UFRJ.

Em laboratório a análise das amostras compreendeu a triagem dos organismos do sedimento, a identificação taxonômica das espécies, a quantificação e estimativa de biomassa.

Devido à miniaturização da macrofauna bêntica de profundidade (Gage, 2001), foram utilizadas duas malhas durante o processo de lavagem e separação dos organismos das amostras. A lavagem das amostras da plataforma continental e foz do rio Paraíba do Sul foi realizada com auxílio de malhas de 1 cm e 500 µm, enquanto a lavagem das amostras do talude e cânions utilizou apenas a malha de 300 µm.

Após a lavagem o material foi conservado em etanol 70% e triado sob microscópio esterioscópico, em grandes grupos taxonômicos, sendo especificamente Mollusca em Classes, Crustacea em Ordens, Annelida em Família e os demais grupos classificados em Filos ou Classes (Figura 6). Foram contabilizados apenas os exemplares da macrofauna *stricto sensu*, excluindo-se os grupos tradicionalmente pertencentes à meiofauna, como por exemplo, Nematoda, Foraminifera, Tardigrada, Copepoda e Ostracoda. Exclusivamente no caso de Mollusca, somente os exemplares considerados vivos foram triados, estando com conchas íntegras e apresentando parte mole.

Os animais triados foram mantidos em frascos etiquetados e conservados em etanol a 70%, sendo encaminhados para aproximadamente 40 especialistas responsáveis pelo refinamento taxonômico de cada grupo identificado.

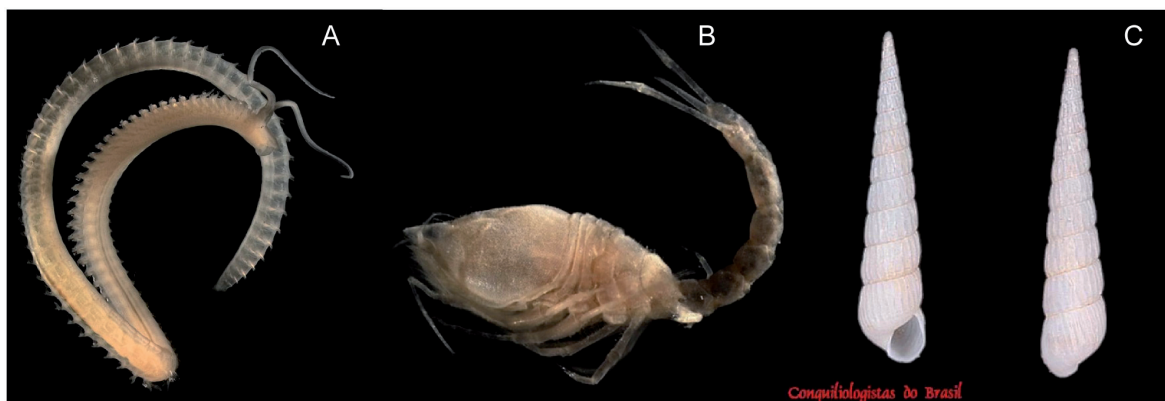


Figura 6 - Exemplo de resultado da triagem da macrofauna. Espécimes de Annelida em Família (A – Spionidae), de Crustacea em Ordem (B – Cumacea) e de Mollusca em Classes ou Família (C – Pyramidellidae)

Estimativa de biomassa

Biomassa de foraminíferos

A biomassa foi calculada pelo método volumétrico e cada espécie teve suas formas aproximadas, ou mesmo decompostas em formas geométricas (Murray, 1991) (Figuras 7 e 8). Espécimes de cada espécie foram separados em classes de tamanhos e empregada uma fórmula que foi estabelecida para a média de tamanho de cada classe, e aplicada para estimar o volume total da espécie. Como o volume da carapaça não é totalmente ocupado pelo protoplasma, seguindo sugestão de Altenbach (1987) o volume estimado foi multiplicado pelo fator de correção de 0,35. A transformação do biovolume em miligramas de carbono orgânico foi realizada segundo Gerlach *et al.* (1985). Dados de biomassa foram calculados para 97 % de todos os indivíduos identificados em ambos os períodos.

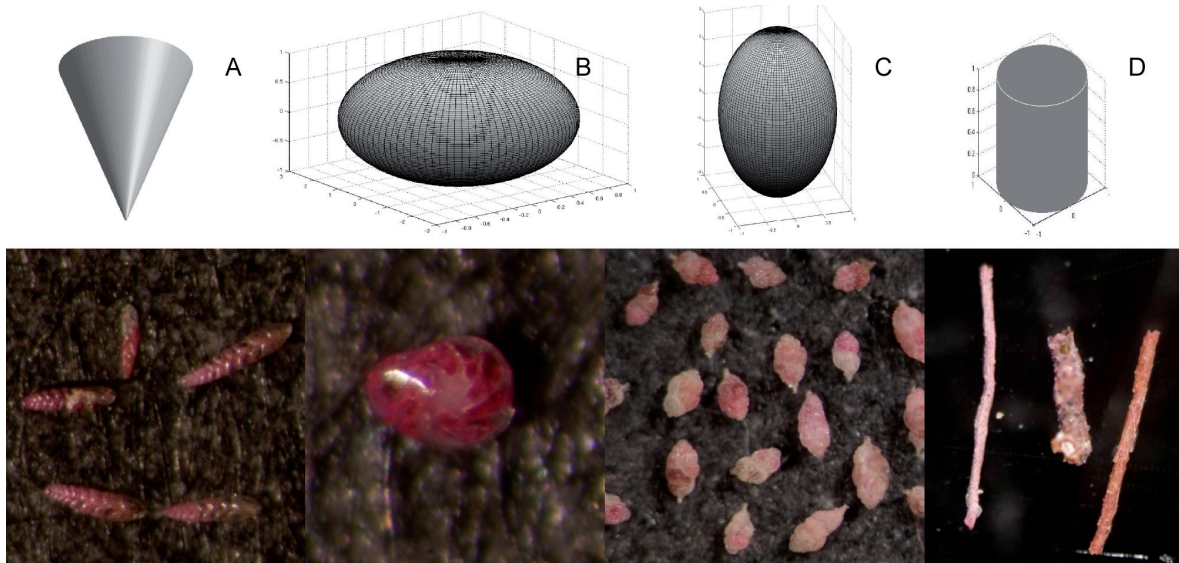


Figura 7 - Exemplo de formas geométricas (A – cone, B – oblato, C – prolato e D – cilindro) atribuídas aos foraminíferos no cálculo de biovolume para a estimativa de biomassa.

Para os foraminíferos de talude, a metodologia utilizada para o cálculo de biomassa, foi adaptada de Murray (1968), que determina o biovolume das carapaças de foraminíferos bentônicos. Os indivíduos foram separados de acordo com:

a) Formas:

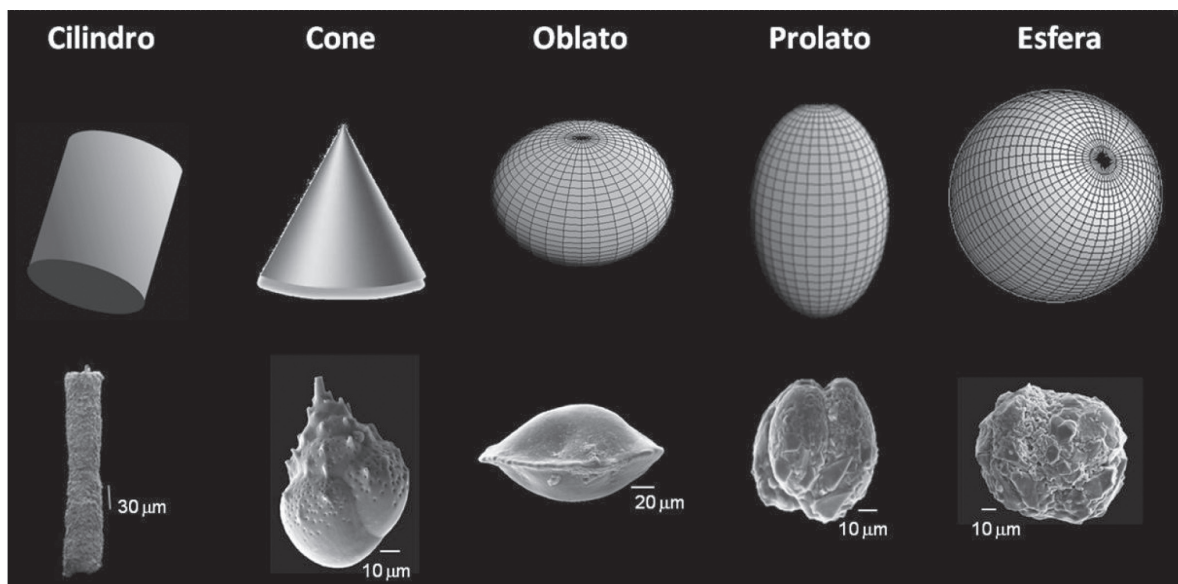


Figura 8 - Classificação geométrica dos foraminíferos bentônicos: cilindro (*Rhabdammina discreta*), cone (*Bulimina cuneata*), oblato (*Cassidulina laevigata*), prolato (*Adercodryma glomeratum*) e esfera (*Psammosphaera fusca*).

b) Classes de tamanho: 0 - 0,0001 mm; 0,0001 - 0,001 mm; 0,001 - 0,01 mm; 0,01 - 0,1 mm; >0,1 mm.

Foram medidos o eixo maior e o menor de cada indivíduo e o cálculo de biovolume foi realizado aplicando-se funções matemáticas de acordo com a forma do indivíduo.

Biomassa de nematofauna

A biomassa dos Nematoda foi calculada por um método volumétrico (Figura 9), utilizando uma versão modificada da fórmula proposta por Andrassy (1956):

$$\text{BIOMASSA (em } \mu\text{g de peso úmido)} = (L \cdot W^2 / 1,7) N_{\text{Rd}} \cdot 10^{-6}$$

L = Comprimento total (μm).

W = Largura (μm), diâmetro máximo do corpo (mbd).

NRd = Densidade relativa de Nematoda, estimada em 1,13 para nematódeos marinhos (Somerfield *et al.*, 2005).

Para a medição da largura máxima e comprimento do corpo dos Nematoda, foi utilizado o microscópio óptico com tubo de desenho, auxílio de curvímetro analógico e régua (em cm). Posteriormente, estes valores foram convertidos em micrômetros a partir do fator de conversão obtido com uma lâmina de calibração de cada objetiva (4x, 10x, 40x, 100x).

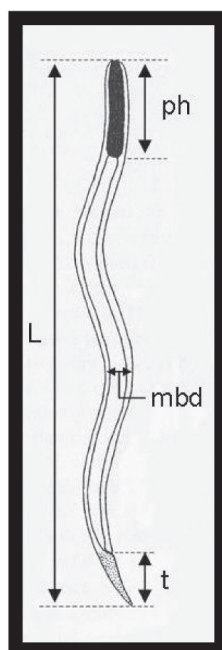


Figura 9 - Esquema de um Nematoda e as medições padrões para a estimativa de biomassa.

Biomassa de macrofauna

A estimativa de biomassa da macrofauna foi obtida através da aferição do peso úmido dos exemplares em balança analítica de 0,0001 g de precisão, nos dois períodos amostrais (seco e chuvoso) da Plataforma Continental, assim como no período chuvoso para as amostras do Talude e Cânions.

O peso úmido foi aferido para os principais grupos encontrados (Polychaeta, Crustacea e Mollusca). Para cada réplica, grupo Crustacea foi separado em ordem, Polychaeta em famílias e Mollusca foi considerada apenas a parte mole dos organismos, considerando as principais classe presentes, Gastropoda e Bivalvia.

ANÁLISE DE DADOS

No caso de comparações estatísticas uni ou multivariadas de descritores da comunidade biológica, optou-se por trabalhar apenas com dados balanceados, ou seja, com isóbatas e transectos que permitissem um mesmo número de dados para cada combinação de fatores.

Alguns autores consideram os descritores univariados não muito apropriados às variações ambientais (Olsgard & Gray, 1995), para determinação de padrões de distribuição espacial das comunidades encontradas. Assim, foram também realizadas análises multivariadas de classificação e ordenação.

Nas análises dos dados de bactéria, foraminífero, meiofauna e macrofauna foram aplicados alguns dos descritores biológicos listados abaixo:

- Riqueza específica (S) ou riqueza numérica ou riqueza específica que corresponde ao número de espécies na amostra.
- Equitabilidade de Pielou (J) ou índice de uniformidade da amostra expressa a diversidade observada como uma proporção da diversidade máxima possível observada (Pielou, 1975).
- Diversidade de específica através do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') utilizando-se o logaritmo na base 2. Este índice é uma medida de heterogeneidade que considera a riqueza e a equitabilidade da amostra (Shannon & Weaver, 1963).
- Densidade (N) ou número de indivíduos em uma área definida. Sendo a macrofauna da plataforma continental e da área de influência da foz do rio Paraíba do Sul expressa em n° ind/ $0,04 \text{ m}^2$, do talude e cânions em n° ind/ $0,09 \text{ m}^2$, a meiofauna e foraminífero em n° ind/ 10 cm^2 .

- Diversidade alfa de Fisher (α) é um índice de diversidade baseado em distribuições de abundâncias amplamente utilizado em estudos de foraminífero.
- Riqueza de Margalef (d) é um índice que relaciona o número total de espécies com o número total de indivíduos na amostra, e foi calculado para áreas mais profundas.
- Rarefação de Hurlbert (ES25) é um índice de estimativa do número de espécies em função do tamanho da amostra (25). Este índice calcula o número esperado de espécies numa amostra de n indivíduos, selecionados ao acaso, de uma coleção contendo um total de N indivíduos, S espécies, com N_i indivíduos da espécie i , e é amplamente utilizado em estudos de ecologia de bentos de oceano profundo (Rex *et al.*, 2000), pois demonstra ser mais adequado para amostras de tamanhos diferentes (Soetaert & Heip, 1990)
- Dominância de Simpson (λ) é um índice que mostra a “concentração” da dominância, ou seja, expressa a abundância das espécies mais comuns.
- Riqueza Aparente de Hill (N_1), é um índice que em seu cálculo atribui um peso diferenciado as espécies raras.

Análise de dados - Densidade bacteriana e fitopigmentos

Na análise dos dados foi empregada estatística descritiva básica e foram calculados valores médios, desvios padrão, coeficientes de variação e valores mínimos e máximos para as variáveis analisadas. Os dados de abundância obtidos nos testes foram analisados primeiramente em relação à parametricidade, através dos testes de Kolmogorov-Smirnov (normalidade), como proposto por Zar (1999).

As análises de variância foram utilizadas a fim de comparar a significância dos valores de abundância bacteriana entre: (1) as diferentes profundidades de coleta; (2) as áreas de amostragem – norte e sul; (3) as duas campanhas realizadas – seco e chuvoso. De acordo com a característica do conjunto de dados avaliado foram realizadas análises não paramétricas. Para as comparações dos valores médios entre as áreas e campanhas foi utilizado o teste de Mann–Whitney. Nas comparações entre as profundidades foi aplicada a análise de Kruskal-Wallis e para discriminar as diferenças significativas apontadas pela análise de variância foi utilizada uma Comparação Múltipla de Médias (Kruskal-Wallis).

Análise de dados – Foraminíferos

Para cada réplica de foraminíferos nas amostras sobre a plataforma continental foram calculados os índices de diversidade e riqueza de espécies, dominância e equitabilidade. As curvas de rarefação foram realizadas a partir de uma modificação no método de Coleman *et al.* (1982), onde, ao invés de número de réplicas utilizou-se número de indivíduos, e uma planilha biológica com dados das réplicas, sem exclusão de espécies. As curvas de rarefação são acompanhadas por seus desvios padrões (calculados por permutações).

A partir da planilha biológica (de réplicas) de cada período amostral realizou-se a exclusão das espécies que apresentaram soma da frequência de ocorrência igual ou inferior a 2 % e presença em menos de três réplicas. Após a exclusão foram calculadas as médias por ponto, transformadas por raiz quadrada e utilizadas para gerar agrupamentos (modo Q) pelo método de Ward, e ordenados através de n-MDS; ambos com o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis. Análises de agrupamento permitiram detectar similaridade entre estações com base na composição e frequência das espécies. Após a definição dos agrupamentos aplicou-se a ISA (Indicator Species Analysis) de Dufrêne & Legendre (1997) para o reconhecimento das espécies indicadoras de cada agrupamento. As associações representadas pelos agrupamentos foram projetadas no mapa para visualização de sua distribuição espacial.

Para identificar as correlações entre os foraminíferos e os parâmetros ambientais foi utilizada uma análise de correspondência canônica (CCA), com as médias dos dados abióticos e da biota, por ponto amostral. Dados abióticos foram padronizados em escala Z (distribuição normal padronizada) e bióticos foram os mesmos utilizados para os agrupamentos, transformados por $\log_n(x+1)$. A significância total dos modelos das análises foi testada através de permutações estilo ANOVA (Legendre & Legendre, 1998). As variáveis ambientais utilizadas para ambos os períodos foram: profundidade, percentual de areia (% areia), diâmetro médio do grão (representado pelo phi médio), assimetria, teor de carbonato (% carbonatos), temperatura, clorofila-a (clorof), e feoftina (feoft) no sedimento. Além destas, para o PPC 2009 também foram utilizadas salinidade (Sal), carbono orgânico total (COT) e clorofila pelágica (clorof P). Todas as análises tiveram suas premissas atendidas, e foram realizadas no software R 2.12.2 (2011). Uma análise de correlação não paramétrica foi utilizada (coeficiente de Spearman) para auxiliar na identificação das

relações de foraminíferos com itens alimentares (clorofila-a, feofitina-a, bactérias no sedimento, clorofila-a fitoplanctônica/pelágica e carbono orgânico total).

Foram calculadas curvas de abundância e biomassa (ABC) segundo Warwick (1986). As curvas foram geradas para cada agrupamento e cada isóbata em ambos os períodos (seco e chuvoso) com todas as espécies que tiveram sua biomassa estimada.

Para os foraminíferos do talude e dos cânions, a densidade foi definida como o número total de indivíduos em 10 cm² de sedimento. A apresentação dos valores de densidade de indivíduos por área teve por objetivo facilitar a comparação com os dados de meiofauna e macrofauna obtidos para o talude da bacia. No cálculo de densidade, não foram contabilizados os espécimes de foraminíferos aglutinantes tubulares (subordem Textulariina), visto que esses organismos encontram-se extremamente fragmentados, em razão de sua morfologia frágil, acarretando valores de densidade superestimados.

A partir dos dados de densidade, foi calculada a diversidade específica (H') numa base logarítmica (\log_2), usando o índice de Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1963), diversidade α de Fisher (Murray, 1973), a riqueza que se refere ao número total de espécies e a riqueza aparente de Hill (Hill, 1973). Foram também obtidas equitatividade (J') segundo o índice de Pielou (1975) e dominância de Simpson (D_s).

Foi também calculada diversidade ponderada (\overline{H}'), tendo em vista que os valores de densidade obtidos são muito baixos, o que pode interferir no cálculo dos valores de diversidade. O cálculo de diversidade ponderada foi baseado em Burone & Vanin (2006), que é definido por:

$$\overline{H}' = \sum_{k=1}^n \frac{H'_k R_k}{n}$$

Onde,

R_k é a riqueza em cada amostra analisada

n é o número total de espécies registradas em cada amostra analisada

k número de amostras coletadas em cada estação.

A fim de classificar os grupos de estações com composição semelhante de espécies foi aplicada, para ambas as campanhas, análise de agrupamento (modo Q) com base nos valores médios de densidade de espécies das 3 réplicas. Utilizou-se o índice de correlação utilizado Bray-Curtis, o método de agrupamento Ward, e o programa empregado na análise foi o R versão 2.13.0.

Aos dados obtidos na análise de agrupamento foi aplicada a análise *Indicator Species Analysis* (ISA), de acordo com Dufrêne & Legendre (1997), a fim de identificar as espécies características dos grupos de estações identificados.

Para os períodos TPS e TPC, os dados bióticos (descritores ecológicos, espécies dominantes e índice BFHP) com parâmetros abióticos do sedimento (areia, carbonato de cálcio, carbono orgânico total – COT, e conteúdo de feopigmentos) foram correlacionados via correlação de Spearman.

Aos dados de densidade de espécies obtidos no cânion Almirante Câmara e transecto adjacente H, isóbatas de 400 m, 700 m, 1000 m e 1300 m, foi aplicada análise de variância Permanova, utilizando índice Bray-Curtis, com nível de significância $p < 0,03$.

Análise de dados - Meiofauna

Os dados foram expressos em indivíduos por 10 cm². A abundância relativa (%) de cada grupo meiofaunístico ou gênero de Nematoda foi calculada com base no seu percentual em relação ao número total de indivíduos na amostra.

O teste de significância utilizado foi análise de variância fatorial, adotando como variáveis dependentes os índices ecológicos (riqueza, densidade, diversidade, equitabilidade e dominância), sendo o fator (independente) as estações de coleta. As comparações múltiplas entre as médias foram feitas utilizando o teste de contrastes de Tukey, assim como o teste de Cochran foi aplicado para verificar a homogeneidade das variâncias (Zar, 1996).

Para uma abordagem multivariada, foi aplicado o índice de similaridade de Bray-Curtis, aos dados do número médio de indivíduos por estação de coleta, em cada período estudado (chuvoso e seco). A partir da matriz de similaridade obtida, foi realizada uma análise de ordenação não métrica multidimensional (nMDS), em cada período de coleta (chuvoso e seco). As diferenças entre os grupos de amostras foram avaliadas, quanto à significância, pelo uso do teste ANOSIM (Clarke & Warwick, 1994).

A análise SIMPER foi aplicada para indicar quais gêneros foram representativos dos grupos formados pela análise multidimensional (nMDS). Para uma avaliação da relação, entre a estrutura da comunidade bentônica e as variáveis ambientais, foi utilizada a análise BIOENV, que realiza uma correlação (teste de Spearman) entre a matriz de similaridade da fauna e a matriz das variáveis ambientais (Clarke e Warwick, 1994). Todos os procedimentos foram realizados no programa PRIMER 6.0 (*Plymouth Routine in Multivariate Ecological Research*) para Windows.

Análise de dados - Macrofauna

As técnicas de análise univariada dos dados consistiram no cálculo dos principais descritores biológicos. Para detecção de diferenças significativas dos descritores univariados como densidade, biomassa, riqueza e diversidade, com os fatores campanha, isóbatas e transectos, foram realizadas análises de variância trifatorial (Zar, 2010), considerando todos os fatores fixos e ortogonais. O mesmo foi realizado para verificação de diferenças desses descritores nos cânions, quando comparados ao talude adjacente, considerando os fatores campanha, isóbatas e transectos, sendo esse último fator aninhado no fator denominado Cânion x Talude. Todas as análises de variância foram realizadas no © Statistica for Windows. Antes de proceder às análises estatísticas, todos os dados foram checados quanto à homogeneidade das variâncias e transformados em $\log(x+1)$, quando necessário.

As análises multivariadas foram realizadas com base na matriz de táxons identificados em nível de espécie ou morfoespécies, sendo retirados todos aqueles identificados em níveis superiores (de gênero a filo).

Foram considerados na plataforma continental os organismos acima de 20% da abundância total e/ou com frequência de ocorrência acima de 10%. Utilizou-se o critério de classificação modificado por Guille (1970) para separação quanto à frequência de ocorrência de espécies, considerando: frequentes (> 15%), comuns (de 15% a 5%), e raras (< 0,5%). Já no talude e cânions, apenas os táxons com mais de 5 indivíduos em pelo menos uma das amostras analisadas foram incluídos e usados os valores médios de abundância de cada táxon, transformados em $\log(x+1)$.

Visando a identificação de possíveis padrões espaciais foram feitas as análises multivariadas de agrupamento e análise de coordenadas através da téc-

nica de ordenação de escalonamento multidimensional não paramétrico n-MDS (*Non Metric Multidimensional Scaling*) segundo a descrição de Clarke & Warwick (1994). As análises foram realizadas para as campanhas separadamente.

Para a análise de agrupamento foi usado o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis para formação dos dendrogramas. A análise de espécies indicadoras (ISA - *Individual Species Available*) (Defrene e Legendre, 1997) verificou o grau de contribuição de cada espécie na formação dos grupos na plataforma continental e a análise SIMPER detectou quais as espécies que mais contribuíram para as similaridades ou dissimilaridades entre os grupos de fatores testados (campanhas, isóbatas ou transectos) no talude e nos cânions. A matriz utilizada foi elaborada a partir do índice de distância de Bray-Curtis, com dados transformados em $\log(x+1)$.

Para verificação de diferenças estatísticas na estrutura de comunidade entre campanhas, isóbatas e transectos, utilizou-se a análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) segundo descrito por Anderson (2001) e McArdle & Anderson (2001). Trata-se de uma análise semelhante a uma Análise de Variância multivariada, mas baseada em medidas de distância usando métodos de permutação. Assim, pode-se testar a resposta simultânea das assembleias de espécies da comunidade bentônica aos fatores analisados. O teste foi aplicado a mesma matriz utilizada no n-MDS.

A análise de similaridade ANOSIM one-way (Clarke & Green, 1988) foi realizada a priori para verificar se a matriz biológica apresentava diferença significativa em relação à batimetria e aos tipos de fundo e a Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi empregada para identificar as variáveis que melhor se correlacionam aos dados bióticos. Todas as análises foram realizadas através dos softwares de estatística R e Primer 6.0 (*Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research*) (Clarke & Warwick, 2001).

A fim de identificar os fatores ambientais responsáveis pela variabilidade espacial da comunidade macrobêntica, foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) usando a matriz com valores médios de cada estação, transformados em $\log(x+1)$, através do programa CANOCO 3.12 (Ter Braak, 1988). Foram considerados os seguintes fatores ambientais: tamanho médio do grão, percentagem de silte-argila, grau de seleção, assimetria, curtose, teor de carbonato, carbono orgânico total, temperatura e salinidade da água de fundo,

fitopigmentos do sedimento (clorofila e feofitina) e profundidade de coleta. Os dados foram padronizados pela fórmula: $Y = (X - X_{med}) / S_x$, onde X_{med} é a média da variável X e S_x é o desvio-padrão.

Destinação do material biológico

Todas as amostras triadas foram devidamente etiquetadas, conservadas em potes com etanol 70% e a fauna e flora encaminhadas para especialistas para fins de refinamento taxonômico e posterior tombamento em coleções públicas.

Referências bibliográficas

- Anderson, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26, 32-46.
- Andrade, L.; Gonzalez, A.M.; Araujo, F.V. & Paranhos, R., 2003, "Flow cytometry assessment of bacterioplankton in tropical marine environments", *Journal of Microbiological Methods*, v. 55, pp. 841-850.
- Andrassy, I., 1956. The determination of volume and weight of nematodes. *Acta Zool. Acad. Sci.H.* 2, 1-15.
- Altenbach, A.V., 1987. The measurement of organic carbon in foraminifera. *Journal of Foraminiferal Research* 17(2), 106-109.
- Barbosa, V. P., 1998. Foraminíferos Bentônicos Quaternários do Talude Continental da Bacia de Santos: Sistemática, Paleobatimetria e Paleoecologia. Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 427p.
- Barbosa, V.P., 2002. Sistemática, bioestratigrafia e paleoceanografia de foraminíferos do quaternário do talude continental das bacias de Santos Campos. Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 247p.
- Boltovskoy, E., Guissani, G., Watanabe, S., Wright, R., 1980. Atlas of benthic shelf foraminifera of the southwest Atlantic. Boston-London, Dr W. Junk by Publishers. The Hague. First Edition.
- Clarke, K.R., Green, R.H., 1988. Statistical Design and analysis for a "biological effects" study. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 46, 213-226.
-

-
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 1994. *Chance in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Bourne Press, Bournemouth.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 2001. *Change in Marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. London: PRIMER-E, Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, 144p.
- Cobb, N. A. 1917. Notes on nemas. *Contributions to Science of Nematology*. 5: 117-128.
- Coleman, B.D., Mares, M.A., Willig, M.R., Hsieh, Y.-H., 1982. Randomness, Area, and Species Richness. *Ecology* 63, 1121-1133.
- Danovaro, R.; Dell'anno, A.; Trucco, A.; Serresi, M. & Vanucci, S., 2001, Determination of virus abundance in marine sediments. *Applied and Environmental Microbiology*, 67:1384-1387.
- De Grisse, A.T. 1969. Redescription ou modification de quelques techniques utilisés dans l'étude des nématodes phytoparasitaires. *Medelingen Rijksfakuyiteit Landbouwetenschappen Gent*. 34: 251-369
- De Ley, P., Decraemer, W., Eyualem-Abebe., 2006. Introduction: Summary of Present Knowledge and Research Addressing the Ecology and Taxonomy of Freshwater Nematodes, in: Eyualem-Abebe, Traunspurger, W., Andrassy, I. (Eds.), *Freshwater Nematodes: Ecology and Taxonomy*. CABI Publishing, Oxfordshire, pp. 3-30.
- 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
- Dufrêne, M., Legendre, P., 1997. Species Assemblages and Indicator Species, The Need for a Flexible Asymmetrical Approach. *Ecol. Monogr.* 67, 345-366.
- Duhamel, S. & Jacquet, S., 2006, "Flow cytometric analysis of bacteria- and virus-like particles in lake sediments", *Journal of Microbiological Methods* 64:316-332.
- Ellis, B. F., Messina, A. R., 1940. et. seq.. Catalog of foraminifera. American Museum of Natural History, Special Publication. New York.
- Gage, J.D. 2001. Deep-sea benthic community and environmental impact assessment at the Atlantic frontier. *Continental Shelf Research* 21,957-986.
-

-
- Gasol, J.M.; Zweifel, U-L.; Peters, F.; Furhman, J.A. & Hagström, Å., 1999, Significance of size and nucleic acid content heterogeneity as assessed by flow cytometry in natural planktonic bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 65:4475-4483.
- Gasol, J.M. & Del Giorgio, P.A., 2000, "Using flow cytometry for counting natural planktonic bacteria and understanding the structure of planktonic bacterial communities", *Scientia Marina*, v. 64, pp. 197-224.
- Gerlach, S.A., Hahn A.E., Schrage, M., 1985. Size spectra of benthic biomass and metabolism. *Marine Ecology Progress Series*, 26, 161-173.
- Guille, A., 1970. Benthic bionomy of continental shelf of the French Catalane coast. II. Benthic communities of the macrofauna. *Vei Millieu*. 21 (8), 149-280.
- ISO 16665:2005 (Working Document). Water quality - Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna.
- Jones, R. W., 1994. *The Challenger foraminifera*. Oxford University Press, USA. First Edition.
- Lebaron, P.; Troussellier, M. & Got, P., 1994, Accuracy and precision of epifluorescence microscopy counts for direct estimates of bacterial numbers, *Journal of Microbiological Methods*, v. 19, pp. 89-94.
- Legendre, P., Legendre, L., 1998. *Numerical Ecology*. Developments in Environmental Modelling, 20, segunda ed. Elsevier, Amsterdam.
- Loeblich, A. R. E Tappan, H., 1988. *Foraminiferal genera and their classification*, first ed. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Lorenzen, S. 1994. *The phylogenetic systematics of freeliving Nematodes*. The Ray Society, London.
- Martins, M. V. A., Gomes, V. C. R. D., 2004. *Foraminíferos da margem Continental NW Ibérica: sistemática, ecologia e distribuição*, first ed, Gomes, C.S.F.(Ed).
- McArdle, B.H., Anderson, M.J. 2001. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance based redundancy analysis. *Ecology* 82, 290-297.
- Matos, A.G.B., 2001. *Análise da confiabilidade metrológica na determinação de pigmentos em ambientes marinhos por fluorimetria*, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Metrologia Para Qualidade Industrial – Instituto Tecnológico, PUC-RJ.
-

-
- Murray, J.W., 1968. Living Foraminifers of Lagoons and Estuaries. *Micropal.* 14(4), 435-455.
- Murray, J.W., 1991. *Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera*. Longman Scientific & Technical.
- Murray, J. W., 2003. An illustrated guide to the benthic foraminifera of the Hebridean shelf, West of Scotland, with notes on their mode of life. *Palaeontol. Electronica*, 5 (1).
- Olsgard, F., Gray, J.S., 1995. A comprehensive analysis of the effects of offshore oil and gas exploration and production on the benthic communities of the Norwegian continental shelf. *Marine Ecology Progress Series* 122, 277 -306.
- Paiva, S.P., 2001. *Análise da confiabilidade metrológica na determinação de pigmentos em ambientes marinhos por espectrofotometria*, Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Metrologia Para Qualidade Industrial – Instituto Tecnológico, PUC-RJ.
- Pielou, E.C., 1975. *Ecological diversity*. New York: J.W. Ley Ed, 165 p.
- Rex, M.A., Stuart, C.T. & Coyne, G. 2000. Latitudinal gradients of species richness in the deep-sea benthos of the North Atlantic. *Proceedings of National Academy of Science, USA*, 97, : 4082-4085.
- Schmiedl, Gerhard; De Bovée, F; Buscail, Rosaline; Charrière, B; Hemleben, Christoph; Medernach, L; Picon, P., 2000. Trophic control of benthic foraminiferal abundance and microhabitat in the bathyal Gulf of Lions, western Mediterranean Sea. *Mar. Micropaleontol.*, 40 (3), 167-188.
- Schröder, C. J., Scott, D. B., Medioli, F. S., 1987. Can smaller benthic foraminifera be ignored in paleoenvironmental analyses? *J. Foram. Res.*, 17 (2), 101-105.
- Shannon, C.E., Weaver, W., 1963. *The mathematical theory of communication*. The University of Illinois Press, Urbana, 117 p.
- Soetaert, K., Heip, C. 1990. Sample-size dependence of diversity indices and the determination of sufficient sample size in a high-diversity deep-sea environment. *Marine Ecology Progress Series* 59, 305-307.
- Somerfield, P.J., Warwick, R.M., Moens, T., 2005. Chapter 6: meiofauna techniques, in: Eleftheriou, A., McIntyre, A. (Eds.), *Methods for the Study of Marine Benthos*. Blackwell Science Ltd., Oxford, pp. 229–272.
-

-
- Ter Braak, C.J.F., 1988. CANOCO — a FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1), Technical report LWA-88-02. Agricultural Mathematics Group, Wageningen, 95 pp.
- van Morkhoven, F.P.C.M., Berggren, W.A., Edwards, A.S., 1986. Cenozoic cosmopolitan deep-water benthic foraminifera Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine, Mem.,11, 421.
- Walton, W. R., 1952. Techniques for recognition of living foraminifera. Contr. Cushman Found. Form. Res., v. 3 (2), p. 56-64.
- Warwick, R.M., 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology*, 92, 557-562.
- Warwick, R.M., Platt, H.M., Somerfield, P.J., 1998. *Free-living marine nematodes*. Part III. British Monhysterids. Synopses of the British Fauna (New Series) N°. 53. The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Science Association, Shrewsbury.
- Wieser, W., 1953. Die Beziehung zwischen Mundhoehलगstalt, Ernaehrungsweise und Vorkommen bei frelebenden marinen Nematoden. *Eine oekologisch – morphologische studie*. *Arkive Zoologische*, ser. II, 4. p.439-484.
- Zar, J.H., 1996. *Biostatistical Analysis*. New Jersey, Pearson Prentice-Hall.
- Zar, J. H., 1999, *Biostatistical Analysis*. 2 ed. New Jersey, Pearson Prentice-Hall.
- Zar, J. H. 2010. *Biostatistical Analysis*. 5th Edition. Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ. 944 pp.
-

II. ABUNDÂNCIA DE BACTÉRIAS E FITOPIGMENTOS NOS SEDIMENTOS DA PLATAFORMA E TALUDE CONTINENTAL

Resumo

As margens continentais dos oceanos desempenham um papel fundamental nos ciclos biogeoquímicos globais, e a microbiologia dos sedimentos destas áreas tem sido pouco estudada. A abundância de bactérias e os fitopigmentos foram investigados nos sedimentos, e avaliadas conjuntamente com as variáveis: profundidade, parâmetros granulométricos e produtividade pelágica, de forma a reconhecer as condições tróficas dos sedimentos profundos. Amostras de sedimento foram obtidas em triplicata utilizando um dispositivo box corer, e sub-amostras para análises de bactérias e fitopigmentos foram transferidas para tubos estéreis e rapidamente congelados em nitrogênio líquido. Em laboratório, as amostras foram descongeladas e (1) as bactérias foram extraídas com pirofosfato / sonicação e quantificadas por citometria de fluxo, enquanto que (2) os pigmentos foram extraídos com 100 % de acetona e quantificados por fluorimetria. A abundância microbiana diminuiu em direção as isóbatas mais profundas, e variou desde 1300×10^7 (25 m) a $3,6 \times 10^7$ células.g⁻¹ (3.000 m), com diferenças entre as estações seca e chuvosa. A clorofila *a* apresentou a mesma tendência, com valores médios de $1,5 \mu\text{g.g}^{-1}$ (25 m) a $< 0,02 \mu\text{g.g}^{-1}$ (1.300 m). Os valores de clorofila *a* encontrados na plataforma continental (profundidades menores do que 150 m) na estação chuvosa foram superiores aos obtidos durante a estação seca, refletindo a contribuição continental. Em profundidades superiores a 400 m, os valores muito baixos de clorofila *a* foram sempre observados, em qualquer período do ano. Os produtos de degradação parecem ter um padrão diferente, e os maiores valores foram obtidos durante a estação seca. A distribuição das bactérias e dos fitopigmentos parece estar associadas ao fornecimento de matéria orgânica proveniente das águas de superfície e seus ciclos produtivos. Nos cânions foi observada alta variabilidade para os valores de abundância microbiana e de fitopigmentos, sendo encontrados maiores valores dentro dos cânions do que nas áreas adjacentes, sugerindo que eles são importantes para a exportação de matéria orgânica para as províncias mais profundas.

Introdução

A presença de bactérias na água e no sedimento de oceanos profundos foi uma das primeiras descobertas em microbiologia marinha, sendo considerada a descrição no final do século XIX por Certes (1884) como a pioneira (Patching & Eardly, 1997). Porém, por muito tempo a importância dos microrganismos no metabolismo de sedimentos profundos permaneceu desconhecida. Os primeiros estudos desenvolvidos *in situ* ou sob condições *in situ* simuladas indicaram que populações microbianas de oceano profundo eram relativamente inativas e não adaptadas ao seu ambiente (Jannasch & Taylor, 1984). Deste modo, comunidades microbianas de sedimentos profundos pareciam se comportar de modo semelhante às comunidades de superfície (Jannasch & Taylor, 1984; Patching & Eardly, 1997). Desde então, os microrganismos marinhos têm sido alvo de inúmeros estudos, proporcionando assim avanços importantes no campo da ecologia microbiana (Epstein & Rossel, 1995) e no estudo do mar profundo (Jørgensen & Boetius, 2007).

Reconhece-se atualmente que o fundo oceânico é altamente dinâmico (Jørgensen & Boetius, 2007) e que os microrganismos são os principais componentes do material orgânico particulado na zona oceânica afótica (Patching & Eardly, 1997) e dos sedimentos profundos, chegando a contribuir com até 90% da biomassa bentônica (Quéric *et al.*, 2004). As bactérias desempenham um papel chave em todos os principais ciclos biogeoquímicos nos sedimentos profundos (Turley & Dixon, 2002; Quéric *et al.*, 2004). O ciclo global do carbono é, sem dúvida, o mais afetado pela ação dos microrganismos (Rex *et al.*, 2006), os quais também influenciam os ciclos do fósforo, nitrogênio, enxofre, ferro, manganês e silício (Zobell & Morita, 1959; Jørgensen & Boetius, 2007).

Nos sedimentos marinhos profundos, localizados distante da zona fótica, a dinâmica microbiana e o metabolismo bacteriano são limitados (Patching & Eardly, 1997; Gage & Tyler, 1991). O assoalho marinho e a camada de água imediatamente superior constituem um ecossistema quase que totalmente heterotrófico onde o metabolismo da biota depende da quebra de moléculas orgânicas complexas provenientes da zona fótica (exceto, em fontes hidrotermais e em exsudações frias) (Gage, 2003). Entre os fatores que podem controlar a dinâmica microbiana em sedimentos profundos estão incluídos: 1) características físicas, tais como temperatura e tipo de sedimento; 2) características químicas, tais como conteúdo de matéria orgânica, concentração de compostos lábeis e concentração de compostos tóxicos;

e 3) processos biológicos tais como predação e mortalidade por infecção viral (Montagna, 1984; Danovaro & Fabiano, 1995; Danovaro & Serresi, 2000). Considerando que a distribuição microbiana é estreitamente relacionada às propriedades do sedimento (Danovaro & Fabiano, 1995), a abundância microbiana pode ser utilizada como um forte indicativo de mudanças no fluxo de nutrientes ao fundo oceânico, resultante de variações sazonais e interanuais (Danovaro *et al.*, 1999) e de outras mudanças ambientais (Pfannkuche *et al.*, 1999; Turley & Dixon, 2002)

As bactérias desempenham um papel importante na cadeia alimentar e o estudo dos microrganismos é considerado um desafio para ecologia microbiana marinha (Pascal *et al.*, 2008). A distribuição das bactérias nos sedimentos marinhos tem sido utilizada como forte indicativo de mudanças no fluxo de nutrientes ao fundo oceânico (Turley & Dixon, 2002; Quéric *et al.*, 2004), visto que a abundância microbiana é estreitamente relacionada às propriedades dos sedimentos (Danovaro & Fabiano, 1995; Danovaro *et al.*, 1998). Por esta razão, a enumeração microbiana é uma das etapas importantes no estudo dos microrganismos em amostras naturais, podendo ser utilizada como um índice geral de atividade e como uma medida de biomassa (Jannasch & Jones, 1959).

Não existem relatos de trabalhos com pigmentos e microrganismos em sedimentos na plataforma continental nem no talude em águas brasileiras. Apenas um estudo preliminar foi realizado na Bacia de Campos, onde a abundância microbiana foi analisada em amostras de sedimento (Carvalho, 2010). Neste trabalho pioneiro foi possível observar relação negativa entre a abundância microbiana e o aumento da profundidade e não foi observada relação entre a abundância microbiana e a concentração de matéria orgânica nos sedimentos da Bacia de Campos. Também foi verificado que a abundância microbiana variou consideravelmente entre os diferentes períodos do ano, sugerindo que a distribuição dos microrganismos no sedimento da região estudada pode sofrer flutuações sazonais. Por ser um componente importante e pouco estudado nos ecossistemas bentônicos no Brasil, a investigação da microbiologia dos sedimentos é altamente prioritária e relevante no contexto oceanográfico nacional e internacional.

Nos sedimentos, em especial de áreas profundas, a maior fração da matéria orgânica possivelmente é refratária e antiga. A clorofila *a* funcional é mais lábil, sendo consumida ou degradada em áreas mais rasas, e o produto de sua degradação (a feofitina *a*) é o que predominantemente atingirá o fundo oceânico. Em amostras

de sedimento com baixo teor de fitopigmentos, com valores reduzidos ou não detectáveis de clorofila *a*, uma estratégia comum é utilizar a soma da concentração de clorofila e de feofitina para expressar o valor total de fitopigmentos. (Pusceddu *et al.*, 2010). Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo avaliar a distribuição da concentração de fitopigmentos e da abundância microbiana nos sedimentos da Bacia de Campos correlacionando-as com os parâmetros abióticos analisados.

Material e Métodos

Uma descrição detalhada da área estudada pode ser encontrada no capítulo 1 deste volume enquanto o desenho amostral, metodologia de coleta, preparação de amostras, controle de qualidade de triagem e metodologia de análise de dados encontram-se detalhadamente descritos e ilustrados no capítulo 2 deste volume.

O estudo dos fitopigmentos e abundância microbiana da plataforma continental e no talude foi realizado com 891 amostras coletadas em nove transectos (A - I) perpendiculares à costa, amostrados no período seco (PPS 2008) que equivale à época com menor pluviosidade e frequência de ressurgência, coincidindo com o período de inverno e no período chuvoso (PPC 2009) que equivale ao período com maior pluviosidade e ressurgências mais frequentes, coincidindo com o período de verão.

Em cada transecto foram amostradas cinco isóbatas na plataforma (25 m, 50 m, 75 m, 100 m e 150 m) com busca-fundo tipo Van Veen modificado (funcionamento semelhante ao de um box-corer). No talude foram amostradas as isóbatas de 400 a 3.000 m, onde foram coletadas amostras com o uso de um Box-corer. Nos cânions Grussaí e Almirante Câmara, foram amostradas quatro isóbatas dentro dos cânions (400 m, 700 m, 1000 m, 1300 m) cujos dados foram comparados com os transectos adjacentes (G e H) da malha amostral usada para o talude.

Para a análise de abundância microbiana e pigmentos, alíquotas da camada superior do sedimento (0 a 2 cm) foram transferidas para tubos criogênicos de 2 mL estéreis com o auxílio de espátulas de madeira. Imediatamente após a coleta as amostras foram preservadas em nitrogênio líquido, onde permaneceram até o processamento das amostras em laboratório.

Para a determinação dos pigmentos (clorofila *a* e feofitina), alíquotas de sedimento foram pesadas extraídas com acetona 100% e mensuradas por fluorimetria (Parsons *et al.*, 1984). A análise de abundância microbiana nas amostras de sedimento coletadas foi precedida pela extração com pirofosfato de sódio (Danovaro *et*

al., 2001; Duhamel e Jacquet, 2006). A abundância microbiana total nos sedimentos foi determinada após a coloração dos ácidos nucleicos com Syto13® (Gasol & Del Giorgio, 2000; Andrade *et al.*, 2003). Para detecção foi usado um citômetro FacsCalibur® (Becton & Dickson®, EUA), equipado com um laser azul (488 nm, 20 mW) e com a configuração de filtros padrão para os filtros ópticos.

Neste estudo foram utilizados dados auxiliares sobre a química dos sedimentos, obtidos nas mesmas amostras e analisados em separados por outras equipes. Foram utilizados resultados de porcentagem de cascalho, porcentagem de silte e argila, carbonato total, carbono orgânico total, temperatura e salinidade (Rezende *et al.*, 2013 - Volume 6, desta série), e ainda lipídios totais e proteínas (Carreira *et al.*, 2013 - Volume 6, desta série).

As análises de variância foram utilizadas a fim de comparar a significância dos valores entre: (1) as diferentes profundidades de coleta, (2) as áreas de amostragem – norte e sul e (3) as duas campanhas realizadas. A análise de classificação foi realizada através do agrupamento das estações em função da sua similaridade, utilizando o índice de distância euclidiana com dados padronizados. Para detecção de agrupamentos de estações, foi utilizada a técnica de ordenação de escalonamento multidimensional não paramétrico (n-MDS) segundo o descrito por Clarke & Gorley (2001), através do uso do software Primer® 6.0. As profundidades de 1.900 e 3.000 m não foram inclusas nas análises, pois não existiam alguns resultados para estas isóbatas.

Resultados

Clorofila a

Os valores de clorofila a registrados nos sedimentos da Bacia de Campos durante o presente estudo variaram entre não detectável ou menor que 0,02 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (valores observados em vários pontos e períodos) até um máximo de 4,10 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, obtido na estação H1 no período seco de 2009. A região do Cabo de São Tomé é uma área de destaque, pois em todos os períodos de amostragem foram observados maiores teores de clorofila nos sedimentos (Figura 1A, 1C e 1E). O reflexo desta contribuição da matéria orgânica recente pôde ser registrado nas isóbatas mais rasas e na campanha realizada no período chuvoso de 2009, pela concentração de estações com teores de clorofila a maiores que 1 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (Figura 1c). Mas apesar destes destaques pontuais, não foram observadas diferenças entre os transectos,

pois estas foram bem menores que outros padrões espaciais registrados, como o batimétrico. Nos sedimentos da Bacia de Campos existem diferenças significativas entre os teores de clorofila *a* observados na região da plataforma e do talude (ANOVA trifatorial, $p < 0,001$; Tabela 1), sendo os valores do talude muito menores que os observados na plataforma (Figura 1).

No período chuvoso de 2009 foram observados maiores valores de clorofila *a*, com um significativo aumento dos valores nas isóbatas de 25, 50 e 75 metros de profundidade (Figuras 1b, d, f). No período seco (tanto em 2008 quanto em 2009) a mediana foi menor que $1,5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, enquanto no período chuvoso a mediana chegou a quase $2,0 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. A distribuição dos valores no período chuvoso de 2009 (Figura 1d) foi marcada pelos maiores valores na região de Cabo Frio e Cabo de São Tomé, correspondente aos pontos mais rasos dos transectos A e B, além de maiores concentrações de clorofila observadas nas isóbatas mais próximas à região costeira (entre 25 e 100 metros). Nestas amostras com os maiores teores de clorofila, foram registradas as mais altas proporções entre clorofila e feofitina (clo/feo), sugerindo que esta matéria orgânica foi recém depositada e ainda não foi consumida ou degradada à feopigmentos.

Tabela 1 - Valores de *F* e *p* resultantes da análise univariada de variância trifatorial considerando os principais descritores da comunidade microbiana (clorofila *a*, total de fitopigmentos e abundância microbiana), nos dois períodos (seco 2008 e chuvoso 2009), em nove transectos (A,B,C,D,E,F,G,H,I) e em 10 isóbatas (25, 50, 75, 150, 400, 700, 1.000, 1.300, 1.900 e 2.500 m). Dados transformados em $\log(x+1)$. Em negrito, são apresentados os valores significativos.

	Clorofila <i>a</i>		Fitopigmentos		Bactérias	
	F	<i>p</i>	F	<i>p</i>	F	<i>p</i>
Período (P)	4,612	0,032	10,63	0,001	0,08	0,927
Transecto (T)	2,324	0,024	1,773	0,080	2,809	0,005
Isóbata (I)	141,9	0,001	181,9	0,001	79,92	0,001
P x T	1,4	0,098	6,1	0,008	2,6	0,008
P x I	10,3	0,001	7,5	0,007	2,5	0,112
I x T	6,0	0,001	6,8	0,001	3,7	0,001
P x T x I	1,3	0,122	1,3	0,099	1,9	0,002

Total de Fitopigmentos

A distribuição espacial dos fitopigmentos também parece ser influenciada pelas principais feições da região com destaque para a região de Cabo Frio (Figuras 2a, 2c, 2e – transecto A nas isóbatas 75 e 100 m), onde foram observados valores elevados (maiores que $8 \mu\text{g.g}^{-1}$) nas três campanhas realizadas em diferentes períodos. Não foram observadas diferenças significativas dos fitopigmentos entre os transectos (ANOVA trifatorial, $p=0,08$; Tabela 1) e a única diferença que pode ser mencionada é a maior amplitude de valores nos transectos A (isóbatas de 75 e 100 m), B (isóbatas de 150 e 400 m), C e I (ambos na isóbatas de 400 m).

Os teores de feofitina são maiores que os de clorofila a, e o total de fitopigmentos tem pouca influência dos teores de clorofila a. Portanto, o padrão de distribuição de fitopigmentos ao longo do gradiente batimétrico é diferente do descrito anteriormente para clorofila a. Os maiores valores dos fitopigmentos não foram registrados nas isóbatas mais rasas e próximas da costa (ANOVA trifatorial, $p<0,001$; Tabela 1), e sim a 75 ou mesmo até 400 metros de profundidade (Figuras 2b, 2d, 2f). Nas regiões mais profundas (abaixo de 1.300 ou 1.500 m) praticamente não foram registrados valores detectáveis da clorofila, e, portanto, quase todo o índice de fitopigmentos é constituído pela concentração dos produtos de degradação.

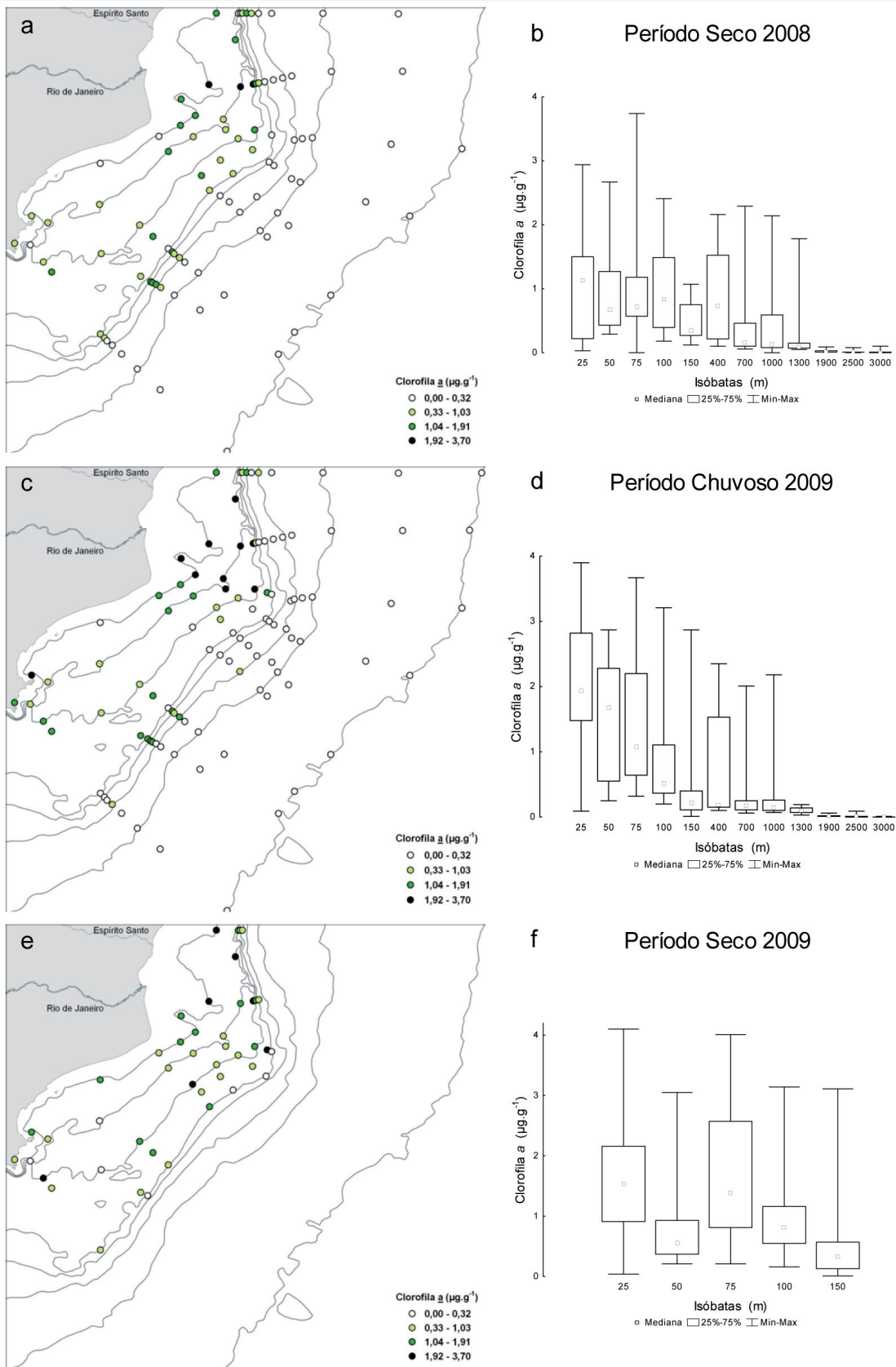


Figura 1 - Distribuição espacial e vertical dos valores de clorofila *a* no ambiente bentônico da Bacia de Campos durante (a, b) o período seco de 2008, (c, d) o período chuvoso de 2009 e (e, f) o período seco de 2009.

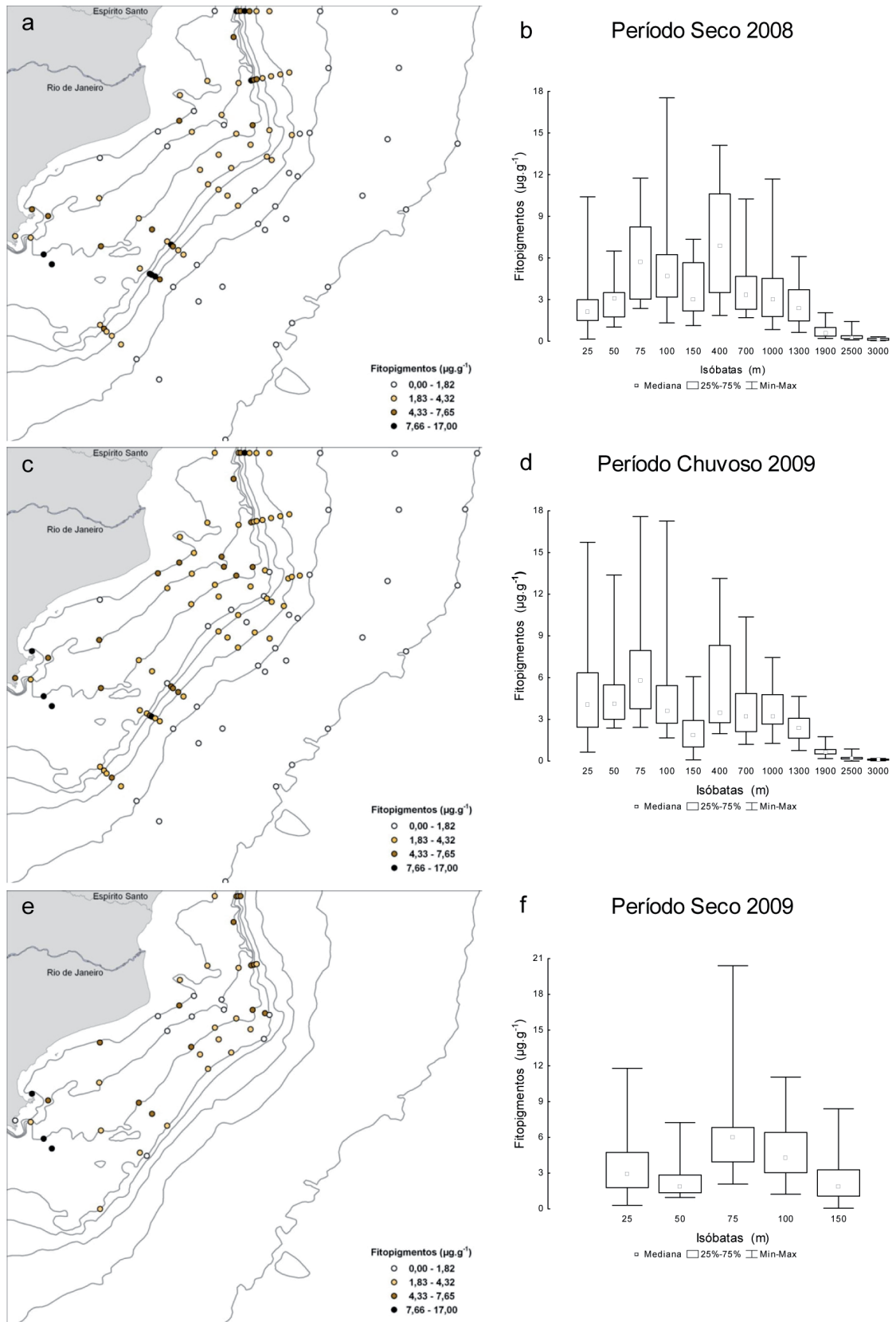


Figura 2 - Distribuição espacial e vertical dos valores de fitopigmentos (clorofila + feofitina) no ambiente bentônico da Bacia de Campos durante (a, b) o período seco de 2008, (c, d) o período chuvoso de 2009 e (e, f) o período seco de 2009.

Abundância Microbiana

A distribuição das bactérias nos sedimentos da Bacia de Campos apresentou grande variabilidade. Uma das áreas de maior destaque novamente foi a região de Cabo Frio (transectos A e B), onde foram reportados valores mais elevados (entre $0,93$ e $1,74 \times 10^8$ células por grama de sedimento) em todas as campanhas. Nesta área, na interseção do transecto B com a isóbata de 25 m (ao largo de Búzios), foi observado o valor máximo de $1,74 \times 10^8$ células.g⁻¹. Na região do Cabo de São Tomé (correspondente ao transecto G), também foram registrados valores elevados de abundância microbiana. Nesta área, deve-se destacar a isóbata de 50 m com valores acima de $1,5 \times 10^8$ células.g⁻¹ em qualquer período do ano (Figuras 2a, 2c, 2e). Foram observadas diferenças significativas entre os transectos (Tabela 1, $p < 0,05$), apesar da ampla variabilidade de dados decorrente das diferenças batimétricas entre as amostragens. Foi possível observar que, a partir da quebra da plataforma (isóbatas de 150 e 400 m) e nos transectos D e E, a abundância microbiana é menor.

A abundância microbiana é significativamente maior nas isóbatas mais rasas (entre $0,50$ e $1,70 \times 10^8$ células.g⁻¹), e diminui conforme o aumento da quota batimétrica (Figuras 3b, 3d, 3f), com os menores valores sendo registrados na isóbata de 3.000 m (entre $0,04$ e $0,12 \times 10^8$ células.g⁻¹). Este marcante padrão para a distribuição vertical das bactérias nos sedimentos pode ser visualizado em qualquer forma de representação gráfica ou estatística (Figura 3) (ANOVA trifatorial, $p < 0,001$; Tabela 1). Na região da plataforma continental, não foi observado um acentuado decréscimo entre as isóbatas de 25 a 200 m (exceto no período seco de 2009 – Figura 3f). Já na região do talude, a diminuição da abundância microbiana foi bastante acentuada entre as isóbatas de 400 m ($1,1 \times 10^8$ células.g⁻¹) e 3.000 m ($1,2 \times 10^7$ células.g⁻¹). Portanto a profundidade foi o fator determinante da variabilidade da abundância microbiana sedimentar na Bacia de Campos (ANOVA trifatorial, $p < 0,001$; Tabela 1). O conjunto de resultados registrados nas duas campanhas realizadas no período seco (tanto em 2008 quanto em 2009) foram significativamente mais elevados que as abundâncias microbianas no período chuvoso de 2009 (ANOVA trifatorial, $p < 0,001$; Tabela 1; Figura 3). As diferenças entre as campanhas foram maiores na região da plataforma continental que no talude.

Como a biomassa microbiana foi calculada por um fator de conversão (10 fg por célula), seria redundante descrever seus resultados, pois foram observados os mesmos padrões descritos para a abundância. Porém cabe mencionar que a biomassa microbiana destes sedimentos chega a valores da ordem de $3,0 \mu\text{g C.g}^{-1}$ nas proximi-

dades da costa, decrescendo até um mínimo da ordem de 0,1 ou 0,2 $\mu\text{g C.g}^{-1}$, em geral observados a 3.000 m,

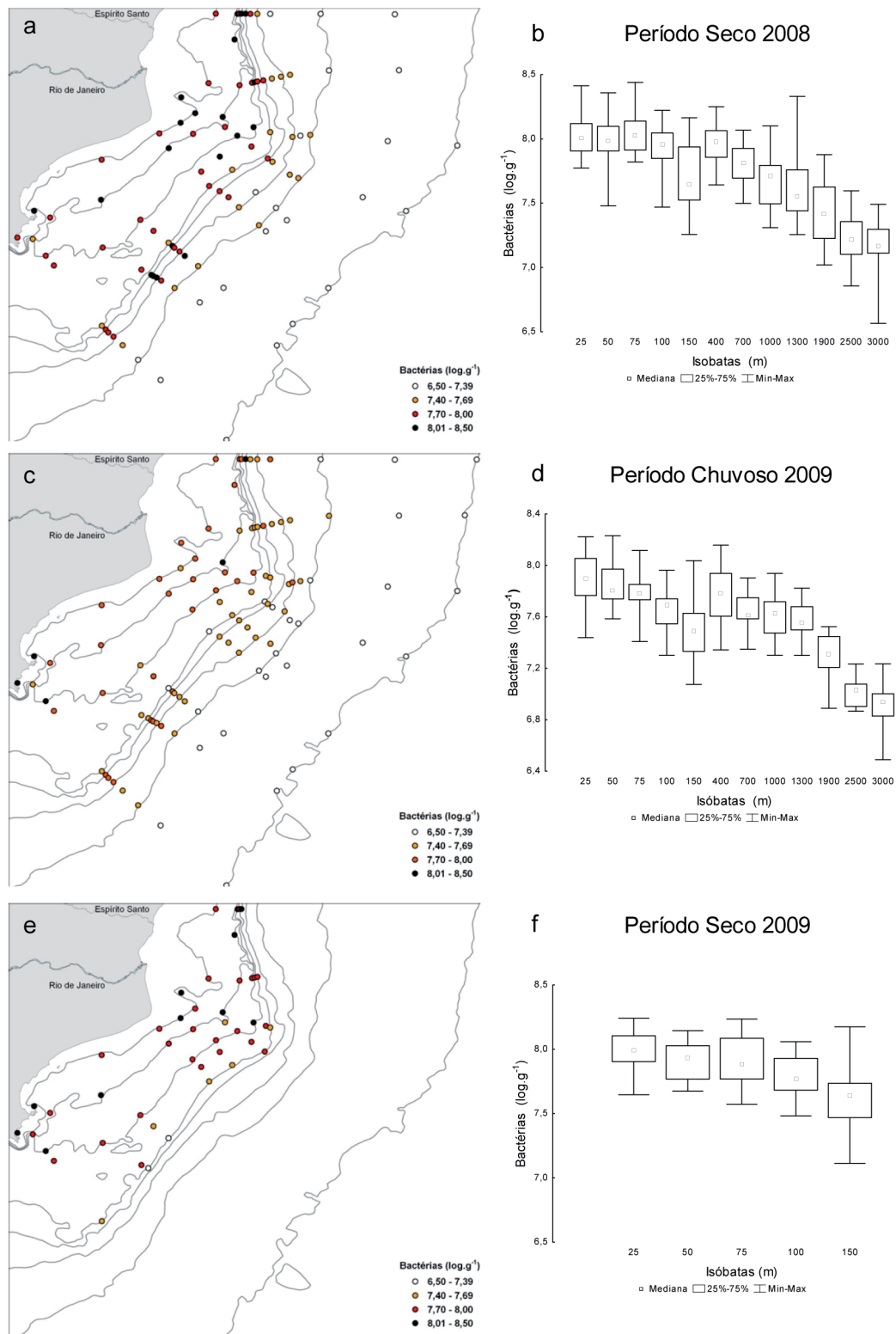


Figura 3 - Distribuição espacial e vertical na Abundância microbiana no ambiente bentônico da Bacia de Campos durante (a, b) o período seco de 2008, (c, d) o período chuvoso de 2009 e (e, f) o período seco de 2009.

A análise multivariada revelou padrões batimétricos distintos com maior variabilidade entre amostras nas isóbatas menos profundas (maiores que 150 m, Figura 4) Apesar disso, não foram detectadas diferenças regionais entre os transectos localizados ao sul, centro e norte (ANOSIM R Global = 0,067, $p = 0,1$). Considerando o gradiente batimétrico, foram observadas diferenças significativas na abundância microbiana e nas variáveis suporte para a maioria das isóbatas (R global = 0,382 $p = 0,001$). As únicas exceções foram as isóbatas entre 25 e 75 m, e entre 1.300 e 2.500 m, que apresentaram-se semelhantes entre si (Tabela 2). O mesmo tipo de padrão foi observado para a clorofila a e para os fitopigmentos, e para ambas as variáveis o gradiente batimétrico foi o mais importante para a variância dos dados.

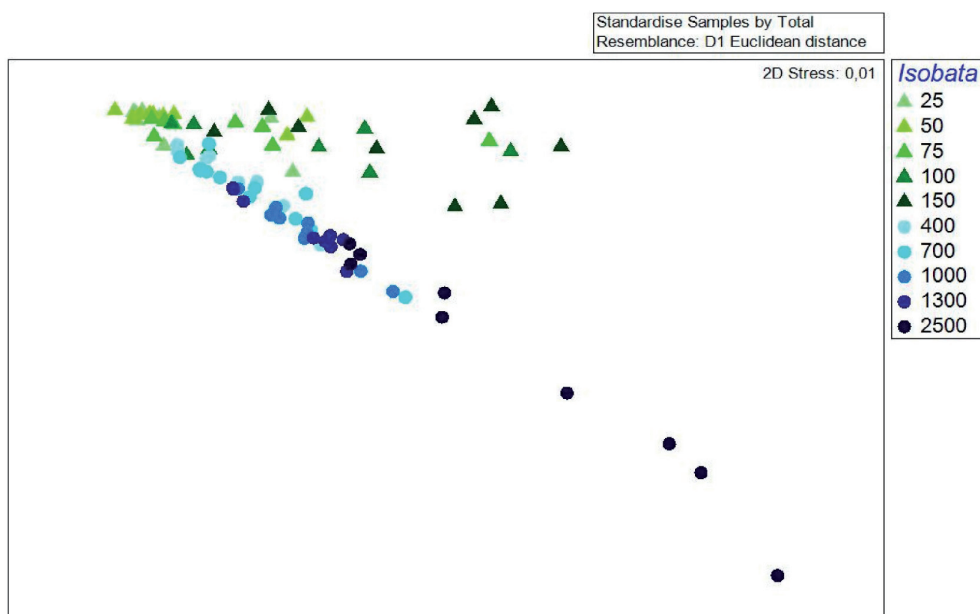


Figura 4 - Diagrama de n-MDS baseado na matriz de distância euclidiana de dados padronizados, em relação aos dados médios obtidos para abundância microbiana, porcentagem de cascalho, porcentagem de silte e argila, carbonato total, carbono orgânico total, clorofila a , fitopigmentos totais, lipídios totais, proteínas, temperatura e salinidade encontrados em ambientes de plataforma e talude (transectos A a H), entre 25 e 2500 m de profundidade.

Tabela 2 - Valores de R resultantes da análise de similaridade (ANOSIM) feita entre as isóbatas 25 a 2500 m. Valores em negrito indicam correlações significativas ($p < 0,05$). Matriz de distância Euclidiana baseada na abundância microbiana, porcentagem de cascalho, porcentagem de silte e argila, carbonato total, carbono orgânico total, clorofila *a*, fitopigmentos totais, lipídios totais, proteínas, temperatura e salinidade.

Isóbatas	25	50	75	100	150	400	700	1000	1300
25									
50	0,08								
75	0,21	0,08							
100	0,41	0,28	0,15						
150	0,58	0,43	0,31	0,07					
400	0,4	0,27	0,31	0,21	0,53				
700	0,56	0,60	0,48	0,32	0,64	0,17			
1000	0,72	0,65	0,58	0,3	0,43	0,35	0,47		
1300	0,77	0,60	0,53	0,28	0,51	0,47	0,25	0,04	
2500	0,70	0,58	0,54	0,42	0,37	0,56	0,72	0,40	0,37

Influência dos cânions

Nos cânions foi observado o mesmo tipo de gradiente batimétrico já relatado para toda a Bacia de Campos, com os valores de fitopigmentos e abundância microbiana diminuindo diretamente com aumento da profundidade (Figura 5). De uma forma geral, os valores bióticos observados foram maiores nos cânions estudados que nas áreas adjacentes dos transectos G e H nas mesmas profundidades (Figura 5 e Tabela 3). Isto foi observado tanto para os fitopigmentos (ANOVA trifatorial, $p < 0,0001$; Tabela 3) quanto para a abundância microbiana (ANOVA trifatorial, $p < 0,01$; Tabela 3). A dificuldade de obter algumas amostras nas isóbatas de 400 e 700 m dificultou a interpretação dos resultados. Os valores individuais de clorofila *a* nestas amostras dos cânions e transectos G e H foram muito baixos, e, portanto, não foram considerados nesta avaliação.

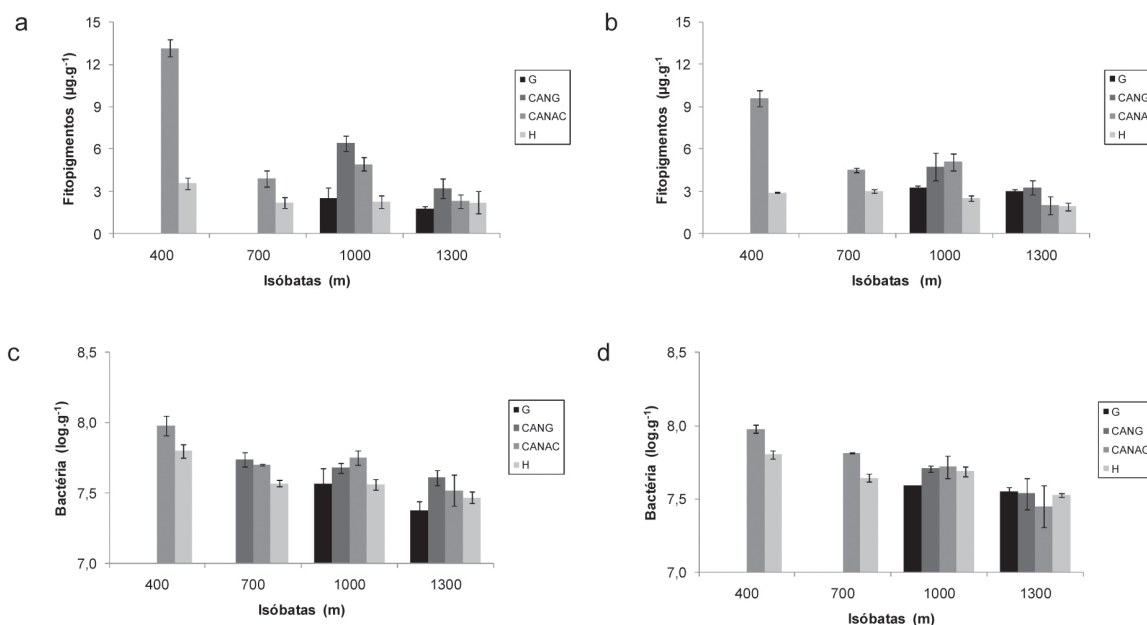


Figura 5 - Distribuição espacial e vertical dos Fitopigmentos (a, b) e da Abundância microbiana (c, d) nos cânions Grussaí e Almirante Câmara, bem como nas áreas adjacentes dos transectos G e H na Bacia de Campos durante o período seco de 2008 (a, c) e o período chuvoso de 2009 (b, d).

Tabela 3 - Valores de F e p resultantes da análise univariada de variância trifatorial considerando os principais descritores da comunidade microbiana (total de fitopigmentos e abundância microbiana), nos dois períodos (seco 2008 e chuvoso 2009), em dois transectos (G e H) e nos cânions Grussaí e Almirante Câmara e em 4 isóbatas (400, 700, 1.000, e 1.300 m). Dados transformados em log (x+1). Em negrito, são apresentados os valores significativos.

	Fitopigmentos		Bactérias	
	F	p	F	p
Período (P)	1,093	0,071	0,779	0,127
Transecto (T)	81,36	0,0001	11,50	0,001
Isóбата (I)	12,03	0,01	5,11	0,035
P x T	0,06	0,799	1,05	0,309
P x I	0,72	0,661	0,90	0,572
I x T	5,72	0,0001	3,089	0,060
P x T x I	0,42	0,860	0,66	0,680

Discussão

Nos ambientes de mar profundo não existe produção primária local, então estes ecossistemas são amplamente dependentes da matéria orgânica originária na zona fótica (Billett *et al.*, 1983). Por isto em sua maioria são ecossistemas limitados por recursos tróficos, e como a entrada de matéria orgânica tende a diminuir confor-

me a profundidade, quanto mais profundo o local mais oligotrófico tende a ser seu sedimento (Schmidt *et al.*, 1998; Danovaro *et al.*, 1999).

O gradiente de profundidade foi o principal fator condicionando os resultados de clorofila *a* nos sedimentos da Bacia de Campos, sendo estas diferenças atribuídas ao gradiente batimétrico e as diferenças de profundidade entre as estações de coleta, indo da Plataforma interna (25 m) até o Talude (3.000 m). As maiores concentrações de clorofila (entre 0,5 e 2,0 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) foram observadas nos pontos mais próximos à região costeira, em especial próximo a região de Cabo Frio. Esta distribuição pode estar associada à maior produtividade primária desta região da Bacia de Campos (Rodriguez *et al.*, apresentado no volume 4 desta série), produtividade esta que gera em uma maior exportação de matéria orgânica da zona pelágica para os sedimentos. Nestas áreas com maiores teores de clorofila pode-se assumir que a matéria orgânica foi recentemente depositada, e ainda não consumida pelos herbívoros (Pusceddu *et al.*, 2010). Os teores de clorofila vão diminuindo gradativamente pela Plataforma continental até chegar ao Talude, e a partir da isóbata de 1.200 m, os valores são muito reduzidos ou mesmo abaixo do limite de detecção ($< 0,02 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Na região do Talude existem diferentes fatores que podem explicar os menores teores de clorofila *a* nos seus sedimentos. Por ser a região mais afastada da costa, onde os nutrientes são mais escassos, observa-se uma produtividade biológica menor (Rodriguez *et al.*, *op. cit.*). A reduzida produção biológica na zona epipelágica proporciona uma menor quantidade de material disponível para as regiões meso e bati pelágicas, tal como descrito para outras regiões oceânicas do mundo (Billett *et al.*, 1983). Na região mais ao sul (representadas pelos transectos B e C e estações 5 a 8) foram observados maiores teores de clorofila no talude em ambos períodos. Nesta região de grande declividade, os transectos B e C passam por cima de ravinas, que se não tão extensas quanto os cânions, podem acumular material da mesma forma. Os cânions da Bacia de Campos, que estão localizados em maiores profundidades e distantes da região costeira, não recebem expressiva contribuição de matéria orgânica recente de origem continental, tal como descrito para o Atlântico e Mediterrâneo por Pusceddu *et al.* (2010). Os cânions da Bacia de Campos não apresentaram acúmulo significativo de clorofila *a*, pois estão localizados em regiões mais profundas ($< 400 \text{ m}$) onde os níveis de clorofila *a* são muito baixos. Já os produtos de degradação da clorofila foram observados em teores mais expressivos (Figura 5). E tal como as bactérias, os fitopigmentos parecem ter

sido mais acumulados nos cânions que nas áreas próximas e de mesma batimetria. Os poucos estudos disponíveis não apresentam resultados conclusivos, em alguns locais foi observado acúmulo de matéria orgânica e microrganismos nos cânions (Pusceddu *et al.*, 2010), enquanto outros demonstram valores semelhantes (Queric e Soltwedel, 2012).

Para a distribuição dos fitopigmentos, diversas condições como profundidade local, tempo de transporte da matéria orgânica desde a zona epipelágica até o fundo oceânico, velocidade de degradação microbiana ao longo da coluna d'água determinarão se o fitopigmento predominante será clorofila *a* ou feofitina (Donavaro *et al.*, 1998; Pusceddu *et al.*, 2010). Na região do talude a menor disponibilidade de nutrientes e matéria orgânica epipelágica (Suzuki *et al.*, apresentado no volume 3 desta série) condiciona uma menor produção primária (Rodriguez *et al.*, apresentado no volume 4 desta série) que por fim produz uma menor quantidade de matéria orgânica a ser exportada para a zona batial. Este contraste de produtividade entre as regiões de plataforma (maior produtividade) e do talude (menor produtividade) é uma das principais explicações para a distribuição vertical dos fitopigmentos nestes sedimentos da Bacia de Campos. O descrito acima está de acordo com relatos para a costa Européia do Atlântico e do Mediterrâneo (Pusceddu *et al.*, 2010), onde o estado trófico geral dos sedimentos da margem continental são mais controlados pela produção biológica das águas sobrejacentes do que pela topografia ou condições locais.

Já as bactérias estão presentes de forma ubíqua nos sedimentos marinhos, influenciando os ciclos biogeoquímicos elementares nos oceanos, assim como, fazendo parte das teias tróficas da comunidade bentônica (Schmidt *et al.*, 1998). Considerando que a distribuição microbiana está relacionada às propriedades do sedimento (Danovaro & Fabiano, 1995), a abundância microbiana pode ser utilizada como um forte indicativo de mudanças no fluxo de nutrientes no fundo oceânico, resultante de variações sazonais e interanuais (Danovaro *et al.*, 1999) ou de outras mudanças ambientais. Um dos principais resultados obtidos neste trabalho foi uma forte correlação entre a profundidade e os parâmetros referentes à abundância microbiana e a concentração de fitopigmentos. Este padrão pode ser comumente observado para regiões oceânicas (Danovaro *et al.*, 1998; Quéric *et al.*, 2004), sendo provável que a relação não seja direta com a profundidade, mas possivelmente correlacionada à diminuição no fluxo de carbono orgânico particulado que ocorre

com o aumento da profundidade do oceano (Jørgensen & Boetius, 2007). Segundo Deming & Carpenter (2008), o fluxo descendente de carbono orgânico particulado prediz claramente a abundância microbiana, sendo o número de microrganismos no sedimento baseado principalmente no suprimento de recursos orgânicos ao fundo do mar e não na profundidade.

Na Tabela 4 é apresentada uma síntese dos dados de abundância microbiana de diversas áreas oceânicas do mundo, com suas respectivas referências e métodos de análise empregados. Os diferentes valores observados nesta tabela para áreas de mesma profundidade podem estar associados a diversos fatores, tais como, metodologia de coleta e análise, fatores ambientais e unidade utilizada para expressar os resultados. A utilização de diversas unidades dificulta a comparação de resultados entre diferentes publicações (Schmidt *et al.*, 1998).

Tabela 4 - Valores publicados para a abundância microbiana em sedimentos (modificado de Carvalho, 2010).

Estudo	Amostragem			Análise			Abundância Microbiana x 10 ⁸ células.g ⁻¹ *
	Localização	Profundidade	Extração	Coloração	Deteção		
ZoBell & Morita, 1959	Fossa das Filipinas ¹	10.000 m 1.000 m	**	**	Cultivo	0,002 – 0,04 (PU) 0,005 – 0,02 (PU)	
ZoBell & Morita, 1959	Oceano Índico	7.000 m	**	**	Cultivo	0,01 – 0,02 (PU)	
Deming & Colwell, 1982	Planície Abissal Demerara ²	4.500 - 4.800 m	**	LA	Epif.	4,4 – 10,7 (PS)	
Rowe & Deming, 1985	Planície Abissal Demerara ²	4.500 - 4.800 m	**	LA	Epif.	3,1 – 4,7 (PS)	
Rowe & Deming, 1991	Baía de Biscaia ³	4.000 - 4.700 m	**	LA	Epif.	2,0 – 4,3 (PS)	
Boetius <i>et al.</i> , 1996	Mediterrâneo Oriental	200 – 4.600 m	Pirofosfato e sonicação	LA	Epif.	15,5 – 39,4 células.cm ⁻³	
Wit <i>et al.</i> , 1997	Oceano Índico	4.200 – 4.800 m	Pirofosfato e sonicação	DAPI	Epif.	8,6 – 96,9 (PS)	
Danovaro <i>et al.</i> , 1998	Mediterrâneo Oriental	40 - 1.500 m	Sonicação	LA	Epif.	1,0 – 3,5 (PS)	
Boetius <i>et al.</i> , 2000	Mar Arábico	1.900 - 4.400 m	Sonicação	LA	Epif.	6,0 – 40,0 células.cm ⁻³	
Danovaro & Serresi, 2000	Mediterrâneo Oriental	1.200 - 4.200 m	Pirofosfato e sonicação	SYBR-1	Epif.	4,0 – 11,0 (PS)	
Dixon & Turley, 2000	Atlântico Nordeste	1.100 – 3.600 m	Sonicação	LA	Epif.	1,1 – 12,0 (PS)	

(*) Unidade diferente quando especificada, (**) Não realizado, (LA) laranja de acridina, (Epif.) Microscopia de Epifluorescência, (PU) peso úmido, (PS) peso seco, (Cel.) Células, ¹Oceano Pacífico, ²Atlântico Norte, ³Costa Oeste da França, ⁴Itália, ⁵Alexandria – Egito.

Tabela 4 . Continuação.

Estudo	Amostragem			Análise			Abundância Microbiana
	Localização	Profundidade	Extração	Coloração	Deteção		
Danovaro <i>et al.</i> , 2002a	Mar Mediterrâneo	1.300 – 4.000 m	Pirofosfato e sonicação	LA	Epif.	1,8 – 6,5 (PS)	
Danovaro <i>et al.</i> , 2002b	Mar Adriático ⁴	15 – 50 m	Sonicação	LA	Epif.	1,4 – 36,5 (PS)	
Luna <i>et al.</i> , 2002	Mar Adriático ⁴	9 – 12 m	Sonicação	LA	Epif.	1,5 – 53,1 (PS)	
Turley & Dixon, 2002	Atlântico Nordeste	1.100 - 3.600 m	Sonicação	LA	Epif.	0,6 – 5,3 células.mL ⁻¹	
Quéric <i>et al.</i> , 2004	Oceano Ártico	1.200 – 5.600 m	Pirofosfato e Homogeneização	Iodeto de Propí- dio e Syto9	Epif.	0,8 – 5,4 células.cm ⁻³	
Lunau <i>et al.</i> , 2005	Mar do Norte	2 m	Metanol	SYBR Green I	Epif.	0,05 células.mg ⁻¹ (PU)	
			Pirofosfato	SYBR Green I	Epif.	0,04 células.mg ⁻¹ (PU)	
			Tween 80	SYBR Green I	Epif.	0,03 células.mg ⁻¹ (PU)	
Gouda <i>et al.</i> , 2006	Eastern Harbour ⁵	1,5 – 13 m	Metanol	SYBR Green I	Epif.	9,0 células.mg ⁻¹ (PU)	
			Pirofosfato	SYBR Green I	Epif.	7,0 células.mg ⁻¹ (PU)	
			Tween 80	SYBR Green I	Epif.	5,8 células.mg ⁻¹ (PU)	
Raghukumar <i>et al.</i> , 2006	Bacia Indiana Central	5.000 m	Sonicação	LA	Epif.	0,0001 – 0,1 CFU.g ⁻¹ (PS)	
Hewson & Fuhrman, 2007	Oceano Pacífico	20 – 900 m	Pirofosfato e homogeneização	SYBR Green I	Epif.	0,7 – 1,6 células.mL ⁻¹	
Deming & Carpenter, 2008	Golfo do México	212 – 3.732 m	Triton-X	LA e DAPI	Epif.	1,0 – 18,9 células.cm ⁻³	

(*) Unidade diferente quando especificada, (***) Não realizado, (LA) laranja de acridina, (Epif.) Microscopia de Epifluorescência, (PU) peso úmido, (PS) peso seco, (Cel.) Células, ¹Oceano Pacífico, ²Atlântico Norte, ³Costa Oeste da França, ⁴Itália, ⁵Alexandria – Egito.

Alguns trabalhos como o de Zobell & Morita (1959) e de Gouda *et al.* (2006), realizados respectivamente no Oceano Índico e no Mar Mediterrâneo, apresentaram valores de abundância cerca de duas a três ordens de magnitude inferiores aos descritos neste estudo para a Bacia de Campos. Tais resultados podem estar associados ao uso de técnicas de cultivo na análise das amostras de sedimento. Sabe-se que os métodos de cultivo limitam a estimativa de abundância, pois não é possível fornecer um meio com os requisitos nutricionais e condições ambientais essenciais para o crescimento de todas as bactérias ao mesmo tempo (Watson *et al.*, 1977; Kirchman & Williams, 2000). Como consequência, as técnicas de cultivo favorecem apenas uma pequena fração das bactérias vivas presentes no ambiente (Jannasch & Jones, 1959; Gewin, 2006), subestimando a abundância em até três ordens de grandeza. Outros trabalhos (Boetius *et al.*, 1996 e 2000; Deming & Carpenter, 2008) registraram dados de abundância mais elevados para o Golfo do México, da ordem de 10^9 células.cm⁻³. Vale ressaltar que nestes artigos os valores de abundância foram dimensionados por unidades de área (cm³) ou volume (mL) e não por massa de sedimento como a maior parte dos demais trabalhos (Rowe & Deming, 1985; Wit *et al.*, 1997; Danovaro *et al.*, 1998 e 2002a; Luna *et al.*, 2002; Lunau *et al.*, 2005; Raghukumar *et al.*, 2006).

Considerando a unidade utilizada no presente trabalho (células.g⁻¹ de peso úmido - PU), a profundidade de origem dos sedimentos e a metodologia de separação das bactérias do sedimento (pirofosfato de sódio e/ou sonicação), foi observado que a abundância microbiana aqui descrita para os sedimentos da Bacia de Campos foram inferiores aos descritos na literatura para outras regiões oceânicas (Danovaro & Serresi, 2000; Dixon & Turley, 2000; Danovaro *et al.* 2002). Isto pode estar associado à característica oligotrófica das águas superficiais (zona fótica) da Bacia de Campos (Andrade *et al.*, 2003; Pedrosa *et al.*, 2006). Tal característica possivelmente limitaria a produção fitoplanctônica na superfície, fornecendo pouca quantidade de material orgânico para o fundo oceânico quando comparado aos ambientes em que foram encontrados dados de abundância mais elevados (Tabela 3). Por exemplo, a região nordeste do Oceano Atlântico, estudada por Dixon & Turley (2000), é conhecida por sua variação sazonal no fluxo de carbono orgânico particulado ao sedimento, que tem seu máximo no período chuvoso após as florações de fitoplâncton que ocorrem na primavera (Levin & Gooday, 2003). Deste modo, admite-se que peculiaridades regionais possam afetar o fluxo descendente de material orgânico e a disponibilidade de recursos alimentares nos sedimentos profundos, possivelmente influenciando a

abundância microbiana nestes sedimentos.

A primeira análise de organismos bentônicos a nível global (Rex *et al.*, 2006) demonstrou o domínio biológico das bactérias nas comunidades bentônicas profundas já preconizado para o Oceano Atlântico (Rowe *et al.*, 1991) e para o Golfo do México (Deming & Carpenter, 2008). O padrão de decréscimo com a profundidade observado neste estudo também é uma constante demonstrada por estes estudos de caráter global. Este decréscimo de abundância e de biomassa é descrito para todos os organismos, com reduções significativas para os grupos de micro a megafauna bentônica. Comparativamente, as bactérias estão distribuídas ao longo do gradiente batimétrico com menores variações em abundância e biomassa (Schmidt *et al.*, 1998; Rex *et al.*, 2006), mas quanto mais profundo o local, maior a contribuição das bactérias para a biomassa total dos sedimentos (Rex *et al.*, 2006).

Mesmo após anos de estudos por diversos grupos de pesquisa espalhados pelo mundo, pouco se sabe sobre a fração do material orgânico sedimentar que está acessível à degradação microbiana e em que escala de tempo esta fração será digerida, oxidada e assimilada (Jørgensen & Boetius, 2007). As substâncias refratárias podem ser resistentes a enzimas hidrolíticas, e seu uso como recurso energético e nutricional parece depender de uma série de fatores físico-químicos e biológicos, tais como a adsorção da matéria orgânica a partículas minerais ou a digestão prévia por animais (Burdige, 2007). Além disso, a relação entre a produção de biomassa microbiana e a disponibilidade de substrato (carbono orgânico particulado e nitrogênio) em sedimentos profundos ainda não é bem compreendida (Turley & Dixon, 2002).

Além da quantidade de matéria orgânica lábil, a disponibilidade de nitrogênio no sedimento é considerada como fator limitante para o crescimento bacteriano (Turley & Dixon, 2002). De fato um conjunto extenso de fatores em cada ambiente atua na determinação do número de bactérias nos sedimentos. Desta forma a abundância microbiana deve refletir o balanço entre processos de crescimento (via indução/produção de enzimas, hidrólise de substratos, captação, respiração e conversão em abundância) e mortalidade (predação e lise celular) (Danovaro & Serresi, 2000; Turley & Dixon, 2002) não sendo, portanto uma função direta da disponibilidade de recursos no meio. Porém estudos mais recentes demonstram que a abundância dos procariontes nos sedimentos marinhos é controlada pelos recursos orgânicos (Molari *et al.*, 2012). Existe um entendimento de que a disponibilidade de matéria orgânica nos sedimentos marinhos é o principal fator que afeta o metabolismo, distribuição e dinâ-

mica dos organismos bentônicos, desde os procariontes até a megafauna (Dell'Anno & Donavaro, 2005). Todos os organismos de mar profundo são conhecidos por responder rapidamente a pulsos de matéria orgânica (Gooday *et al.*, 1990).

Em paralelo a este estudo, Oliveira *et al.* (2013) detalharam a composição da matéria orgânica dos sedimentos analisando os ácidos graxos e lipídios. Seus resultados indicaram que a maior fração da matéria orgânica foi composta por lipídios derivados dos produtores primários e secundários autóctones, enquanto os lipídios de fontes alóctones e mesmo de bactérias foram relativamente menos importantes. Segundo estes autores, a matéria orgânica nos sedimentos da plataforma continental e talude (até 1.000 m de profundidade) é essencialmente derivada da produção primária e secundária e, portanto, contendo uma importante fração reativa disponível para os organismos bentônicos. Já na porção mais profunda (entre 1.000 e 3.000 m de profundidade) o conteúdo de matéria orgânica é baixo e com incremento de frações refratárias com pouco valor nutricional. Os resultados de abundância microbiana e fitopigmentos e seus gradientes batimétricos estão de acordo com estes padrões descritos por Oliveira *et al.* (2013).

A partir deste estudo, a distribuição dos fitopigmentos e da abundância microbiana nos sedimentos da Bacia de Campos passa a ser conhecida com mais resolução espacial e batimétrica. É um importante marco para a oceanografia microbiológica nacional, e espera-se obter o mesmo conhecimento em outras bacias no futuro. As interações dos microrganismos com as variáveis ambientais observadas neste estudo, bem como com organismos de diversos níveis tróficos (Lavrado *et al.*, apresentado no volume 5 desta série) indicam a importância destes no balanço da biomassa e nos ciclos dos elementos. Isto justifica futuras investigações sobre a biodiversidade microbiana dos mares profundos, e a interação desta biodiversidade e metabolismos aos fluxos globais de elementos biogênicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem os Dr. Carlos E. Rezende e Dr. Renato Carreira por gentilmente ceder dados sobre a química dos sedimentos, e a dois revisores cujas sugestões contribuíram para a melhoria do texto.

Referências

- Andrade, L.; Gonzalez, A.M.; Araujo, F. & Paranhos, R., 2003, Flow cytometry assessment of bacterioplankton in tropical marine environments. *Journal of Microbiological Methods*, 55:841-850.
- Billett, D.S.M., Lampitt, R.S., Rice, A.L., Mantoura, R.F.C., 1983. Seasonal sedimentation of phytoplankton in the deep sea benthos. *Nature* 302:520–522.
- Boetius, A.; Scheibe, S.; Tselepides, A. & Thiel, H., 1996, Microbial biomass and activities in deep-sea sediments of the Eastern Mediterranean: trenches are benthic hotspots. *Deep-Sea Research*, 43:1439-1460.
- Boetius, A.; Ferdelman, T. & Lochte, K., 2000, Bacterial activity in sediments of the deep Arabian Sea in relation to vertical flux. *Deep-Sea Research*, 47:2835-2875.
- Burdige, D.J., 2007, Preservation of organic matter in marine sediments: controls, mechanisms, and an imbalance in sediment organic carbon budgets *Chemical Reviews*, 107, pp.467-485.
- Carvalho, C.D.C., 2010. *Distribuição de bactérias em sedimentos da Bacia de Campos, Oceano Atlântico Sudoeste*. Dissertação de mestrado – UFRJ, 119pp.
- Certes, A., 1884, Sur la culture, à labrides germes atmosphériques, des eaux et des sédiments rapportés par les expéditions du Travailleur et Talisman. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, Paris*, 98:690-693.
- Clarke, K.R., Gorley, R.N., 2001. PRIMER v5: User manual/tutorial, PRIMER-E, Plymouth UK, 91pp.
- Danovaro, R. & Fabiano, M., 1995, Seasonal and inter-annual variation of bacteria in a seagrass bed of the Mediterranean Sea: relationship with labile organic compounds and other environmental factors. *Aquatic Microbial Ecology*, 9:17-26.
- Danovaro, R.; Marrale, D.; Della Croce, N.; Dell'anno, A. & Fabiano, M., 1998, Heterotrophic nanoflagellates, bacteria and labile organic compounds in continental shelf and deep-sea sediments of the Eastern Mediterranean. *Microbial Ecology*, 35:244-255.
-

-
- Danovaro, R.; Dinet, A.; Duineveld, G. & Tselepides, A., 1999, Benthic response to particulate fluxes in different trophic environments: a comparison between Gulf of Lions–Catalan Sea (Western-Mediterranean) and the Cretan Sea (Eastern-Mediterranean). *Progress in Oceanography*, 44:287-312.
- Danovaro, R. & Serresi, M., 2000, Viral density and virus-to-bacterium ratio in deep-sea sediments of the Eastern Mediterranean. *Applied and Environmental Microbiology*, 66:1857-1861.
- Danovaro, R.; Dell'anno, A.; Trucco, A.; Serresi, M. & Vanucci, S., 2001, Determination of virus abundance in marine sediments. *Applied and Environmental Microbiology*, 67:1384-1387.
- Danovaro, R.; Manini, E. & Dell'anno, A., 2002, Higher abundance of bacteria than of viruses in deep Mediterranean sediments. *Applied and Environmental Microbiology*, 68:1468-1472.
- Dell'Anno, A., Danovaro, R., 2005. Extracellular DNA plays a key role in deep-sea ecosystem functioning. *Science* 309:2179.
- Deming, J.W. & Colwell, R.R., 1982. Barophilic bacteria associated with digestive tracts of abyssal holothurians. *Applied and Environmental Microbiology*, 44:1222-1230.
- Deming, J.W. & Carpenter, S.D., 2008, Factors influencing benthic bacterial abundance, biomass, and activity on the northern continental margin and deep basin of the Gulf of Mexico. *Deep-Sea Research II*, 55:2597-2606.
- Dixon, J.L. & Turley, C.M., 2000, The effect of water depth on bacterial numbers, thymidine incorporation rates and C:N ratios in northeast Atlantic superficial sediments. *Hydrobiologia*, 440:217-225.
- Duhamel, S. & Jacquet, S., 2006, Flow cytometric analysis of bacteria- and virus-like particles in lake sediments. *Journal of Microbiological Methods*, 64:316-332.
- Epstein, S.S. & Rossel, J., 1995, Enumeration of sandy sediment bacteria: search for optimal protocol. *Marine Ecology Progress Series*, 117:289-298.
- Gage, J.D. & Tyler, P.A., 1991, *Deep-Sea Biology: A Natural History of Organisms at the Deep Sea Floor*. 1 ed. Cambridge, Cambridge University Press.
- Gage, J.D., 2003, Food inputs, utilization, carbon flow and energetic . In: Tyler, P.A. (ed), *Ecosystems of the deep oceans*, 1 ed., chapter 11, Amsterdam, SA, Elsevier.
-

-
- Gasol, J.M. & Del Giorgio, P.A., 2000, Using flow cytometry for counting natural planktonic bacteria and understanding the structure of planktonic bacterial communities. *Scientia Marina*, 64:197-224.
- Gewin, V., 2006, Discovery in the dirt . *Nature*, 439:384-386.
- Gooday, A.J., Turley, C.M. & Allen, J.A., 1990. Responses by benthic organisms to inputs of organic material to the ocean-floor - a review. *Philosophical Transactions Of The Royal Society A-Mathematical Physical And Engineering Sciences*, 331(1616):119-138.
- Gouda, M.K.; Jammo, K.M. & Awad, H.E., 2006, Distribution of heterotrophic aerobic marine bacteria in sediment in Eastern Harbour of Alexandria. *Annals of Microbiology*, 56:295-304.
- Hewson, I. & Fuhrman, J.A., 2007. Covariation of viral parameters with bacterial assemblage richness and diversity in the water column and sediments. *Deep-Sea Research*, 54:811-830.
- Jannasch, H.W. & Jones, G.E., 1959, Bacterial populations in seawater as determined by different methods of enumeration, *Limnology and Oceanography*, 4:128-139.
- Jannasch, H.W. & Taylor, C.D., 1984, Deep-sea microbiology . *Annual Reviews in Microbiology*, 38:487-514.
- Jørgensen, B.B. & Boetius, A., 2007, Feast and famine – microbial life in the deep-sea bed. *Nature Reviews Microbiology*, 5:770-781.
- Kirchman, D.L. & Williams, P.J.B., 2000, Introduction . In: Kirchman, D.L. (ed), *Microbial Ecology of the Oceans*, 1 ed., chapter 1, New York, USA, John Wiley & Sons, Inc.
- Lavrado, H.P., Disaró, S. T., Esteves, A., Fonseca-Genevois, V., Mello e Sousa, S., Omena, E.P., Paranhos, R., Sallorenzo, I., Veloso, V.G. , in press. **Heterogeneidade do bentos na margem continental da Bacia de Campos.** In Falcão, A.P (ed), *Caracterização Ambiental Regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste, vol 5, Ambiente Bêntico, Elsevier.*
- Levin, L.A. & Gooday, A.J., 2003, The deep Atlantic Ocean . In: Tyler, P.A. (ed), *Ecosystems of the deep oceans*, 1 ed., chapter 5, Amsterdam, SA, Elsevier.
-

-
- Luna, G.M.; Manini, E. & Danovaro, R., 2002, Large fraction of dead and inactive bacteria in coastal marine sediments: comparison of protocols for determination and ecological significance. *Applied and Environmental Microbiology*, 68:3509-3513.
- Lunau, M.; Lemke, A.; Walther, K.; Martens-Habbena, W. & Simon, M., 2005, An improved method for counting bacteria from sediments and turbid environments by epifluorescence microscopy. *Environmental Microbiology*, 7:961-968.
- Molari, M., Giovanelli, D., d'Errico, G & Manini, E., 2012. Factors influencing prokaryotic community structure composition in sub-surface coastal sediments. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 97:141-148.
- Montagna, P.A., 1984, In situ measurement of meiobenthic grazing rates on sediment bacteria and edaphic diatoms. *Marine Ecology Progress Series*, 18:119-130.
- Oliveira, D.R.P.; Cordeiro, L.G.M.S & Carreira, R.S., 2013. Characterization of organic matter in cross-margin sediment transects of an upwelling region in the Campos Basin (SW Atlantic, Brazil) using lipid biomarkers. *Biogeochemistry*, 112:311-327.
- Parsons, T.R., Maita, Y. & Lalli, C.M., 1984. *A manual of chemical and biological methods for seawater analysis*. Pergamon Press, Oxford, 173 pp.
- Pascal, P.-Y.; Dupuy, C.; Mallet, C.; Richard, P. & Niquil, N., 2008, Bacterivory by benthic organisms in sediment: Quantification using ¹⁵N-enriched bacteria. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 355:18-26.
- Patching, J.W. & Eardly, D., 1997, Bacterial biomass and activity in the deep waters of the eastern Atlantic--evidence of a barophilic community. *Deep-Sea Research*, 44:1655-1670.
- Pedrosa, P.; Susuki, M.S.; Andrade, L.; Silveira, I.C.A.; Schmidt, A.C.K.; Falcao, A.P.; Lavrado, H.P.; Rezende, C.E., 2006, Hidroquímica de massas de água em regiões da margem continental brasileira, Bacia de Campos, Estado do Rio de Janeiro, RJ. *Geochimica Brasiliensis*, 20:104-122.
- Pfannkuche, O.; Boetius, A.; Lochte, K.; Lundgreen, U. & Thiel, H., 1999, Responses of deep-sea benthos to sedimentation patterns in the North-East Atlantic in 1992. *Deep-Sea Research*, 46:573-596.
-

-
- Pusceddu, A.; Bianchelli, S.; Canals, M.; Vidal, A.S.; Madron, X.D.; Heissner, S.; Lykousis, V.; Stigter, H.; Trincardo, F. & Danovaro, R., 2010. Organic matter in sediments of canyons and open slopes of the Portuguese, Catalan, Southern Adriatic and Cretan Sea margins. *Deep Sea Research* 57:441-457.
- Quéric, N.-V.; Soltwedel, T. & Arntz, W.E., 2004, Application of a rapid direct viable count method to deep-sea sediment bacteria. *Journal of Microbiological Methods*, 57:351-367.
- Quéric, N.-V. & Soltwedel, T., 2012. Benthic prokaryotic community dynamics along the Ardencaple Canyon, Western Greenland Sea. *Sedimentary Geology*, 263-264 (2012) 36–44.
- Raghukumar, C.; Nath, B.N.; Sharma, R.; Bharathi, P.A.L. & Dalal, S.G., 2006, Long-term changes in microbial and biochemical parameters in the Central Indian Basin. *Deep-Sea Research*, 53:1695-1717.
- Rex, M.A.; Etter, R.J.; Morris, J.S.; Crouse, J.; McClain, C.R.; Johnson, N.A.; Stuart, C.T.; Deming, J.W.; Thies, R. & Avery, R., 2006, Global bathymetric patterns of standing stock and body size in the deep-sea benthos. *Marine Ecology Progress Series*, 317:1-8.
- Resende, C.E., Almeida, M.G., Araújo, B.F., Gobo, A.A.R., Maciel, C.P., Gobo, R.R., Azevedo, W.C.S., Godoy, J.M. & Almeida, A.C., (in press). A composição física e elementar dos sedimentos marinhos entre a região costeira e o oceano profundo. In Falcão, A.P (ed), *Caracterização Ambiental Regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste, vol 3, Química Ambiental, Elsevier*.
- Rodrigues, E.G., Rodrigues, S.V., Marinho, M.M., Carvalho, W.F., Pinto, F.N. & Paranhos, R., (in press). Biomassa e Produção Primária. In Falcão, A.P (ed), *Caracterização Ambiental Regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste, vol 4, Ambiente Pelágico, Elsevier*.
- Rowe, G.T. & Deming, J.W., 1985, The role of bacteria in the turnover of organic carbon in deep-sea sediments. *Journal of Marine Research*, 43:925-950.
- Rowe, G., Sibuet, M., Deming, J., Khripounoff, A., Tietjen, J., Macko, S., Theroux, R., 1991. "Total" sediment biomass and preliminary estimates of organic carbon residence time in deep-sea benthos. *Marine Ecology Progress Series*, 79:99–114.
-

-
- Schmidt, J.L.; Deming, J.W.; Jumars, P.A. & Keil, R.G., 1998, Constancy of bacterial abundance in surficial marine sediments. *Limnology and Oceanography*, 43:976-982.
- Suzuki, M.R., Paranhos, R., Rezende, C.E., Pinto, F.N., Gobo, A.R., Pedrosa, P., Falcão, A.P., Curbelo, M.P., (in press). Hidroquímica, carbono orgânico e nutrientes dissolvidos e particulados na Bacia de Campos. In Falcão, A.P (ed), *Caracterização Ambiental Regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste, vol 3, Química Ambiental, Elsevier*.
- Turley, C.M. & Dixon, J.L., 2002, Bacterial numbers and growth in surficial deep-sea sediments and phytodetritus in the NE Atlantic: Relationships with particulate organic carbon and total nitrogen, *Deep-Sea Research*, 49:815-826.
- Watson, S.W.; Novitsky, T.J.; Quinby H.L.; & Valois, F.W., 1977, Determination of bacterial number and biomass in marine-environment. *Applied and Environmental Microbiology*, 33:940-946.
- Wit, R.; Relexans, J.-C.; Bouvier, T. & Moriarty, D.J.W., 1997, Microbial respiration and diffusive oxygen uptake of deep-sea sediments in the Southern Ocean (ANTARES-I cruise), *Deep-Sea Research*, 44:1053-1068.
- Zobell, C.E. & Morita, R.Y., 1959, Deep-sea bacteria. *Galathea Report*, 1:139-154.
-

III. FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS NA PLATAFORMA CONTINENTAL

RESUMO

Visando caracterizar a plataforma continental da Bacia Sedimentar de Campos com base em foraminíferos bentônicos no período seco (ressurgências menos frequentes) de 2008 e chuvoso (ressurgências mais frequentes) de 2009, foram estudadas amostras distribuídas em transectos perpendiculares à costa, provenientes de cinco isóbatas (25, 50, 75, 100 e 150 m). Os sedimentos (0 a 2 cm) foram coletados em triplicata, fixados em formol 4 % tamponado com bórax, corados com rosa de bengala e lavados em peneira de 63 μm . Em laboratório realizou-se a triagem sob lupa para retirar todas as carapaças com célula corada. Análises de agrupamento e nMDS permitiram reconhecer diferentes ambientes e com análises fatoriais investigou-se as relações entre biota e dados ambientais. As variáveis-resposta quantitativas foram biomassa e abundância. Identificou-se 519 táxons de foraminíferos e a estrutura das associações (densidade, diversidade, dominância, equitabilidade). O padrão de distribuição espacial dos foraminíferos está fortemente associado à profundidade, aos sedimentos, à disponibilidade e qualidade de matéria orgânica. Análises integradas dos períodos identificaram três áreas principais; a análise de espécies indicadoras permitiu reconhecer as principais espécies de cada área. (i) Plataforma interna - 25 e 50 m, sedimentos predominantemente siliciclásticos, predomínio de espécies epifaunais positivamente correlacionadas com areia, maior temperatura e maior concentração de clorofila-a. (ii) Plataforma média/externa - 75 a 150 m, características predominantemente oligotróficas, sedimentos (areia, cascalho e lama) bem selecionados e com alto teor de carbonato; espécies positivamente correlacionadas ao COT. (iii) Área de ressurgências e/ou enriquecimento orgânico - predomínio de espécies infaunais positivamente correlacionadas com lama, feofitina-a e COT. Foraminíferos fitodetrívoros indicaram outras áreas de ressurgência/enriquecimento orgânico associadas a intrusões da ACAS (Água Central do Atlântico Sul) próximo ao Cabo de São Tomé e ao norte da área estudada, provavelmente influenciada pelo vórtice de Vitória. A biomassa na plataforma interna foi similar à de outras áreas investigadas, mas valores na plataforma média e externa foram mais altos que o esperado para uma região oligotrófica sazonal-

mente mesotrófica. Curvas de abundância e biomassa indicaram que as áreas de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico mostram perturbação moderada, assim como a área de plataforma interna que apresenta indícios de perturbação moderada a forte, dependendo do período avaliado.

INTRODUÇÃO

Foraminíferos são organismos unicelulares planctônicos e bentônicos que habitam tanto a coluna d'água como o fundo, em diferentes substratos. Podem viver livres ou aderidos à vegetação, animais ou a diferentes clastos em áreas oceânicas, costeiras e transicionais. Ocupam tanto regiões intermareais como o sublitoral raso e profundo. São consumidores primários, mas também secundários de grande importância nas cadeias alimentares. Nomaki *et al.* (2008), utilizaram isótopos estáveis e comprovaram em seus estudos na Baía de Sagami (Japão) que os foraminíferos que se alimentam de fitodetritos e matéria orgânica presentes nos sedimentos fazem uma ponte importante no fluxo de energia que chega aos metazoários. A “foraminiferivoria” ou ingestão seletiva de foraminíferos, termo cunhado por Hickman & Lipps (1983, *apud* Moodley *et al.*, 2002) foi reportada para vários organismos bentônicos como poliquetos, neogastropodes, gastrópodes, nematódeos, isópodes, peixes, e segundo Moodley *et al.* (*op. cit.*) a ingestão não seletiva de foraminíferos também pode ocorrer através da atividade dos depositívoros.

Foraminíferos também podem ter microalgas como simbiontes e realizar mixotrofia como fazem alguns dinoflagelados, corais e outros organismos para complementar sua dieta em ambientes extremamente oligotróficos. Locomovem-se e realizam a captura de alimento através da emissão de pseudópodos que podem se anastomosar formando redes. Geralmente possuem uma carapaça que pode ser de natureza orgânica, carbonática ou formada pela aglutinação de partículas disponíveis no ambiente; neste último caso são chamados foraminíferos aglutinantes. Em vida os foraminíferos participam ativamente da ciclagem do material orgânico e após a morte, desde que não sofram a dissolução de suas carapaças, passam a formar parte constituinte dos sedimentos marinhos atuando como testemunhas de ambientes antigos, sendo muito conhecidos por auxiliar na interpretação paleoambiental. O uso de foraminíferos bentônicos fósseis aplicado à reconstrução de paleoambientes é especialmente eficiente. No entanto, cabe ressaltar que a chave para interpretar os registros fósseis está no conhecimento da ecologia dos foraminíferos atuais (Licari *et al.*, 2003).

Grande parte dos estudos realizados com foraminíferos está voltada à aplicação destes organismos como bioindicadores ambientais; tanto na identificação de padrões de distribuição naturais como os relatados nas publicações clássicas de Murray (1973), Nichols (1974) e Phleger (1960) como na detecção de padrões associados à poluição ou outras perturbações antropogênicas (Nagy & Alve, 1987; Alve, 1991a, 1991b, 1995, Yanko *et al.*, 1994 e 1999; Cearreta *et al.*, 2000; Geslin *et al.*, 2002,; Armynot du Châtellet *et al.*, 2004; Hayward *et al.*, 2004; Uthicke & Nobes, 2008).

O conhecimento sobre a distribuição, a biologia e a ecologia das espécies de foraminíferos da plataforma continental brasileira esteve mais associado às regiões estuarinas, lagunares, praias e outros ambientes da plataforma interna (Tinoco, 1955 e 1958; Closs & Barberena, 1962; Closs, 1963; Closs & Madeira 1966 e 1967; Boltovskoy & Lena, 1966; Suguio *et al.*, 1975 e 1979; Zaninetti *et al.* 1977 e 1979; Dias-Brito & Zaninetti, 1979; Machado & Souza, 1994; Eichler *et al.*, 1995; Machado & Moraes, 2002; Duleba, 2004; Duleba & Debenay, 2003; Duleba *et al.*, 2004; Araújo & Machado, 2008), embora alguns tenham sido realizados em regiões mais amplas da plataforma continental (Boltovskoy, 1959 e 1970; Tinoco, 1975; Madeira-Falcetta, 1974, 1977; Boltovskoy *et al.*, 1980; Carvalho, 1980; Tinoco & Matos, 1983; Levy *et al.*, 1995; Leipnitz *et al.*, 1999; Duleba *et al.*, 2005; Machado *et al.*, 2006; Eichler *et al.*, 2008).

Estudos de associações de foraminíferos bentônicos de cunho bioestratigráfico, taxonômico e biogeográfico realizados na área da Bacia de Campos, ou próximo a ela, foram publicados por Boltovskoy (1959 e 1962), Tinoco (1955), Ribas (1971), Barbosa (2002 e 2010), Brönnimann (1978, 1979a e 1979b), Brönnimann & Beurlen (1977a, 1977b, 1977c e 1977d) e Vicalvi (1997). Estudos sobre ecologia, distribuição e relação de foraminíferos com massas d'água ao sul e próximo ao limite Rio de Janeiro/Espírito Santo foram realizados por Rodrigues (1968) e Madeira-Falcetta (1974). Além desses, Oliveira-Silva *et al.* (2005) analisaram o padrão de distribuição dos foraminíferos "macrofaunais" (> 0,5 mm) desde o sul da Bahia até norte do Rio de Janeiro, Sousa *et al.* (2006) analisaram a distribuição dos foraminíferos no talude da Bacia de Campos e citam que a oferta de alimento, estabilidade do substrato e o tipo de sedimento são os fatores que determinam a distribuição. Nagai *et al.* (2009) associaram variações da produtividade e do hidrodinamismo numa área próxima a Cabo Frio com as variações do nível do mar e do clima durante o Quaternário.

O presente estudo trata da distribuição espacial e temporal das associações de foraminíferos bentônicos recentes da plataforma continental da Bacia Sedimentar de Cam-

pos. Além disso, pretende fornecer informações que auxiliem o reconhecimento de feições sedimentares e gerar dados sobre a biologia, a ecologia e a distribuição das espécies de foraminíferos, contribuindo para os planos de monitoramento ambiental na área.

MATERIAL E MÉTODOS

Uma descrição detalhada da área estudada pode ser encontrada no capítulo 1 deste volume enquanto o desenho amostral, metodologia de coleta, preparação de amostras, controle de qualidade de triagem e metodologia de análise de dados encontram-se detalhadamente descritos e ilustrados no capítulo 2 deste volume.

Contextualizando de forma breve, destaca-se que o estudo dos foraminíferos bentônicos da plataforma continental foi realizado com 239 amostras coletadas em nove transectos (A - I) perpendiculares à costa, amostrados no período seco (PPS 2008) que equivale à época com menor pluviosidade e frequência de ressurgência, coincidindo com o período de inverno e no período chuvoso (PPC 2009) que equivale ao período com maior pluviosidade e ressurgências mais frequentes, coincidindo com o período de verão.

Em cada transecto foram amostradas cinco isóbatas (25 m, 50 m, 75 m, 100 m e 150 m) com busca-fundo tipo Van Veen modificado (funcionamento semelhante ao de um box-corer).

Em cada estação, três amostras com área de 100 cm² foram obtidas em lançamentos independentes. O sedimento foi coletado entre 0 e 2 cm de profundidade e fixado com formol 4 % tamponado com tetraborato de sódio e corante vital Rosa de Bengala ainda em campo, para evidenciar o protoplasma de foraminíferos vivos.

Em laboratório 20 cm³ (ou o equivalente à área de 10 cm²) de sedimento de cada amostra foram separados para análise de foraminíferos vivos. As amostras foram lavadas em peneira de 63 µm, secas em estufa, e depois foram integralmente triadas sob lupa. Foram obtidos valores de densidade equivalentes ao total de indivíduos vivos/10 cm² além de outros parâmetros de estrutura de comunidades: riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância. A biomassa foi estimada pelo biovolume e este convertido em massa úmida assumindo-se a densidade de 1,13 g.cm⁻³. A transformação para miligramas de carbono orgânico foi realizada assumindo-se o equivalente a 10% de carbono, segundo Gerlach *et al.* (1985).

Curvas de rarefação foram realizadas para comparar a riqueza específica entre

os períodos amostrais e para avaliar o esforço amostral empregado nas duas campanhas e o esforço total.

Para a análise de agrupamento utilizou-se o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis com método de agrupamento de Ward (modo Q). Posteriormente empregou-se a análise de espécies indicadoras (ISA - Indicator Species Analysis) (Dufrêne e Legendre, 1997) para verificar as espécies discriminantes na formação dos grupos.

A Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi utilizada com a finalidade de identificar as relações entre as variáveis ambientais e bióticas. As variáveis ambientais utilizadas para ambos os períodos foram: profundidade, percentual de areia, diâmetro médio do grão (ϕ médio), assimetria, teor de carbonato, temperatura, clorofila epipelágica, clorofila-a no sedimento e feofitina no sedimento.

A análise das curvas de abundância e biomassa (ABC) foi utilizada como forma de detectar a ocorrência de perturbações nas áreas ocupadas pelas diferentes associações de foraminíferos, segundo a proposta de Warwick (1986). As curvas ABC podem ser visualmente avaliadas, ou analisadas pelo cálculo da estatística W (Clarke, 1990 apud Magurrán, 2004).

RESULTADOS

Foram registrados 519 táxons de foraminíferos para a plataforma continental da Bacia de Campos. Das 460 espécies reconhecidas, 372 foram identificadas em nível específico e 88 permaneceram tipadas (*e.g.* *Discorbis* sp. A). Espécies raras, espécies pouco frequentes e juvenis sem características diagnósticas bem desenvolvidas permaneceram agrupadas em nível de gênero (57) ou nível supragenérico (2), ou foram considerados indeterminados e, neste caso, excluídos das análises que não a de densidade. Em 2008 foram registrados 409 táxons, enquanto em 2009 registrou-se 469. Apresenta-se no Anexo I, a lista das espécies que representam 80% da abundância acumulada entre os dois períodos amostrados.

As curvas de rarefação (Figura 1) permitiram a identificação de uma maior riqueza de táxons durante o período chuvoso na área da plataforma continental.

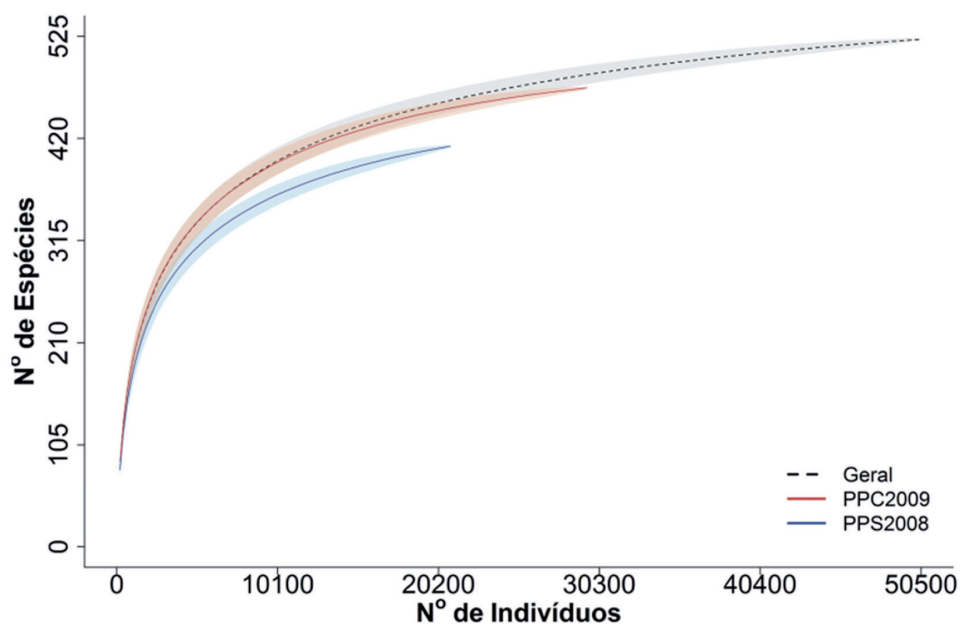


Figura 1 - Curvas de rarefação para espécies de foraminíferos do período seco de 2008 (azul) e chuvoso de 2009 (vermelho), e para os dois períodos acumulados (linha tracejada). Área sombreada representa o respectivo desvio padrão.

A proporção de espécies com carapaça calcário-hialinas, calcário-porcelânicas e aglutinantes em cada período se encontra representada na Figura 2. Há uma pequena diferença entre os dois períodos com um percentual um pouco maior de espécies aglutinantes no período chuvoso. Foram estudados 48.999 exemplares de foraminíferos bentônicos recentes da plataforma continental da Bacia de Campos, distribuídos entre as isóbatas de 25 e 150 metros.

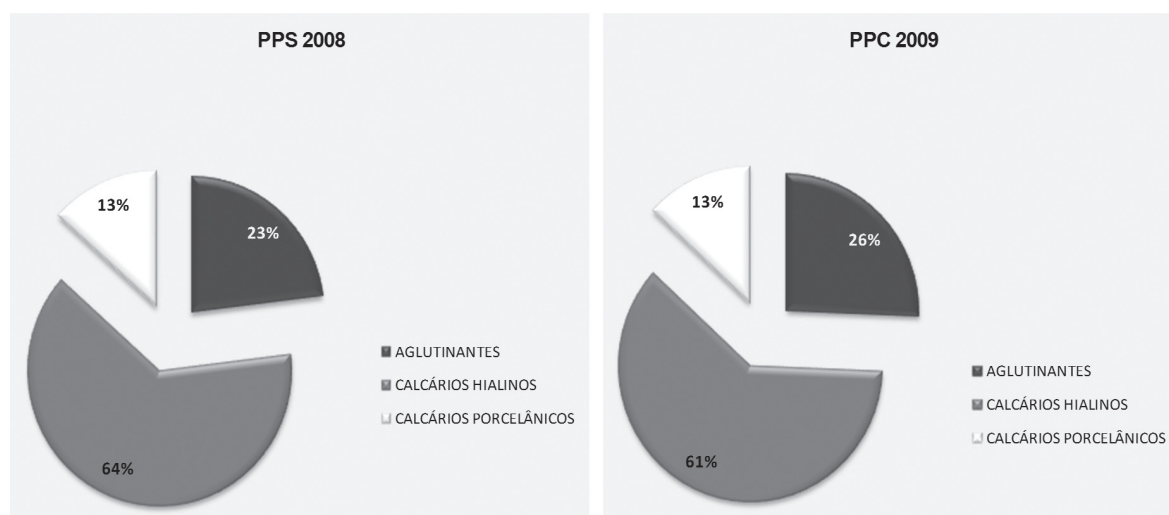


Figura 2 - Distribuição das espécies de foraminíferos bentônicos segundo a composição da carapaça na plataforma continental da Bacia de Campos durante o período seco de 2008 e chuvoso de 2009.

Caracterização geral da área com base em foraminíferos

A Figura 3 apresenta o resultado da análise de agrupamento com base nos foraminíferos vivos encontrados nos dois períodos amostrais e também a distribuição espacial das estações de acordo com os agrupamentos resultantes desta análise.

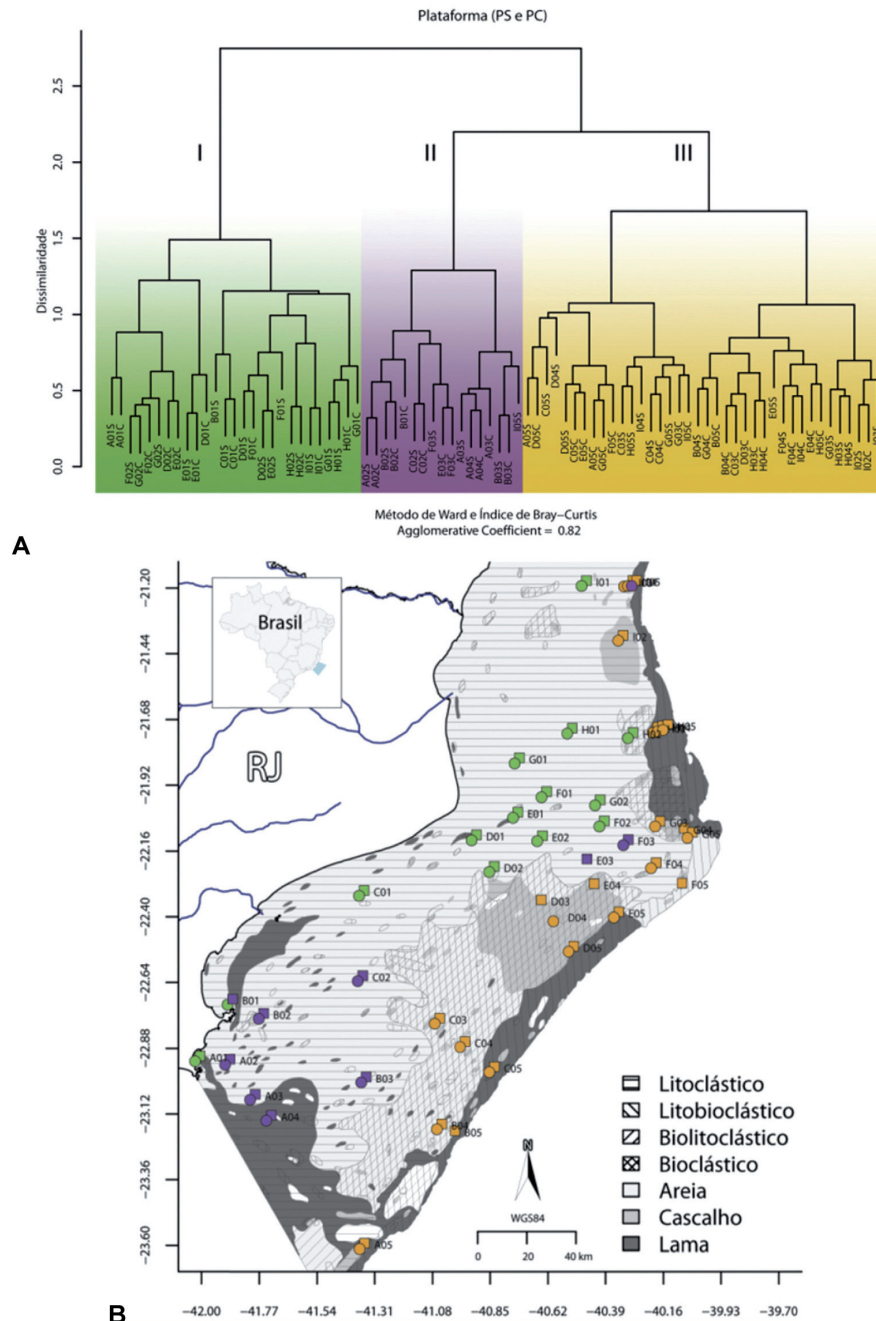


Figura 3 - A) Dendrograma (Modo Q) com períodos amostrais integrados. **B)** Mapa com a projeção dos principais grupos de estações reunidas com base em foraminíferos no período seco (PPS 2008 ○) e no período chuvoso (PPC 2009 □). Grupo I em verde - plataforma interna; grupo II em violeta - áreas com ressurgência e/ou enriquecimento orgânico; grupo III em laranja - plataforma média/externa. Mapa faciológico de Figueiredo Jr et al., 2013 (volume 1 desta série).

Na Figura 4 encontra-se o resultado da análise de correspondência canônica (CCA) integrando períodos seco e chuvoso. Os pontos amostrais mantêm as mesmas cores dos grupos da análise de agrupamento e em cinza estão representados os parâmetros ambientais.

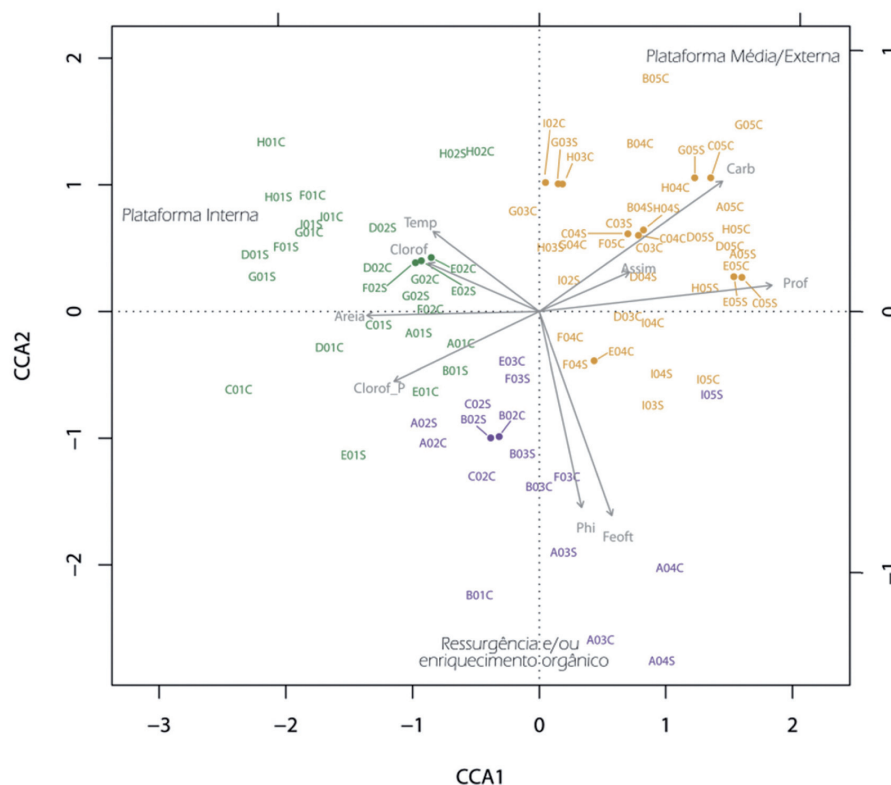


Figura 4 - Diagrama de ordenação mostrando o resultado da CCA para os dois períodos amostrais ($p = 0,001$ e explicação 26,56 %). Abreviaturas: Phi = Phi médio; Prof = profundidade; Temp = temperatura fundo; Assim = assimetria na distribuição das classes granulométricas; Clorof_P = clorofila-a epipelágica; Clorof = clorofila-a no sedimento; Feoft = feofitina-a no sedimento; Areia = % de areia; Carb = % carbonatos no sedimento.

Estações a 25 m e 50 m, indicadas em verde, caracterizam as áreas da plataforma interna correlacionadas às areias, clorofila no sedimento e temperaturas mais altas.

Estações em violeta caracterizaram as áreas com ressurgência e/ou enriquecimento orgânico, correlacionadas a maiores concentrações de feofitina e sedimentos mais finos. Estas estão situadas em três áreas da plataforma continental: nas proximidades de Cabo Frio onde a ressurgência costeira é frequente, apesar de apresentar intensidade variável durante o ano; nas proximidades do Cabo de São Tomé onde intrusões esporádicas da ACAS sobre a plataforma causam incremento da produção primária em subsuperfície; e na isóbata de 150 m, provavelmente sob influência do vórtice de Vitória que também estimula enriquecimento orgânico na porção norte da plataforma.

Estações a 75 m e 150 m, em laranja, caracterizaram as áreas da plataforma média/externa com maiores teores de carbonato. Ao norte, onde a plataforma é mais estreita, este agrupamento se estende até a profundidade de 50 m.

Na Tabela 1 estão listados os táxons indicadores de cada grupo, segundo a ISA (Dufrene & Legendre, 1997), e variáveis abióticas como clorofila-a na coluna d'água e clorofila-a, feofitina-a, bactérias e carbono orgânico total no sedimento, quando positivamente correlacionadas a eles ($p \leq 0,05$). Algumas espécies representativas destes agrupamentos estão ilustradas em pranchas apresentadas no Anexo II.

Dos táxons indicadores da plataforma interna 77,36 % apresentaram correlação com clorofila-a, 20,75 % com bactérias, e 1,89 % com feofitina. Nenhum apresentou correlação positiva significativa com COT, provavelmente um sinal de que o ambiente de alta energia hidrodinâmica da plataforma não é propício ao acúmulo de matéria orgânica no sedimento.

Na plataforma média/externa 37,93 % dos táxons indicadores apresentam correlação positiva com COT, 13,79 % com feofitina e 6,9 % com clorofila.

Dos táxons indicadores das áreas de ressurgência ou com enriquecimento orgânico 70,91 % tem correlação com feofitina, 40 % com COT, 40 % com bactérias e 30,91 % com clorofila-a.

Observa-se um predomínio de espécies herbívoras na plataforma interna, de detritívoras não seletivas na plataforma média/externa, e de fitodetritívoras nas áreas de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico.

Tabela 1 - Principais táxons indicadores ($p \leq 0,05$) de cada área/grupo da Plataforma Continental da Bacia de Campos com seu respectivo índice e p-valor, segundo a análise ISA de Dufrene & Legendre (1997). Também são indicadas correlações positivas ($p \leq 0,05$) com clorofila-a no sedimento (Cb), clorofila-a epipelágica (Cp), feofitina-a no sedimento (Fb), bactérias (B) ou carbono orgânico total no sedimento (COT), quando existentes.

Plataforma Interna				Plataforma Média/Externa				Áreas de ressurgência e/ou Enriquecimento orgânico			
Táxon	IndVal	p	Correlação	Táxon	IndVal	p	Correlação	Táxon	IndVal	p	Correlação
<i>Nonionella</i> sp. C	90,006	0,001	Cp; Cb; B	<i>Uvigerina auferiana</i>	88,196	0,001	COT	<i>Bulimina marginata</i>	94,962	0,001	Cp; Fb; COT; B
<i>Asterotrochammima camposi</i>	84,671	0,001	Cp; Cb; B	<i>Deuterammima</i> ? sp. 1	77,432	0,001	COT	<i>Pappina compressa</i>	91,141	0,001	Cp; Fb; B
<i>Bolivina paula</i>	83,788	0,001	Cp; Cb; B	<i>Technitella harrisi</i>	76,449	0,001	Fb; COT	<i>Angulogerina angulosa</i> , s.l.	84,225	0,001	Cp; Fb; COT; B
<i>Tiphotrocha concava</i>	83,318	0,001	Cp; Cb; B	<i>Paratrochammima brasiliensis</i> , s.l.	75,979	0,001		<i>Adercotryma glomeratum</i>	82,731	0,001	Fb
<i>Discorbis williamsoni</i>	79,645	0,001	Cp; Cb; B	<i>Planulina foveolata</i>	72,807	0,001		<i>Alabaminella weddellensis</i>	80,906	0,001	Fb; COT
<i>Angulogerina</i> cf. <i>A. jamaicensis</i>	76,133	0,001	Cp; Cb; B	<i>Seabrookia earlandi</i>	71,391	0,001	Fb; COT	<i>Lagenammima atlantica</i>	77,358	0,001	Fb; B
<i>Textularia agglutinans</i>	72,323	0,001	Cp; Cb	<i>Svratkina tuberculata</i>	64,788	0,001	Fb; COT	<i>Ammoscalaria pseudospiralis</i>	76,450	0,001	Cp; Fb; B
<i>Paracassidulina nipponensis</i>	61,322	0,005	Cb	<i>Pullenia quinqueloba</i>	60,794	0,001	COT	<i>Reophax scopiurus</i>	67,234	0,001	Fb; COT
<i>Asterotrochammima trioba</i>	59,644	0,001	Cp; Cb; B	<i>Eponides antillarum</i>	59,027	0,001		<i>Bolivina fragilis</i>	66,707	0,001	Fb; COT
<i>Textularia conica</i> , s.l.	55,300	0,007	Cb	<i>Pullenia quadriloba</i>	58,078	0,001	COT	<i>Bolivina ordinaria</i>	65,938	0,001	Fb; COT
<i>Wiesnerella auriculata</i>	54,292	0,001	Cb	<i>Discorbinella floridensis</i>	56,042	0,001		<i>Nonionella stella</i>	64,896	0,001	Cp; Fb; COT; B
<i>Placopsilina bradyi</i>	53,780	0,002	Cp; B	<i>Cibicides corpulentus</i>	55,582	0,001		<i>Hopkinsina pacifica</i>	64,437	0,001	Cp; Fb; B
<i>Quinqueloculina frigida</i>	47,947	0,001		<i>Cibicides indets*</i>	55,203	0,001		<i>Sepeitbaella sepeitbaensis</i>	62,705	0,001	Fb; B
<i>Discorbis valvulatus</i>	46,488	0,001	Cp; Cb	<i>Stomatobina torrei</i>	54,672	0,001		<i>Bolivinelina translucens</i>	62,049	0,002	Cp; Fb; COT; B
<i>Bolivina breviar</i>	45,318	0,007	Cp; Cb; B	<i>Labrospira jeffreysii</i>	54,070	0,002		<i>Steinforthis complanata</i>	61,072	0,001	Cp; Fb; COT; B
<i>Criboelphidium</i> sp. A	44,456	0,001	Cb	<i>Discorbinella obtusa</i>	53,992	0,001		<i>Bulimina patagonica</i>	56,586	0,001	Cp; Fb; B
<i>Quinqueloculina quinquecarinata</i>	43,915	0,003	Cb	<i>Lenticulina orbicularis</i>	53,846	0,002		<i>Hanzawala concentrica</i>	55,355	0,01	Cp; B
<i>Stetsonia minuta</i>	43,347	0,001	Cb	<i>Tetrataxiella ayalei</i>	53,771	0,004		<i>Gyroldina umbonata</i>	54,748	0,014	Fb; COT
<i>Discorbis peruvianus</i>	42,499	0,013	Cb	<i>Mychostromina revertens</i>	53,499	0,001	Cb	<i>Labrospira crassimargo</i>	54,534	0,001	Cp; Fb; B
<i>Discorbis indets*</i>	42,478	0,014	Cb	<i>Amphiconyna scalaris</i>	52,986	0,001		<i>Nonionella opima</i>	53,514	0,001	Fb; COT
<i>Asterotrochammima aspera</i>	41,830	0,001	Cp; Cb	<i>Astrononion umbilicatum</i>	51,300	0,001	Fb; COT	<i>Epistominella exigua</i>	53,264	0,001	Fb
<i>Eoepionidella</i> sp. A	41,786	0,003	Cb	<i>Cibicides</i> ? sp. 2	49,380	0,001	COT	<i>Reophax pauciloculatus</i>	51,705	0,001	Fb
<i>Quinqueloculina indets*</i>	40,291	0,034	Cb	<i>Siphonina reticulata</i>	47,364	0,001	Fb; COT	<i>Quinqueloculina sabulosa</i>	51,563	0,001	Cp; B
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	40,016	0,001	Cp	<i>Polystomammima nitida</i>	47,147	0,001		<i>Leptohalysis scottii</i>	48,195	0,001	Fb; COT
<i>Buliminella elegantissima</i>	38,446	0,006	Cp; Cb; Fb; B	<i>Spirotextularia floridana</i>	46,978	0,001		<i>Cassidulina carinata</i>	47,965	0,01	Fb; COT
<i>Textularia candiana</i>	38,015	0,003		<i>Globotrochamminopsis pygmaeus</i>	44,467	0,001		<i>Fursenkoina pontoni</i>	45,804	0,021	Fb; COT; B
<i>Rectocibicides miocenicus</i>	37,037	0,002	Cp; Cb	<i>Spirulina vivipara</i>	43,911	0,001	COT	<i>Textularia</i> ? <i>lorquata</i>	45,671	0,026	Fb
<i>Cibicides</i> sp. C	36,008	0,009	Cb	<i>Svratkina acuta</i>	43,678	0,001		<i>Pseudobolivina</i> ? <i>fusifformis</i>	44,160	0,001	Fb
<i>Bolivina striatula</i> , s.l.	33,768	0,025	Cp	<i>Carterina spiculotesta</i>	43,058	0,001	Fb; COT	<i>Discorbis</i> sp. 3	40,774	0,013	

Tabela 1 - Continuação

Plataforma Interna				Plataforma Média/Externa				Áreas de ressurgência e/ou Enriquecimento orgânico			
Táxon	IndVal	p	Correlação	Táxon	IndVal	p	Correlação	Táxon	IndVal	p	Correlação
<i>Weibinella concava</i>	33,333	0,001	Cb	<i>Globocassidulina rossensis</i>	42,690	0,011	Cb; Fb; COT	<i>Bolivina indets*</i>	38,139	0,043	Cp; Cb; B
<i>Parasonion subgranosus</i>	32,673	0,003	Cb	<i>Cibicides pseudoungerianus</i>	41,748	0,005	COT	<i>Reophax arayaensis</i>	37,276	0,001	B
<i>Cibicides</i> sp. A	31,453	0,002	Cp; B	<i>Nonion pauperatum</i>	41,463	0,007		<i>Quinqueloculina atlantica</i> , s.l.	36,366	0,02	
<i>Discorbinella minuta</i>	29,630	0,003	Cb	<i>Ehrenbergina spinea</i>	41,026	0,001	COT	<i>Nonionella atlantica</i>	35,973	0,041	Fb; B
<i>Polymorphina williamsoni</i>	29,630	0,002	Cb	<i>Paratrochammina clossi</i>	38,932	0,038	COT	<i>Bolivina venezuelana</i>	35,709	0,001	Cp; Fb; B
<i>Quinqueloculina polygona</i>	29,320	0,006	Cp	<i>Patellina corrugata</i>	38,077	0,004		<i>Reophax caribensis</i>	35,700	0,015	Fb
<i>Neoconorbina</i> sp.A	28,889	0,003	Cb	<i>Haplomagnumoides</i> sp. A	37,695	0,001	Cb	<i>Astacolus crepidulus</i>	33,402	0,017	Fb
<i>Deuterammima minuta</i>	28,588	0,001		<i>Astrononion gallowoyi</i>	37,547	0,042	COT	<i>Lenticulina tota</i>	33,390	0,001	Fb; COT; B
<i>Eoepionidella pulchella</i>	25,926	0,003	Cp; Cb	<i>Lenticulina indets*</i>	36,348	0,004	Fb	<i>Bolivina pseudoplicata</i>	33,361	0,025	
<i>Eoepionidella delicatula</i>	25,679	0,006	Cb	<i>Prolixoplecta exilis</i>	33,327	0,003		<i>Liebusella soldanii</i>	32,589	0,006	Fb; COT
<i>Rotallammima fiducularis</i>	23,593	0,013		<i>Globocassidulina canalisuturata</i>	32,425	0,027		<i>Reophax</i> sp. A	31,110	0,001	Fb
<i>Textularia calva</i>	23,356	0,034	Cb	<i>Lenticulina lowmani</i>	32,113	0,006		<i>Islandiella norcrossi</i>	30,615	0,004	Fb; COT
<i>Trochammina advena</i>	23,267	0,028		<i>Amphistegina gibbosa</i>	31,502	0,026	COT	<i>Ceratobullimina arctica</i>	30,041	0,006	Fb; COT
<i>Textularia cuneiformis</i>	23,070	0,027		<i>Sagrinella lobata</i>	30,769	0,003	Cb	<i>Vulvulina</i> sp. 1	29,653	0,001	Cp
<i>Quinqueloculina microcostata</i>	22,222	0,007	Cb	<i>Deuterammima indets*</i>	29,990	0,006		<i>Bolivina barbata</i>	29,319	0,001	Cb; Fb; COT; B
<i>Quinqueloculina planciana</i>	20,582	0,009		<i>Melonis affinis</i>	28,360	0,013		<i>Trifarina pauperata</i>	24,364	0,006	Cp
<i>Neoconorbina stacthi</i>	20,075	0,048	Cb	<i>Cassidulina curvata</i>	23,077	0,004		<i>Procerolagena gracilis</i>	24,235	0,002	Fb; COT
<i>Ammonia tepida</i>	19,684	0,047	Cp; Cb	<i>Melonis indets*</i>	23,077	0,012	COT	<i>Pyrgo nasuta</i>	23,113	0,033	Fb; COT
<i>Quinqueloculina venusta</i>	18,979	0,047		<i>Rotallammima?</i> sp. C	23,077	0,005		<i>Pyrgo depressa</i>	22,899	0,018	
<i>Quinqueloculina moynensis</i>	18,759	0,022		<i>Cornuspira denticulata</i>	21,166	0,04	COT	<i>Hemisphaerammina</i> sp. B	21,992	0,007	
<i>Rotallammima indets*</i>	17,753	0,033		<i>Planorbulina mediterraneensis</i>	21,166	0,021	COT	<i>Reophax fusiformis</i>	21,925	0,006	Fb
<i>Glabratella hexacamerata</i>	14,815	0,027	Cb	<i>Valvulineria minuta</i>	20,990	0,028		<i>Lagena indets*</i>	19,989	0,007	
<i>Polymorphina</i> sp. A	14,815	0,034		<i>Cibicides refugens</i>	19,326	0,03	COT	<i>Fissurina lucida</i>	18,443	0,014	
<i>Quinqueloculina agglutinans</i>	11,111	0,045		<i>Mychostromina?</i> sp. B	17,949	0,024		<i>Siphotextularia affinis</i>	17,020	0,048	COT
				<i>Fissurina semimarginata</i>	15,385	0,037		<i>Haplomagnumoides</i> sp. E	12,500	0,032	
				<i>Karrerotextularia gabonica</i>	15,385	0,043		<i>Psammospaera</i> sp. 1	12,500	0,032	B
				<i>Lagena radiata arcuata</i>	15,385	0,038					
				<i>Technitella hystrix</i>	15,385	0,027					
				<i>Textularia obesa</i>	15,385	0,027					

*Sob a notação "indets" estão agrupados indivíduos juvenis e outros indivíduos indeterminados de um mesmo gênero. Os itens "Discorbis indets" e "Cibicides indets" podem agrupar indivíduos de vários gêneros afins.

Caracterização Temporal: Períodos seco (PPS 2008) - Período Chuvoso (PPC 2009)

As análises dos períodos seco e chuvoso com base em foraminíferos vivos são apresentadas separadamente a fim de evidenciar as pequenas diferenças temporais. Na Figura 5 está representado o resultado da análise de agrupamento para o período seco e a projeção de seus agrupamentos na área de estudo.

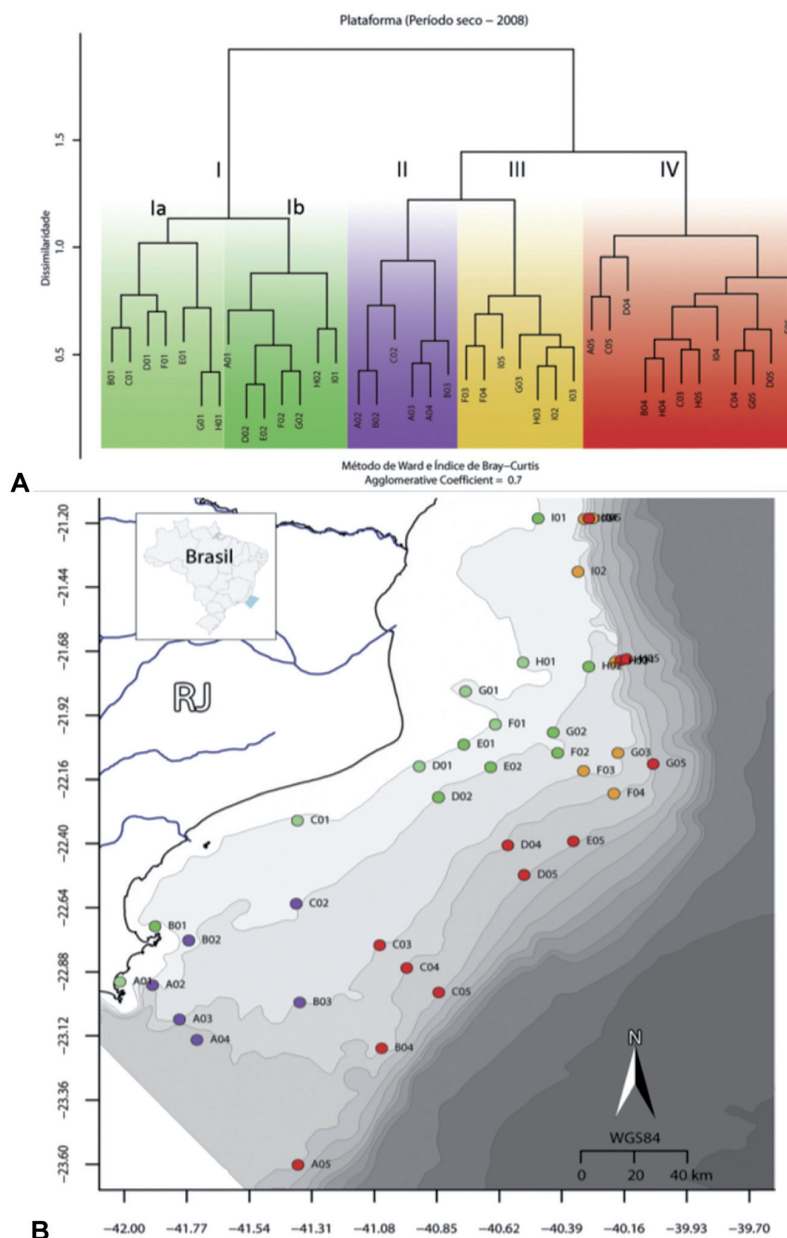


Figura 5 - A) Dendrograma (modo Q) com agrupamentos do período seco 2008 e; B) mapa com projeção dos grupos. Grupo I em verde, plataforma interna (Ia verde-claro - 25 m e Ib verde-escuro - 50 m*). Grupo II em violeta, área de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico (50 - 100 m). Grupo III em laranja, plataforma média (75 - 100 m*) e grupo IV em vermelho, plataforma externa (100 - 150 m). *Há exceções.

Na Figura 6 encontra-se a representação da análise de agrupamento do período chuvoso e a projeção de seus agrupamentos na área de estudo.

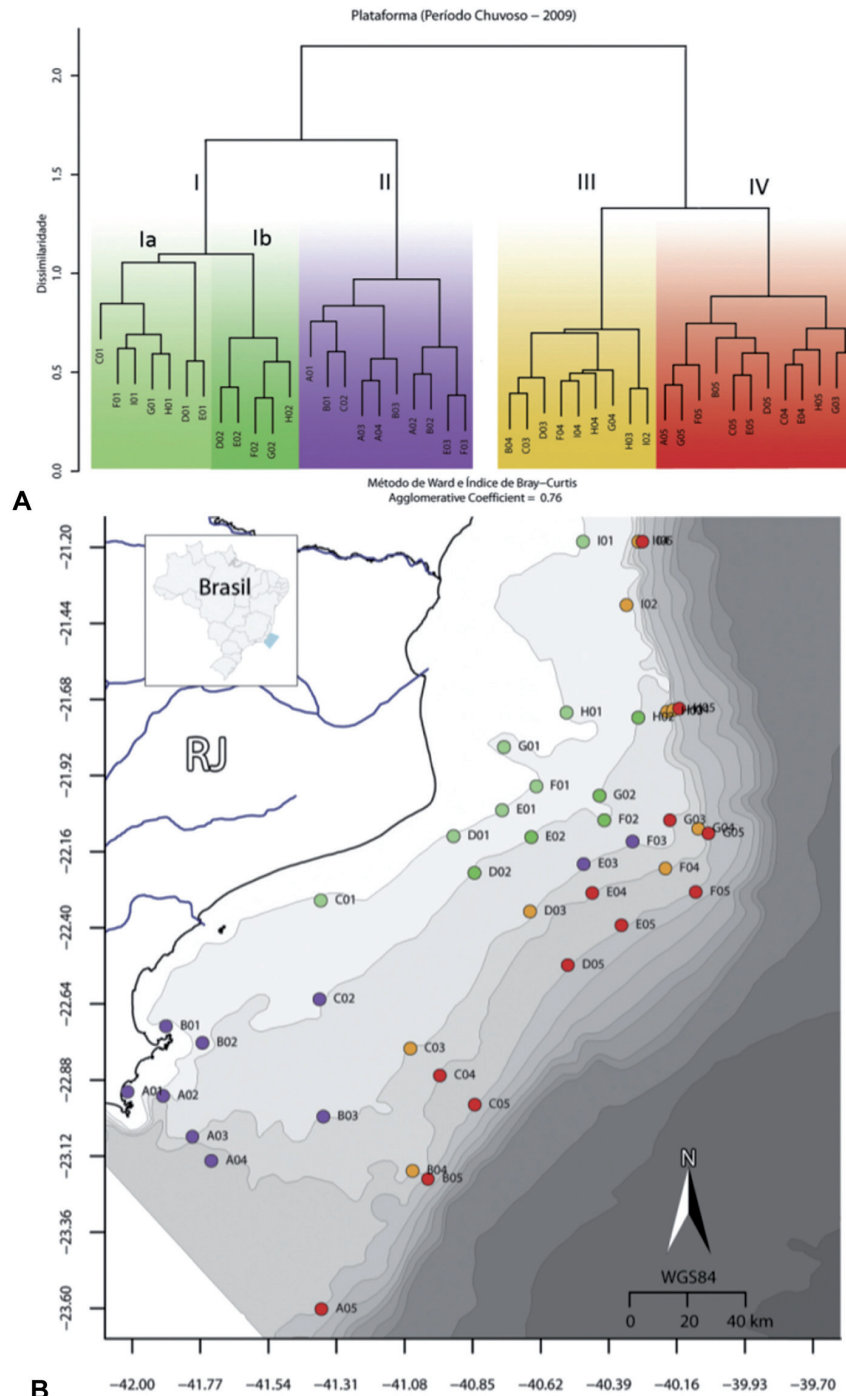


Figura 6 - A) Dendrograma (modo Q) do período chuvoso 2009 e; B) mapa com projeção dos grupos. Grupo I verde, plataforma interna (Ia verde-claro - 25 m; Ib verde-escuro - 25 e 50 m). Grupo II violeta, áreas de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico (25 - 100 m). Grupo III laranja, plataforma média (75 - 100 m*) e grupo IV vermelho, plataforma externa (100 - 150 m*). *Há exceções.

A área ocupada pelo grupo II se amplia nas proximidades de Cabo Frio, indicando expansão da área de influência da ressurgência no período chuvoso, incluindo estações nas proximidades do Cabo de São Tomé, na isóbata de 75 m.

Os dados da estrutura das associações de foraminíferos em cada estação amostral encontram-se nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - Valores (média \pm desvio padrão) de densidade (N) ind.10 cm² (estrato 0 - 2 cm), riqueza específica (S), índices de diversidade de Shannon (H) e α de Fisher, equitabilidade de Pielou (J) e dominância de Simpson (D) registrados no período seco 2008.

Pontos	N	S	H (Log ₂)	Fisher	J	D
A01	339 \pm (106,64)	50,7 \pm (14,66)	3,9 \pm (0,43)	17,3 \pm (5,52)	0,7 \pm (0,06)	0,17 \pm (0,05)
A02	151 \pm (131,4)	27 \pm (14,31)	3,7 \pm (0,6)	11 \pm (2,73)	0,8 \pm (0,03)	0,13 \pm (0,04)
A03	592,7 \pm (493,41)	50,7 \pm (16,01)	4 \pm (0,31)	14,8 \pm (3,05)	0,7 \pm (0,07)	0,13 \pm (0,03)
A04	615,7 \pm (185,54)	51 \pm (7,79)	4,2 \pm (0,05)	13,4 \pm (1,27)	0,8 \pm (0,02)	0,09 \pm (0)
A05	36,3 \pm (39,53)	16,7 \pm (16,05)	2,9 \pm (1,53)	26,8 \pm (5,23)	1 \pm (0,04)	0,23 \pm (0,19)
B01	94 \pm (41,04)	38,3 \pm (15,92)	4,5 \pm (0,6)	26,5 \pm (10,08)	0,9 \pm (0,02)	0,07 \pm (0,03)
B02	211,7 \pm (163,99)	46,7 \pm (20,89)	4,5 \pm (0,45)	22,1 \pm (3,57)	0,9 \pm (0,04)	0,07 \pm (0,01)
B03	402,3 \pm (86,93)	67,7 \pm (5,91)	4,9 \pm (0,02)	23,7 \pm (0,75)	0,8 \pm (0,01)	0,06 \pm (0)
B04	194,7 \pm (80,96)	66,7 \pm (17,17)	5,3 \pm (0,22)	41,1 \pm (4,93)	0,9 \pm (0,04)	0,04 \pm (0,01)
C01	59,7 \pm (26,28)	21,7 \pm (6,6)	3,8 \pm (0,43)	14,7 \pm (3,08)	0,9 \pm (0,05)	0,11 \pm (0,04)
C02	185,3 \pm (56,57)	33,3 \pm (6,13)	3,3 \pm (0,63)	12 \pm (1,53)	0,7 \pm (0,09)	0,27 \pm (0,11)
C03	104,7 \pm (41,2)	41,3 \pm (9,03)	4,6 \pm (0,12)	27,1 \pm (3,33)	0,9 \pm (0,05)	0,06 \pm (0,01)
C04	76 \pm (29,43)	35,7 \pm (13,07)	4,6 \pm (0,6)	27 \pm (9,28)	0,9 \pm (0,02)	0,06 \pm (0,03)
C05	19 \pm (5,1)	13,7 \pm (2,36)	3,6 \pm (0,22)		1 \pm (0,02)	0,09 \pm (0,01)
D01	102,7 \pm (2,87)	20,3 \pm (3,68)	2,7 \pm (0,29)	7,8 \pm (2,04)	0,6 \pm (0,05)	0,33 \pm (0,06)
D02	196,7 \pm (80,87)	43,3 \pm (13,7)	4,3 \pm (0,44)	17,9 \pm (4,76)	0,8 \pm (0,02)	0,09 \pm (0,02)
D04*	32	15	3,3	11	0,8	0,16
D05	100,7 \pm (46,09)	39,7 \pm (10,66)	4,9 \pm (0,34)	31,3 \pm (2)	0,9 \pm (0,02)	0,05 \pm (0,01)
E01	287 \pm (71,53)	33,7 \pm (8,73)	3,6 \pm (0,3)	9,9 \pm (2,63)	0,7 \pm (0,02)	0,13 \pm (0,02)
E02	128,3 \pm (14,82)	33,7 \pm (6,55)	4 \pm (0,28)	15,5 \pm (4,1)	0,8 \pm (0,03)	0,11 \pm (0,03)
E05*	287	59	5	23,4	0,8	0,05
F01	44,3 \pm (5,91)	19,3 \pm (4,92)	3,7 \pm (0,43)	14 \pm (5,21)	0,9 \pm (0,02)	0,12 \pm (0,04)
F02	334 \pm (30,59)	55 \pm (2,83)	4,2 \pm (0,24)	19,1 \pm (2,2)	0,7 \pm (0,03)	0,12 \pm (0,03)
F03	234 \pm (133,51)	58,7 \pm (16,54)	5,1 \pm (0,22)	29,1 \pm (2,79)	0,9 \pm (0,03)	0,04 \pm (0)
F04	173 \pm (41,04)	59,3 \pm (7,93)	5,3 \pm (0,23)	33,9 \pm (2,01)	0,9 \pm (0,02)	0,04 \pm (0,01)
G01	71,5 \pm (2,5)	22,5 \pm (3,5)	3,2 \pm (0,16)	12,4 \pm (4,15)	0,7 \pm (0)	0,22 \pm (0,02)
G02	200 \pm (61,25)	35,3 \pm (7,59)	3,9 \pm (0,16)	12,9 \pm (2,69)	0,8 \pm (0,02)	0,11 \pm (0,01)
G03	168 \pm (42,25)	60,7 \pm (9,18)	5,2 \pm (0,07)	35,5 \pm (1,77)	0,9 \pm (0,03)	0,04 \pm (0,01)
G05	61 \pm (30,47)	31,3 \pm (11,44)	4,5 \pm (0,47)	32,9 \pm (13,77)	0,9 \pm (0,04)	0,06 \pm (0,02)
H01	94 \pm (32,87)	23,7 \pm (6,18)	3,4 \pm (0,4)	10,4 \pm (2,23)	0,8 \pm (0,05)	0,17 \pm (0,05)
H02	173,7 \pm (51,77)	53,3 \pm (15,43)	4,7 \pm (0,42)	27,1 \pm (7,61)	0,8 \pm (0,02)	0,07 \pm (0,02)
H03	262 \pm (133,64)	71,3 \pm (31,14)	4,9 \pm (1)	34,4 \pm (12,74)	0,8 \pm (0,07)	0,09 \pm (0,07)
H04	174,7 \pm (150,85)	58,7 \pm (25,1)	5,2 \pm (0,4)	45,9 \pm (11,64)	0,9 \pm (0,03)	0,05 \pm (0,02)
H05	124 \pm (91,33)	37,3 \pm (17,91)	4,1 \pm (0,2)	19,9 \pm (5,27)	0,8 \pm (0,07)	0,12 \pm (0,03)
I01	194,7 \pm (41,52)	46 \pm (3,74)	4,5 \pm (0,36)	20,5 \pm (4,47)	0,8 \pm (0,05)	0,09 \pm (0,04)
I02	255 \pm (125,72)	66 \pm (13,44)	5,4 \pm (0,19)	32,6 \pm (4,35)	0,9 \pm (0,01)	0,04 \pm (0,01)
I03*	267	68	5,1	29,7	0,8	0,05
I04	69,7 \pm (31,09)	27 \pm (10,2)	4,1 \pm (0,49)	17,3 \pm (5,64)	0,9 \pm (0,03)	0,08 \pm (0,02)
I05	279,7 \pm (88,79)	57,7 \pm (13,12)	4,2 \pm (0,35)	22,5 \pm (4,58)	0,7 \pm (0,05)	0,14 \pm (0,03)

* Pontos amostrais sem replicagem, não tem desvio padrão calculado.

Tabela 3 - Valores média \pm desvio padrão de densidade (N) ind.10 cm² (estrato 0 - 2 cm), riqueza específica (S), índices de diversidade de Shannon (H) e α de Fisher, equitabilidade de Pielou (J) e dominância de Simpson (D) registrados no período chuvoso 2009.

Pontos	N	S	H (Log ₂)	Fisher	J	D
A01	827,7 \pm (508,04)	64 \pm (20,7)	3,21 \pm (0,21)	16,68 \pm (3,74)	0,54 \pm (0,05)	0,3 \pm (0,05)
A02	117,3 \pm (53,02)	27,67 \pm (5,44)	3,57 \pm (0,21)	12,01 \pm (1,02)	0,75 \pm (0,05)	0,17 \pm (0,05)
A03	304,7 \pm (175,31)	37,33 \pm (12,28)	3,68 \pm (0,15)	12,23 \pm (1,6)	0,73 \pm (0,09)	0,15 \pm (0,03)
A04	430 \pm (157,05)	44,33 \pm (5,73)	4,32 \pm (0,23)	12,9 \pm (0,87)	0,79 \pm (0,04)	0,08 \pm (0,01)
A05	118 \pm (45,11)	50,33 \pm (13,7)	5,24 \pm (0,36)	37,86 \pm (7,17)	0,94 \pm (0,02)	0,03 \pm (0,01)
B01	346,3 \pm (143,35)	40,33 \pm (9,1)	4,26 \pm (0,12)	12,27 \pm (2)	0,8 \pm (0,02)	0,08 \pm (0,01)
B02	173 \pm (69,76)	42 \pm (8,6)	4,58 \pm (0,3)	19,04 \pm (1,74)	0,85 \pm (0,01)	0,07 \pm (0,02)
B03	340,7 \pm (358,85)	54,67 \pm (27,18)	4,83 \pm (0,11)	24,29 \pm (1,84)	0,87 \pm (0,08)	0,05 \pm (0)
B04	335,7 \pm (161,28)	80,33 \pm (25,9)	5,45 \pm (0,4)	34,81 \pm (7,04)	0,87 \pm (0)	0,04 \pm (0,01)
B05	112,7 \pm (46,54)	46,67 \pm (10,34)	5,05 \pm (0,22)	32,66 \pm (1,16)	0,92 \pm (0,02)	0,04 \pm (0)
C01	41 \pm (9,27)	17 \pm (2,45)	3,42 \pm (0,03)	11,23 \pm (1,09)	0,84 \pm (0,04)	0,14 \pm (0,02)
C02	360,7 \pm (145,04)	52,33 \pm (11,12)	4,16 \pm (0,2)	17,36 \pm (2,04)	0,73 \pm (0,01)	0,12 \pm (0,01)
C03	363 \pm (71,12)	92,67 \pm (14,34)	5,56 \pm (0,21)	41,36 \pm (5,69)	0,85 \pm (0)	0,04 \pm (0,01)
C04	70,7 \pm (33,49)	32 \pm (11,43)	4,26 \pm (0,51)	26,58 \pm (4,85)	0,88 \pm (0,02)	0,1 \pm (0,03)
C05	81,7 \pm (62,52)	36,33 \pm (18,8)	4,64 \pm (0,8)	31,72 \pm (10,19)	0,94 \pm (0,03)	0,06 \pm (0,03)
D01	537 \pm (317,67)	46,67 \pm (18,08)	3,28 \pm (0,34)	12,5 \pm (3,9)	0,6 \pm (0,01)	0,2 \pm (0,05)
D02	302,7 \pm (88,85)	59,33 \pm (13,52)	4,61 \pm (0,24)	22,65 \pm (4,36)	0,79 \pm (0,01)	0,08 \pm (0,01)
D03	242 \pm (103,58)	74,33 \pm (17,33)	5,49 \pm (0,2)	40,26 \pm (3,48)	0,89 \pm (0,02)	0,04 \pm (0)
D05	42,7 \pm (3,86)	25 \pm (3,74)	4,29 \pm (0,33)	30,83 \pm (14,83)	0,93 \pm (0,03)	0,07 \pm (0,02)
E01	418 \pm (139,84)	35,33 \pm (2,87)	3,26 \pm (0,27)	9,47 \pm (0,44)	0,64 \pm (0,06)	0,18 \pm (0,04)
E02	460 \pm (122,29)	53,33 \pm (5,31)	3,48 \pm (0,45)	16,18 \pm (2,55)	0,61 \pm (0,08)	0,26 \pm (0,07)
E03	126,7 \pm (19,7)	48,33 \pm (5,91)	4,68 \pm (0,25)	29,14 \pm (2,65)	0,84 \pm (0,02)	0,08 \pm (0,02)
E04	127,3 \pm (49,05)	55,67 \pm (17)	5 \pm (0,36)	41,07 \pm (9,17)	0,87 \pm (0)	0,06 \pm (0,01)
E05	98,3 \pm (44,68)	42,67 \pm (10,62)	4,89 \pm (0,36)	32,8 \pm (6,62)	0,91 \pm (0,02)	0,05 \pm (0,02)
F01	142,3 \pm (18,93)	29,67 \pm (6,65)	3,85 \pm (0,34)	11,99 \pm (3,38)	0,79 \pm (0,03)	0,12 \pm (0,04)
F02	200,7 \pm (41,3)	47,33 \pm (10,34)	4,29 \pm (0,46)	20,17 \pm (4,8)	0,77 \pm (0,05)	0,11 \pm (0,04)
F03	129 \pm (12,57)	43,33 \pm (3,77)	4,69 \pm (0,18)	23,35 \pm (2,73)	0,86 \pm (0,01)	0,07 \pm (0,01)
F04	240 \pm (109,05)	66,33 \pm (13,77)	5,17 \pm (0,15)	34,44 \pm (2,78)	0,86 \pm (0,03)	0,05 \pm (0)
F05	105,3 \pm (21,06)	36 \pm (3,74)	4,61 \pm (0,11)	20,77 \pm (3,57)	0,89 \pm (0,01)	0,06 \pm (0)
G01	133,7 \pm (79,56)	35,67 \pm (8,96)	4,44 \pm (0,22)	19,43 \pm (1,44)	0,87 \pm (0,02)	0,07 \pm (0,01)
G02	308 \pm (209,96)	43,67 \pm (13,02)	3,96 \pm (0,15)	15,07 \pm (1,83)	0,74 \pm (0,05)	0,12 \pm (0,02)
G03	59 \pm (17,8)	31 \pm (5,1)	4,58 \pm (0,1)	34,58 \pm (10,15)	0,93 \pm (0,03)	0,06 \pm (0,01)
G04	136,7 \pm (150,24)	39 \pm (32,57)	4,08 \pm (1,03)	22,66 \pm (10,36)	0,88 \pm (0,04)	0,1 \pm (0,06)
G05	74,3 \pm (43,22)	38,33 \pm (12,76)	4,82 \pm (0,27)	44,09 \pm (5,57)	0,93 \pm (0,04)	0,05 \pm (0,01)
H01	206,7 \pm (109,25)	34,67 \pm (11,67)	3,96 \pm (0,61)	12,83 \pm (2,48)	0,79 \pm (0,04)	0,12 \pm (0,06)
H02	215,7 \pm (28,16)	61,33 \pm (4,64)	5,07 \pm (0,18)	29,54 \pm (3,23)	0,85 \pm (0,03)	0,06 \pm (0,01)
H03	333 \pm (71,87)	81,67 \pm (18,12)	5,1 \pm (0,53)	36,24 \pm (11,44)	0,81 \pm (0,04)	0,06 \pm (0,02)
H04	215,7 \pm (62,03)	70 \pm (7,48)	5,34 \pm (0,25)	39,34 \pm (9,54)	0,87 \pm (0,04)	0,05 \pm (0,02)
H05	116 \pm (61,91)	43,33 \pm (14,64)	4,97 \pm (0,41)	27,29 \pm (4,95)	0,93 \pm (0,01)	0,04 \pm (0,01)
I01	283,3 \pm (98,33)	48,67 \pm (5,73)	4,51 \pm (0,21)	17,94 \pm (1,3)	0,81 \pm (0,02)	0,08 \pm (0,02)
I02	358,7 \pm (52,32)	74 \pm (7,12)	5,08 \pm (0,21)	28,76 \pm (2,2)	0,82 \pm (0,04)	0,06 \pm (0,01)
I04	152,7 \pm (129,07)	47 \pm (26,28)	4,72 \pm (0,55)	27,71 \pm (6,24)	0,89 \pm (0,04)	0,06 \pm (0,01)
I05	47,7 \pm (33,52)	25,67 \pm (13,47)	4,19 \pm (0,78)	30,9 \pm (6,43)	0,95 \pm (0,03)	0,07 \pm (0,04)

A riqueza média, os índices de diversidade de Shannon e α de Fisher foram maiores no período chuvoso, quando as ressurgências são mais frequentes. No período chuvoso, a riqueza média foi 48,9 enquanto no período seco foi 43,5. Em média, a equitabilidade foi maior na isóbata de 150 m e a dominância maior na isóbata de 25 m.

Na Figura 7 observa-se a distribuição da densidade média por isóbata, nos dois períodos amostrais. A densidade de foraminíferos bentônicos na plataforma continental oscilou entre 4 e 1.545 indivíduos.10 cm⁻² em todo o período estudado. No período seco variou de 4 a 1.284 ind.10 cm⁻² e no chuvoso de 12 a 1.545 ind.10 cm⁻². Os resultados mostraram a densidade média de foraminíferos maior no período chuvoso (228,7 ind.10 cm⁻²) quando comparada ao seco (190,4 ind.10 cm⁻²). Durante o período seco as densidades médias foram maiores na isóbata de 75 m, plataforma média, e no período chuvoso elas foram maiores nas isóbatas de 25 e 50 m, plataforma interna. A isóbata de 150 m apresentou as menores densidades nos dois períodos.

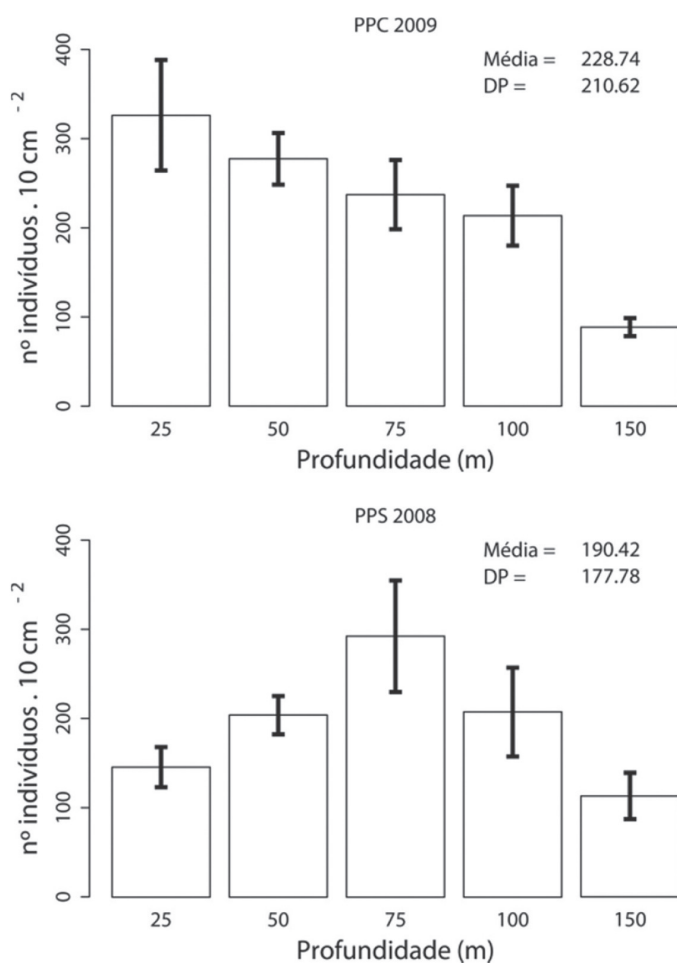


Figura 7 - Densidade de foraminíferos expressa em área (média e erro padrão) nas isóbatas estudadas no período chuvoso (PPC 2009) e seco (PPS 2008). Amostragem do estrato 0 – 2 cm.

Nas Figuras 8 e 9 são representados parâmetros da estrutura da comunidade no período seco, e chuvoso, respectivamente. Também podem ser observados descritores ecológicos por estação e por agrupamento, assim como a variação intra e interagrupamentos.

Durante ambos os períodos as densidades na área de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico (grupo II) foram maiores que nas demais áreas, apesar da variabilidade intragrupo. Ao contrário, as densidades observadas na plataforma externa (grupo IV) foram menores. A densidade da plataforma interna (grupo Ia e Ib) foi mais elevada no período chuvoso, assemelhando-se à densidade nas áreas de ressurgência deste mesmo período. A dominância foi maior na plataforma interna e na área de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico, nos dois períodos.

Nas áreas da plataforma média e externa encontram-se os maiores valores de riqueza, diversidade e equitabilidade, independentemente do período (figuras 8 e 9 e tabelas 2 e 3).

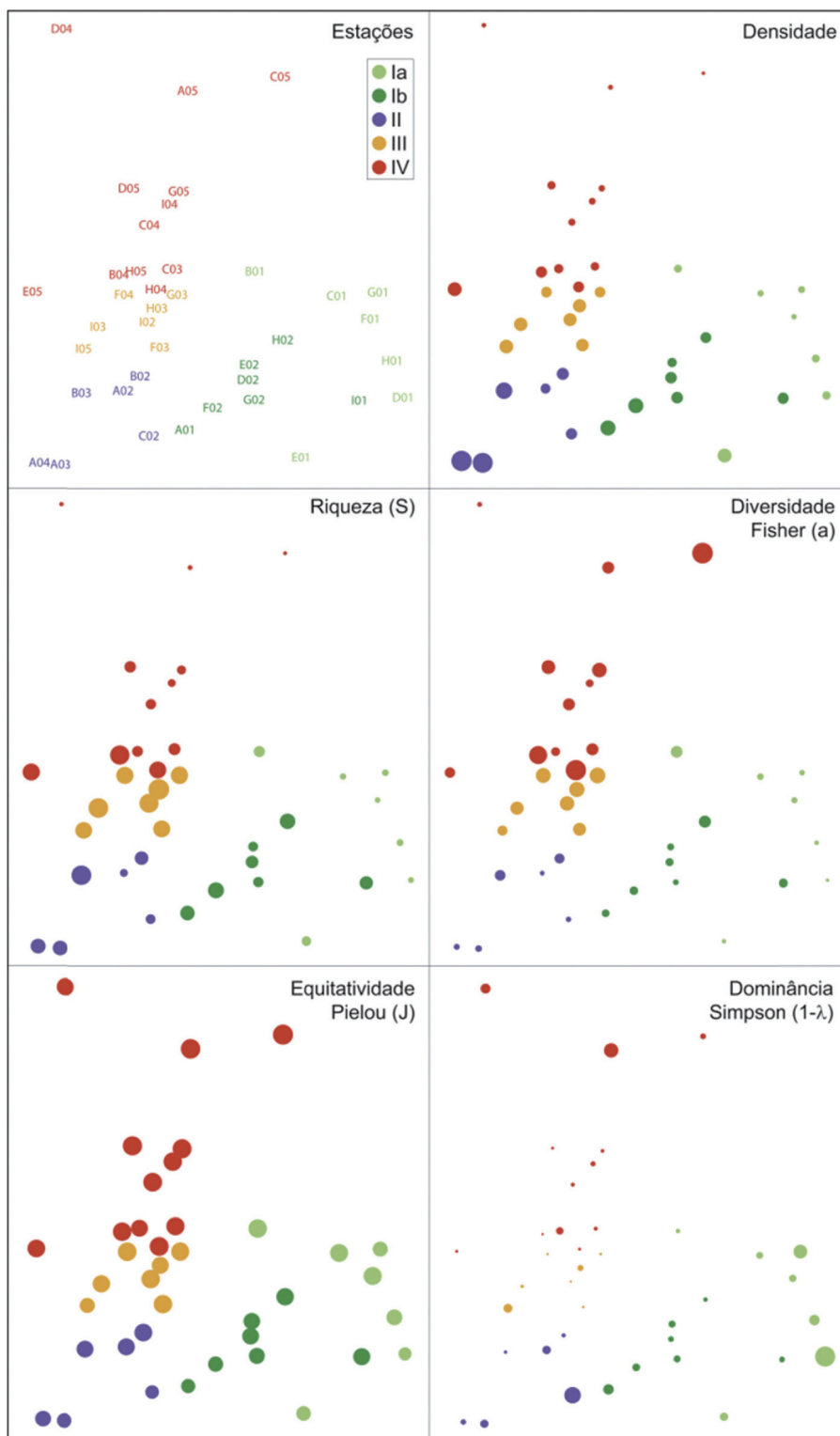


Figura 8 - Diagrama bidimensional da ordenação (nMDS) de agrupamentos de foraminíferos na plataforma continental durante o período seco 2008 (stress = 0,16). Grupos separados por cores conforme análise de agrupamento e projeção no mapa: grupo Ia, verde claro e Ib, verde escuro – plataforma interna; grupo II, violeta – áreas de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico; grupo III, laranja – plataforma média; grupo IV, vermelho – plataforma externa. Círculos variam em tamanho proporcionalmente aos valores.

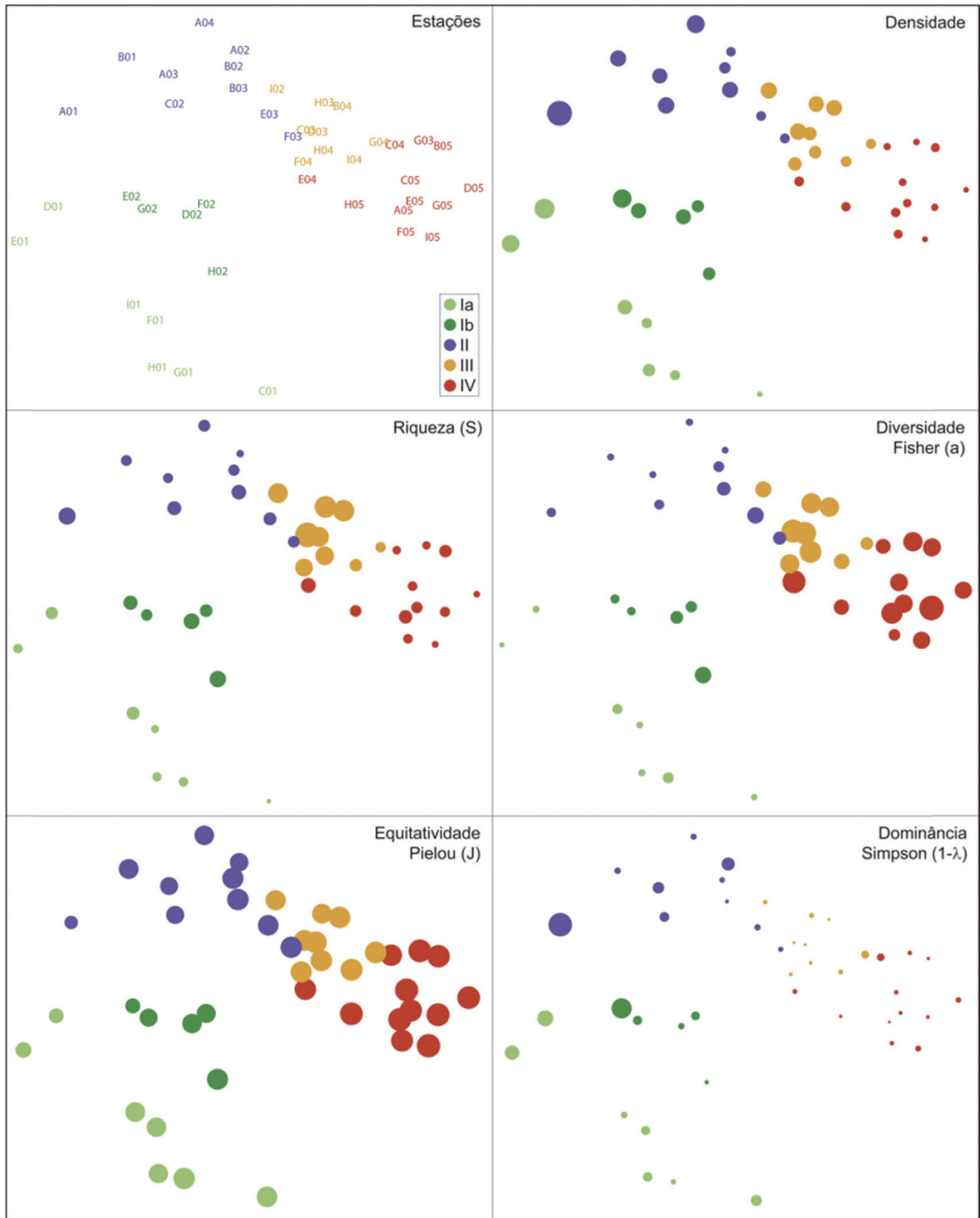


Figura 9 - Diagrama bidimensional de ordenação (nMDS) de agrupamentos de foraminíferos na plataforma continental durante o período chuvoso 2009 (stress = 0,14). Grupos separados por cores, conforme análise de agrupamento e projeção no mapa: grupo Ia, verde claro e Ib, verde escuro – plataforma interna; grupo II, violeta – áreas de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico; grupo III, laranja – plataforma média; grupo IV, vermelho – plataforma externa. Círculos variam em tamanho proporcionalmente aos valores.

As análises de correspondência canônica (CCA) foram similares entre os períodos seco e chuvoso. Na Figura 10 está representada a CCA do período chuvoso, onde é possível observar a relação entre os agrupamentos e os parâmetros ambientais. A CCA explicou um total de 41 % na variância dos dados, mas apesar da variância total explicada ser baixa, a análise foi significativa e evidenciou as principais tendências.

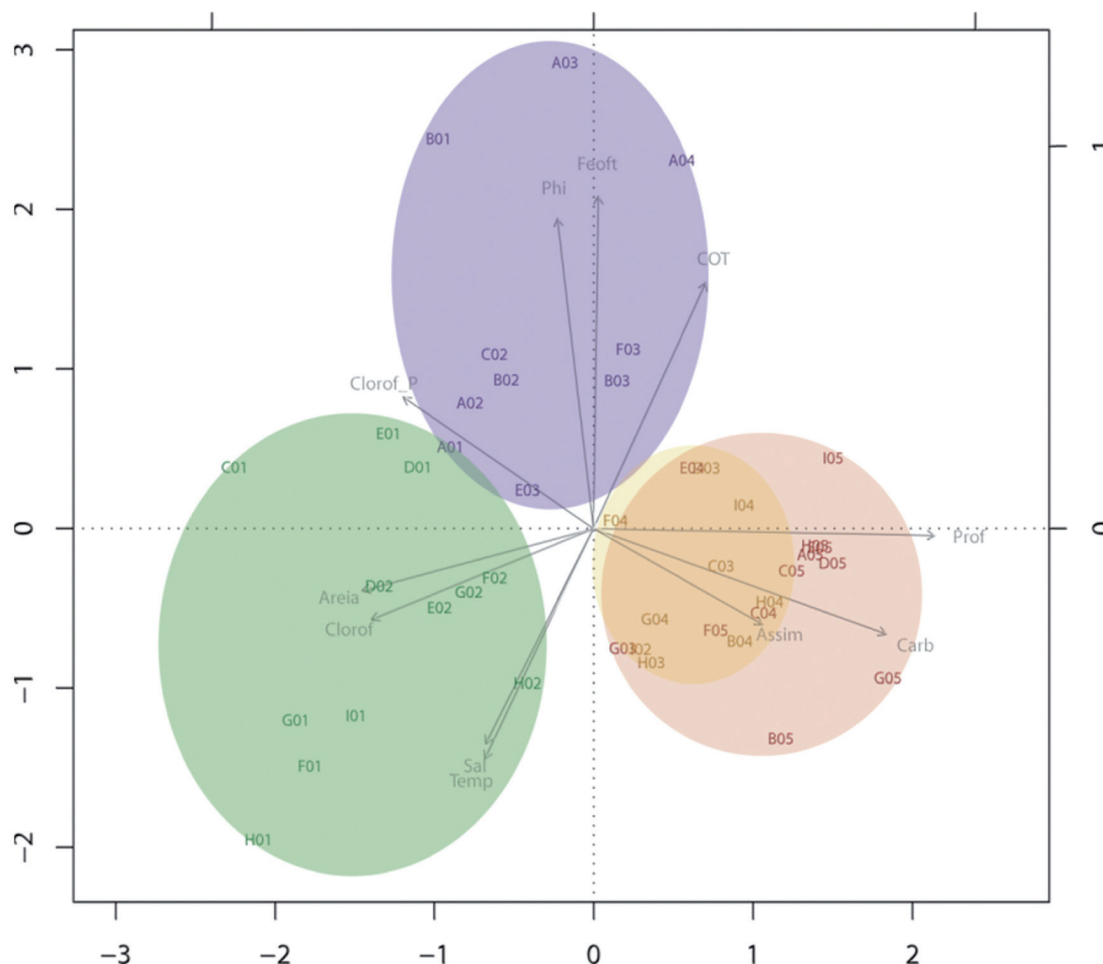


Figura 10 - Diagrama de ordenação mostrando o resultado da CCA para o período chuvoso - PPC 2009 ($p = 0,001$; explicação total = 41 %). Estações do grupo I em verde, grupo II em violeta, grupo III em laranja e grupo IV em vermelho. Abreviaturas: Clorof_P = clorofila-a epipelágica; Clorof = clorofila-a no sedimento; Feoft = feofitina-a no sedimento; Areia = percentual de areia; Phi = Phi médio; Sal = salinidade fundo; Prof = profundidade; Temp = temperatura fundo; Assim = assimetria; Carb = %carbonatos no sedimento.

As estações da plataforma interna, em verde, têm correlação positiva com clorofila-a no sedimento, maior percentual de areia e temperatura e salinidade mais altas. A clorofila-a no sedimento pode ser oriunda tanto do sistema bentônico, como deposição imediata da produção no sistema pelágico.

As estações da área de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico, em violeta, tem correlação positiva com sedimentos de granulometria mais fina (Phi maior), maior concentração de feofitina-a no sedimento e teor de carbono orgânico total mais alto também. A clorofila epipelágica encontra-se em posição intermediária entre o grupo I (verde) e o grupo II (violeta) na análise canônica, permitindo-nos inferir que a contribuição da clorofila epipelágica é igualmente importante aos dois grupos (I e II).

Por fim, as estações da plataforma média, em laranja, e as da plataforma externa, em vermelho, tem correlação positiva com a profundidade, teores mais altos de carbonato e assimetria. Estas estações encontram-se numa área mais oligotrófica e, embora muitas das espécies desta região tenham apresentado correlação positiva significativa com o carbono orgânico total (COT) na análise de correlação não paramétrica (coeficiente de Spearman), na análise de correspondência canônica o COT apresentou maior correlação com as estações da área de ressurgência.

No período seco a biomassa média de foraminíferos foi maior ($492,8 \text{ mg.C}_{\text{org}}.\text{m}^{-2}$) que a registrada no período chuvoso ($286,5 \text{ mg.C}_{\text{org}}.\text{m}^{-2}$). Na Tabela 4 estão representados os valores máximos, mínimos e médios da biomassa por isóbata nos dois períodos estudados.

Tabela 4 - Biomassa de foraminíferos ($> 63 \mu\text{m}$) estimada pelo método biovolumétrico, para período seco (PPS 2008) e chuvoso (PPC 2009) nas isóbatas de 25 a 150 m da plataforma continental da Bacia de Campos.

Período Amostrai	Isóbata (m)	n amostral	estrato (cm)	mín-máx $\text{mg.C}_{\text{org}}.\text{m}^{-2}$	média $\text{mg.C}_{\text{org}}.\text{m}^{-2}$
PPS	25	26	0 - 2	6,9 - 257,2	69,3
PPC	25	27	0 - 2	12,9 - 465,4	124,1
PPS	50	27	0 - 2	37,4 - 5873,4	577,8
PPC	50	27	0 - 2	69,4 - 3031,1	368,3
PPS	75	19	0 - 2	28,2 - 5069,6	1221,2
PPC	75	24	0 - 2	30,4 - 1121,2	283,1
PPS	100	19	0 - 2	23,3 - 2393,3	526,1
PPC	100	24	0 - 2	6,2 - 3669	421,5
PPS	150	19	0 - 2	1,2 - 902,3	189,6
PPC	150	27	0 - 2	10,7 - 3308,7	250,2

A distribuição da densidade média de foraminíferos para os dois períodos estudados na plataforma continental da Bacia de Campos também está representada na Figura 11. Houve um aumento da densidade no período chuvoso nas isóbatas mais rasas e também nas áreas próximas a Cabo Frio e ao Cabo de São Tomé.

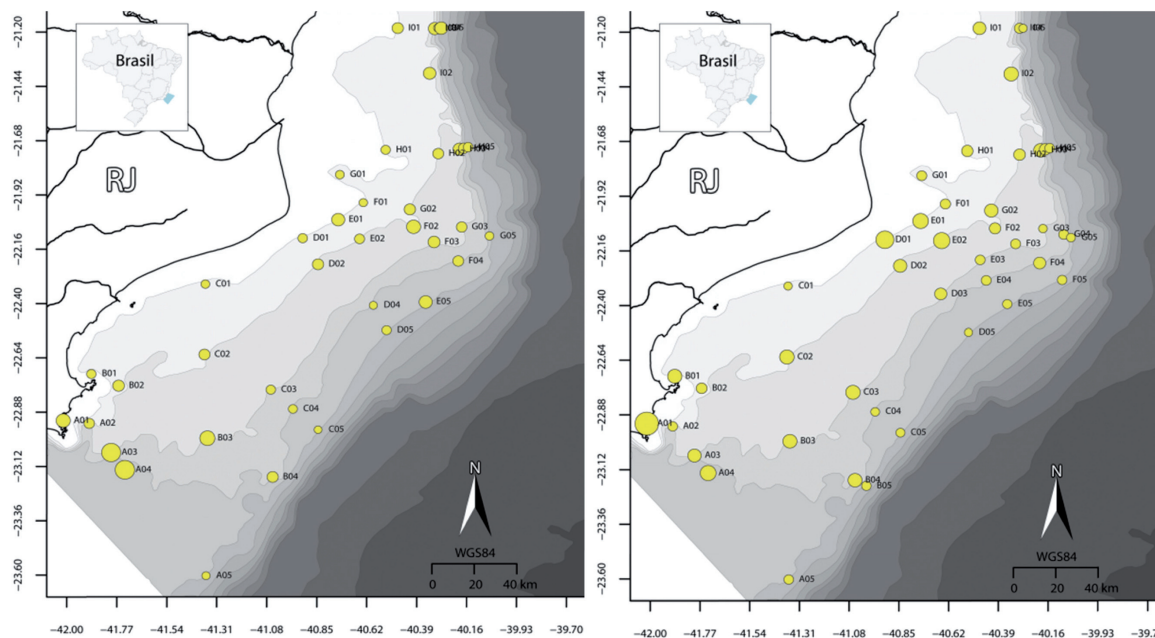


Figura 11 - Distribuição da densidade média na área de estudo da plataforma da Bacia de Campos durante o período seco PPS 2008 (esquerda) e o chuvoso PCC 2009 (direita). Círculos proporcionais: valor mínimo de 19 e máximo de 827,67 ind.10 cm⁻²

Na Figura 12 estão representadas as curvas ABC para associações de foraminíferos nas áreas dos agrupamentos I a IV no período seco (PPS 2008) e, na Figura 13, as curvas ABC para agrupamentos I a IV no período chuvoso (PPC 2009). Observa-se que as curvas do grupo II, em ambos os períodos, indicam perturbação moderada ($W = 0,0156$ e $W = 0,0419$). Nestas áreas encontram-se muitas espécies indicadoras de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico.

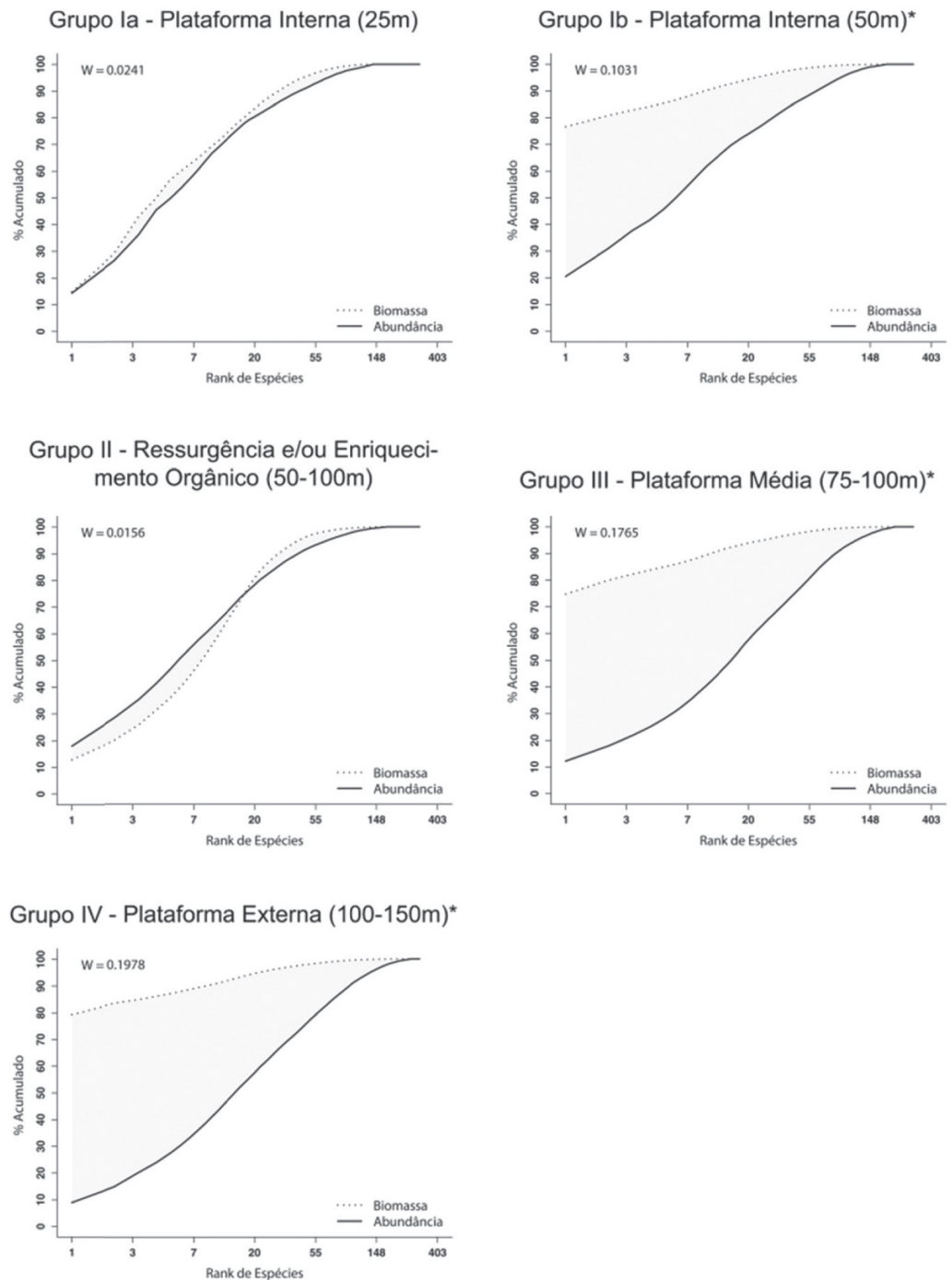


Figura 12 - Curvas ABC para foraminíferos nas áreas da plataforma continental ocupadas pelos grupos I a IV da análise de agrupamentos - período seco (PPS 2008).

Durante o período seco, na área do grupo Ia (plataforma interna – 25 m), as curvas se aproximam muito ($W = 0,0241$) sinalizando perturbação moderada, enquanto no período chuvoso as curvas do grupo Ia apresentam uma inversão, com a curva de abundância consistentemente acima da curva de biomassa ($W = -0,004$), sinalizando forte perturbação. Segundo o modelo de Warwick (1986) isto é típico de ambientes

perturbados, pois espécies r e k-estrategistas respondem de forma diversa às variações do ambiente. Como a região costeira está mais exposta às atividades antrópicas de natureza diversa, um sinal de pequena alteração nestas áreas é de certa forma esperado.

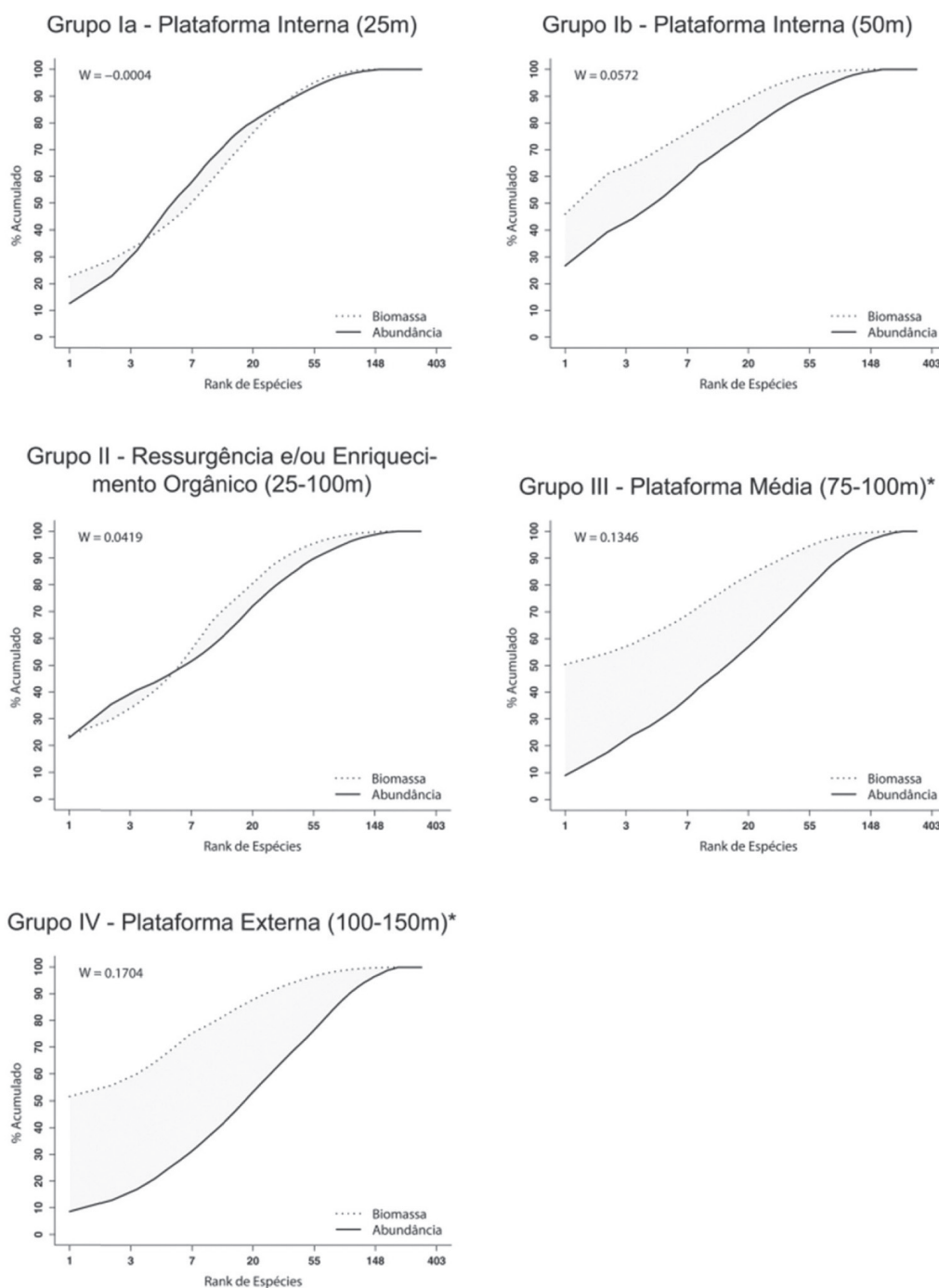


Figura 13 - Curvas ABC para foraminíferos nas áreas da plataforma continental ocupadas pelos grupos I a IV da análise de agrupamentos - período chuvoso (PPC 2009).

DISCUSSÃO

Composição da biota e variações de riqueza, diversidade e densidade

A maioria das espécies identificadas neste estudo é conhecida para a costa brasileira e muitas são citadas por Duleba *et al.* (2005) em uma compilação de trabalhos realizados na costa do Brasil. A variação do intervalo batimétrico, as diferenças entre malhas utilizadas e resultados que se baseiam ora na fauna viva, ora na fauna morta ou em ambas (fauna total) são alguns dos parâmetros que variam bastante entre os investigadores. Também há algumas pequenas divergências taxonômicas entre autores, mas de uma forma geral é possível reconhecer as espécies e comparar as semelhanças e diferenças faunísticas entre as diferentes áreas estudadas por outros, e a aqui investigada.

No litoral norte da Bahia, analisando foraminíferos em profundidades máximas em torno de 50 m, Andrade *et al.* (1997a e 1997b) registraram 213 espécies de foraminíferos enquanto Araújo & Machado (2005) registraram 312 espécies na plataforma continental e no talude superior do norte da Bahia. Disaró e colaboradores (dados não publicados) estudando áreas entre 3 e 907 metros de profundidade na plataforma continental e talude superior da costa setentrional do Rio Grande do Norte registraram 557 espécies de foraminíferos.

Na Nova Zelândia Hayward *et al.* (2010) registraram 563 espécies de foraminíferos, estudando um intervalo batimétrico bem mais amplo (50 a 5.000 m). Baseado em materiais coletados numa grande variedade de ambientes ao redor da Nova Caledônia, Debenay (2013) publicou um inventário com 1043 espécies de foraminíferos bentônicos, em profundidades entre 0-700 m.

Os intervalos batimétrico e latitudinal estudados na Bacia de Campos evidenciam uma riqueza específica alta (pelo menos 460 espécies foram reconhecidas até o presente). Duas grandes ecorregiões marinhas reconhecidas por Spalding *et al.* (2007) se encontram na área de estudo: a do Atlântico Sudoeste Tropical e a do Atlântico Sudoeste Temperado Quente ou Subtropical. Duas grandes províncias biogeográficas determinadas através do estudo de diversos grupos de organismos (crustáceos decápodes, ostra-codes e moluscos) têm sua transição na área estudada: a Província Brasileira, que se estende da costa venezuelana até a região de Cabo Frio, e a Província Argentina que se inicia no sul da área de estudo e se estende ao sul da América do Sul. Entre estas duas províncias há uma “zona de transição”, citada por Machado (2008) que se encontra entre 15°S e 23°S. A área de estudo encontra-se nesta zona.

Tanto as ecorregiões como as províncias biogeográficas têm particularidades que as diferenciam das áreas adjacentes, seja pelo isolamento, pelo regime de temperatura, pelo aporte de nutrientes, por correntes, e pelas ressurgências, entre outros aspectos. Uma área situada nas proximidades dos limites de duas ecorregiões e/ou de duas províncias deve apresentar uma maior riqueza específica. Isto certamente explica, em parte, a riqueza de espécies registrada.

A região central e sul da plataforma interna da Bacia de Campos têm maior influência de sedimentos siliciclásticos enquanto que na porção norte ela apresenta maior influência de sedimentos carbonáticos.

Os sistemas fluviais mantêm aporte variável, porém contínuo ao longo do ano, com regime de chuvas mais intenso no verão (ou período chuvoso), o que não favorece o domínio de foraminíferos calcário-porcelânicos (miliólídeos) como ocorre comumente em plataformas carbonáticas do nordeste do Brasil. Houve dominância de espécies calcário-hialinas, conforme esperado neste caso. Estudando amostras procedentes de 50 a 150 m de profundidade da plataforma continental basca, na Baía de Biscoia, área caracterizada por sedimentação predominantemente terrígena, Pascual *et al.* (2008) registraram 167 espécies de foraminíferos e a maioria (114) era composta por espécies calcário-hialinas.

O período chuvoso na plataforma da Bacia de Campos também propiciou um pequeno aumento de espécies de carapaça aglutinante (de 23 % para 26 %) e um decréscimo equivalente no percentual de espécies de carapaça calcário-hialina (de 64 % para 61 %). Provavelmente os incrementos de nutrientes e da produtividade primária na área costeira tenham colaborado para esta pequena alteração.

Alve (1991a; 1995) e Alve & Murray (1995) relacionam a dominância de foraminíferos aglutinantes com o aumento de nutrientes orgânicos. Mojtahid *et al.* (2009) também verificam esta tendência no delta do Rio Rhone, sudeste da França. De qualquer forma, na área de estudo, a mudança de percentuais nos grupos de foraminíferos foi muito pequena.

Os valores mais altos de riqueza foram registrados nas isóbatas de 75 m e 100 m. A maior riqueza de foraminíferos constatada no período chuvoso também foi verificada por Esteves *et al.*, 2013 (capítulo 6, neste volume) para a nematofauna, e por Veloso *et al.*, 2013 (capítulo 8, neste volume), para a macrofauna. O estudo em período seco para a nematofauna e a macrofauna foi realizado em 2009, enquanto o de foraminíferos foi realizado no período seco de 2008, mas todos tiveram em comum o período chuvoso de 2009. De qualquer forma as tendências persistem, independentemente do ano estuda-

do. Dados mais conclusivos só poderão ser obtidos com estudos em uma sequência de tempo maior.

Como a diversidade de foraminíferos, a da nematofauna e a da macrofauna também mantiveram a tendência de aumentar com a profundidade, mas em foraminíferos ela foi mais elevada a 75 e 100 m. Alve e Murray (1995) também registraram diversidade maior de foraminíferos nas áreas mais profundas de Skagerrat, Mar do Norte; além disso, registraram densidades menores associadas a maiores profundidades.

As áreas de ressurgência ou enriquecimento orgânico podem ser diferenciadas pelo aumento da densidade de espécies indicadoras da presença de fitodetritos, mesmo quando dados físico-químicos não puderam ser registrados. Experimentos laboratoriais realizados por Heinz *et al.* (2002) indicam que a introdução de algas eleva as densidades populacionais de foraminíferos 21 dias após a oferta de alimento. Através da quantificação, e principalmente através da identificação de foraminíferos vivos durante o período chuvoso de 2009 foram registrados fenômenos de enriquecimento orgânico próximo a Cabo Frio, a 25 m e 100 m de profundidade, nas proximidades do Cabo de São Tomé, a 75 m de profundidade, e também ao norte, a 150 m (transecto I).

Imagens satélite da área de estudo representadas na Figura 14 mostram as concentrações de clorofila na superfície do mar nos dois períodos amostrais.

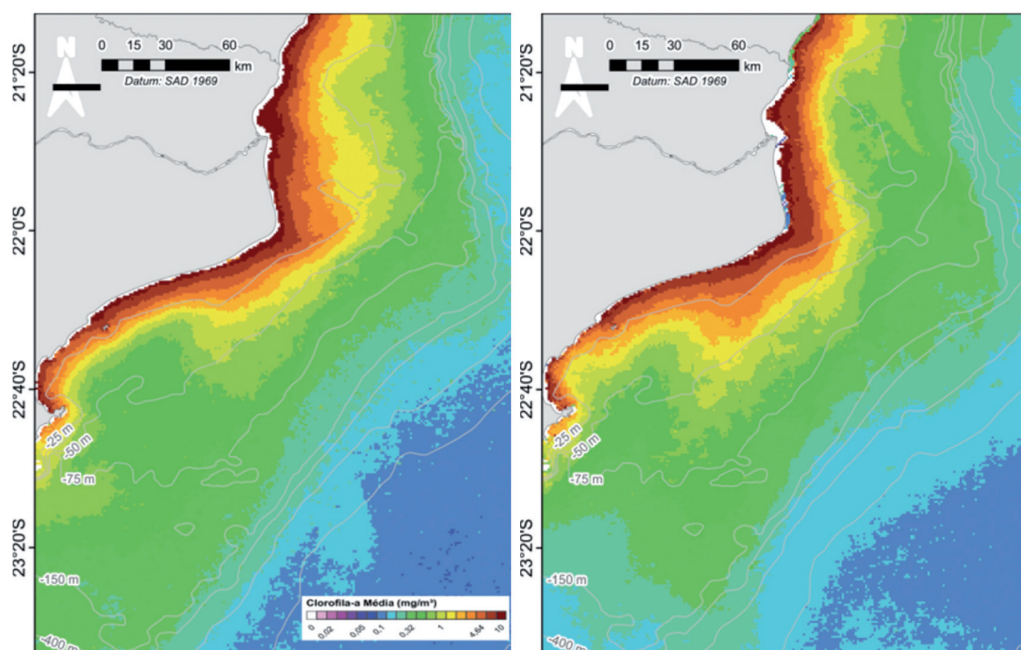


Figura 14 - Concentração de clorofila-a nas águas superficiais. Médias correspondentes aos períodos amostrais seco/2008 (esquerda) e chuvoso/2009 (direita), calculadas a partir de estimativas diárias do sensor MODIS a bordo do satélite Aqua/NOAA. Imagens cedidas pelo INPE no âmbito deste projeto.

Mesmo levando em conta a interferência de material terrígeno na estimativa das concentrações de clorofila-a nesta zona de águas costeiras, é evidente a maior produtividade primária sobre a plataforma interna. Durante o período seco há um incremento de clorofila na porção centro-norte, e durante o período chuvoso na porção centro-sul da bacia.

Durante o período chuvoso a maior densidade de foraminíferos foi registrada na isóbata de 25 m, e durante o período seco a densidade maior ocorreu na isóbata de 75 m. Na isóbata de 150 m ela sempre foi menor, o que pode ser um reflexo dos processos de transporte que “varrem” a borda da plataforma, não permitindo deposição nem acúmulo de matéria orgânica. As imagens satélite também indicam que esta é uma zona com baixa concentração de clorofila-a.

A drenagem continental e as concentrações mais altas de clorofila certamente influenciaram a densidade de foraminíferos, sobretudo na área das isóbatas de 25 e 50 m.

Caracterização espacial – Períodos integrados

As análises integradas dos períodos seco e chuvoso mostram um padrão de distribuição espacial das associações de foraminíferos que permite identificar neste trecho da plataforma continental pelo menos três grandes áreas bem diferenciadas, representadas na análise de agrupamento e mapa (Figura 3), assim como na análise de correspondência canônica (Figura 4) e na Tabela 1. São elas:

(i) Plataforma interna (Grupo I) - Nela os sedimentos são predominantemente arenosos, siliciclásticos, bem oxigenados e a maior parte desta área tem baixo teor de carbonatos se comparada ao restante da plataforma. A maioria dos foraminíferos presentes é adaptada a fortes correntes de fundo; têm carapaça preferencialmente plano-convexa ou côncavo-convexa e algumas são incrustantes e ocorrem aderidas a litoclastos ou bioclastos. As espécies são predominantemente epifaunais e têm forte correlação com a clorofila-a no sedimento, que tanto pode ser oriunda de produção fitobentônica como de produção epipelágica. Alguns representantes importantes desta área são: *Tiphotrecha concava*, *Bolivina paula*, *Nonionella sp.C*, *Discorbis williamsoni*, *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia tepida*, *Bolivina striatula s.l.*, *Textularia agglutinans*, *Angulogerina cf. A. jamaicensis*, *Buliminella elegantissima*, *Paracassidulina nipponensis*, *Rectocibicides miocenicus*, *Placopsilina bradyi* e várias espécies dos gêneros *Quinqueloculina*,

Textularia, Asterotrochammina, Eoeponidella, Cribroelphidium, Polymorphina, Rotaliammina e Discorbis.

Num transecto que se iniciou na zona costeira e seguiu até a porção externa da plataforma argentina, Boltovskoy & Totah (1985) mostraram que *Discorbis williamsoni* com espécies do gênero *Ammonia* foram comuns na zona costeira até 40 m de profundidade, e que *Epistominella exigua* foi comum nas profundidades de 68 a 120 m. Estes dados são similares aos registrados para a Bacia de Campos e, em nossa área de estudos foi uma boa espécie indicadora de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico.

Nas áreas costeiras onde a zona eufótica atinge o fundo oceânico há um forte acoplamento entre a produção primária bentônica e os organismos da meiofauna (Graf, 1992). Segundo Gooday (2002) as águas continentais, ricas em nutrientes incrementam a produção primária costeira, e os grupos de organismos que utilizam diretamente a matéria orgânica se beneficiam deste momento.

Dados de indicadores geoquímicos analisados por Carreira *et al.*, 2013 (volume 6, desta série) mostram que na plataforma continental da Bacia de Campos há, de uma forma geral, ocorrência de matéria orgânica (MO) sedimentar mais lábil, possivelmente em função da sua rápida sedimentação na coluna d'água, o que é favorecido pelas profundidades relativamente pequenas da plataforma. Além disso, o alto hidrodinamismo não favorece o acúmulo desta matéria orgânica, então o consumo direto e rápido por consumidores primários é, provavelmente, a estratégia mais eficaz de aproveitamento deste material.

Na área da plataforma interna da Bacia de Campos tanto o aporte de nutrientes como a penetração de luz confluem, promovendo a produção primária e consequente a produção secundária. Assim observamos uma forte correlação entre foraminíferos e a clorofila (MO lábil) no sedimento.

Segundo Gustafsson & Nordber (2000) o fitoplâncton recém sedimentado é uma importante fonte de nutrição para os foraminíferos em condições óxicas. Através do coeficiente correlação de Spearman observou-se que várias espécies da plataforma interna também estão significativamente correlacionadas à clorofila epipelágica.

(ii) Áreas de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico (Grupo II) – nestas áreas há alto teor de carbono orgânico total associado ao sedimento e feofitina-a decorrente da senescência da produção primária. Várias espécies também apresentam correlação com clorofila-a epipelágica. Estas áreas foram detectadas a

50 m e 100 m de profundidade, próximas a Cabo Frio onde ocorre ressurgência costeira frequente, e também numa área da plataforma média na isóbata de 75 m, nas proximidades do Cabo de São Tomé. As espécies deste grupo são preferencialmente infaunais, mas algumas migram à superfície durante os picos de produtividade primária, apresentando hábito epifaunal associado. Ocupam principalmente áreas lamosas, mas também as arenosas, ambas com baixo teor de carbonato. É comum nestas áreas a presença de espécies indicadoras de ressurgência ou de alta produtividade na zona eufótica. Este grupo é composto por muitos rotalídeos pequenos como *Bulimina marginata*, *Pappina compressa*, *Angulogerina angulosa s.l.*, *Alabaminella weddellensis*, *Bolivina fragilis*, *Bolivina ordinaria*, *Nonionella stella*, *Hopkinsina pacifica*, *Bolivinellina translucens*, *Stainforthia complanata*, *Bulimina patagonica*, *Hanzawaia concentrica*, *Gyroidina umbonata*, *Nonionella opima*, *Epistominella exigua*, *Cassidulina carinata*, *Fursenkoina pontoni* e *Nonionella atlantica*; espécies aglutinantes como *Adercotryma glomeratum*, *Lagenammia atlantica*, *Ammoscalaria pseudospiralis*, *Reophax scorpiurus*, *Sepeitibaella sepeitibaensis*, *Labrospira crassimargo*, *Reophax pauciloculatus*, *Leptohalysis scottii*, *Textularia? torquata*, *Pseudobolivina? fusiformis* e *Reophax arayaensis*, além de alguns miliolídeos como *Quinqueloculina sabulosa*, *Quinqueloculina atlantica s.l.* e *Pyrgo nasuta*. Muitas destas espécies são citadas pelo comportamento oportunista em relação à oferta de alimento, especificamente fitodetrito (Gooday e Lambshead, 1989; Schmiedl *et al.* 1997; Ohkushi & Natori, 2001; Gooday, 2002; Fontanier *et al.*, 2003 e Koho *et al.*, 2008).

Em experimento realizado em laboratório para verificar a resposta ao fluxo de fitoplâncton (pulsos) em condições controladas e comparar com a resposta no ambiente natural, Heinz *et al.* (2001) observaram que *Adercotryma glomeratum*, *Epistominella pusilla* além de outras espécies respondem positivamente ao aporte de fitoplancton aumentando sua densidade. Em laboratório, Ernest & van der Zwaan (2004) observaram que *E. exigua* e *A. glomeratum* responderam positivamente à oferta de matéria orgânica fresca (algas).

A ACAS (Água Central do Atlântico Sul), massa d'água mais fria e rica em nutrientes adentra a plataforma continental incrementando a produção primária local e a produtividade secundária a ela associada. Vários estudos abordam aspectos relacionados à ressurgência costeira de Cabo Frio, sul da Bacia de Campos (Guenther

et al., 2008; Castro *et al.*, 2006; Gaeta & Brandini, 2006; Brandini, 2006; Carvalho & Gonzalez-Rodriguez, 2004; Silveira *et al.*, 2000; Moser & Giancesella-Galvão, 1997; Gonzalez-Rodriguez *et al.*, 1992).

Segundo Carreira *et al.*, 2013 (volume 6, desta série), nas regiões da plataforma influenciadas por processos de ventilação de águas enriquecidas em nutrientes, tanto ressurgência costeira quanto intrusão subsuperficial, foram encontrados sedimentos mais enriquecidos em MO, particularmente aqueles com maior participação das classes granulométricas silte/argila.

A análise de agrupamento que integra os dois períodos indica a ocorrência de três áreas de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico na plataforma. Esta análise possibilita um novo termo de comparação entre as amostras, e três áreas diferentes surgiram associadas à produção primária. Dados integrados mostraram que durante o período seco a associação de foraminíferos da isóbata de 150 m do transecto I mostrou-se mais similar às registradas nas proximidades de Cabo Frio e do Cabo de São Tomé.

Dados de Carreira *et al.* (*op. cit.*) mostraram que as amostras próximas a Cabo Frio (transectos A, B e C), algumas amostras do Cabo de São Tomé (transectos D, E e F) e dos transectos H e I, no limite norte da bacia, apresentaram um enriquecimento em MO lábil na plataforma. No caso das amostras dos transectos H e I, os autores atribuem a MO lábil a um possível reflexo do vórtice de Vitória, mas citam que esta hipótese necessita de confirmação, uma vez que o núcleo desse vórtice encontra-se fora da área de estudo.

(iii) Plataforma média/externa (grupo III) – É uma área com altos teores de carbonato e sedimentos que apresentam granulometria muito variável (lama, areia e cascalho). Tem características mais oligotróficas, com baixa produtividade primária, tanto no ambiente pelágico como bentônico, mas apresenta enriquecimento orgânico em algumas áreas restritas. Pode ser subdividida em plataforma média (75 a 100 m) onde predominam areias e cascalhos carbonáticos, e em plataforma externa (100 a 150 m) onde ocorrem sedimentos lamosos carbonáticos (lama hemipelágica). É habitada por foraminíferos epifaunais e/ou infaunais; alguns são correlacionados ao carbono orgânico total e considerados detritívoros não seletivos. Algumas espécies importantes desta área são: *Uvigerina auberiana*, *Technitella harrisii*, *Paratrochammina brasiliensis* s.l., *Planulina foveola-*

ta, *Seabrookia earlandi*, espécies dos gêneros *Svratkina* e *Pullenia*, *Eponides antillarum*, *Discorbinella floridensis*, *Cibicidoides corpulentus*, *Stomatorbina torrei*, *Labrospira jeffreysii*, *Discorbinella obtusa*, *Tetrataxiella ayalai*, *Mychostomina revertens*, *Amphicoryna scalaris*, *Globocassidulina rossensis*, *Ehrenbergina spinea*, *Spirotextularia floridana*, *Siphonina reticulata*, *Spirillina vivipara*, *Patellina corrugata* e várias espécies dos gêneros *Astrononion*, *Fissurina* e *Lenticulina*.

Heinz *et al.* (2001) observaram que *Uvigerina peregrina* e *Seabrookia earlandi* também respondem positivamente aos aporte de fitoplâncton, aumentando sua densidade. Embora *U. peregrina* não esteja na listagem de espécies mais importantes do grupo III, ela ocorre na área de estudo com abundância e frequência relativamente altas, mas como também ocorre na área do Grupo II não foi tão importante para caracterizar um destes grupos individualmente.

Uvigerina peregrina é uma espécie associada à plataforma média/externa, ocorrendo preferencialmente a partir da isóbata de 75 m. Eichler *et al.* (2008) estudaram as relações das associações de foraminíferos com as massas d'água e nutrientes na costa sul do Brasil, e segundo estes autores a ocorrência de *Uvigerina peregrina* está associada à influência da ACAS abaixo de 75 m. Na área estudada esta espécie não foi muito importante ($\text{IndVal} = 0,3368$ e $p = 0,078$) mas nossos dados mostram a correlação desta espécie com COT e corroboram as observações de Eichler *et al.* (*op. cit.*).

Comparações com outras regiões

A divisão em setores da plataforma continental da Bacia de Campos baseada em foraminíferos aproxima-se muito da adotada por Buzas *et al.* (2007) para a costa da Nova Zelândia. Estes autores utilizaram plataforma interna entre 0-50 m, plataforma média entre 50 e 100 m e plataforma externa entre 100 e 200 m.

Observando as figuras 5 e 6 vemos que a área de plataforma interna não mostra grande mudança espacial dos grupos entre o período seco e o chuvoso. Durante o período chuvoso há uma expansão das áreas ocupadas pelo grupo II que indica ressurgência e/ou enriquecimento orgânico, e há uma alteração pequena na composição dos agrupamentos III e IV dos períodos seco e chuvoso, que juntos formam a área denominada plataforma média/externa. Isso ocorre principalmente nas áreas sob influência da ACAS que causa interferência nos processos hidrodinâmicos e tróficos e estes, por sua vez influenciam o padrão espacial das associações de foraminíferos. A isóbata de 150 m se mantém sempre bem individualizada e com padrão muito similar

nos dois períodos, exceto no transecto I.

Donnici & Barbero (2002) estudaram a distribuição de foraminíferos na plataforma continental italiana, no norte Adriático, entre 5 e 46 m de profundidade. Estas autoras registraram três biótopos/grupos. Dois grupos (1 e 3) guardam muita semelhança com a plataforma interna da plataforma de Campos e o outro grupo (2) se assemelha às áreas de enriquecimento orgânico da Bacia de Campos. A descrição destas autoras para a plataforma do Adriático se aplica à área de plataforma interna da Bacia de Campos. O grupo 1 citado pelas autoras, representativo de áreas mais rasas, tem espécies que toleram um ambiente altamente variável que recebe periodicamente aporte de nutrientes e pode apresentar anoxia; nossa área mais rasa (25 m, grupo Ia) tem características semelhantes às descritas por Donnici & Barbero (*op. cit.*), e nela ocorrem pelo menos duas espécies do gênero *Ammonia* (*A. tepida*, *A. parkinsoniana*). O grupo 3 destas autoras ocorre entre 21 e 46 m de profundidade, encontra-se numa área pobre em nutrientes, com sedimentos arenosos e é menos influenciado pelos aportes fluviais; é dominado por *Textularia agglutinans*, mas também tem *Quinqueloculina agglutinata*, *Quinqueloculina subpolygona* e vários representantes das famílias Discorbidae e Cibicididae. Temos em comum a espécie *T. agglutinans* que tem alta importância na plataforma interna da Bacia de Campos e as demais espécies de *Quinqueloculina*, além de vários Discorbidae e Cibicididae. Segundo essas autoras as espécies têm hábito alimentar variado e preferem ambiente pobre em nutriente. Estas características se assemelham às encontradas na área da plataforma interna da Bacia de Campos (Grupo I, Ib), especialmente da porção central e norte da plataforma, onde a produção primária é rapidamente consumida e o carbono orgânico não se acumula. O grupo 2 das autoras tem sedimentos lamosos, ricos em nutrientes e é composto por espécies infaunais que migram à superfície oportunisticamente. Este grupo se assemelha às áreas de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico (grupo II deste estudo), e reflete a situação da área ao sul, próxima a Cabo Frio com acúmulo de lamas provenientes do Paraíba do Sul. Na costa italiana as lamas são oriundas da descarga do Rio Pó. Algumas espécies em comum são: *Bulimina marginata* e *Nonionella opima*.

Frezza & Carboni (2009) estudaram a distribuição de foraminíferos recentes da plataforma continental do sul da Toscana (Itália), nas proximidades da desembocadura do Rio Ombrone, entre 15 e 184 m de profundidade. Citam a ocorrência de *B. marginata* em associações que ocupam desde 30 m até 184 m de profundidade,

fortemente associadas à presença de matéria orgânica, numa área influenciada pela contribuição/descarga deste rio. Segundo eles esta espécie ocorre em pelo menos três associações na área, mas destacam uma associação indicada por espécies oportunistas entre 30 e 90 m de profundidade, composta por *Valvulineria bradyana*, *B. marginata*, *Rectuvigerina phlegeri* (provavelmente equivalente a *Pappina compressa* de nosso estudo), *Ammonia inflata* e *Ammonia beccarii* além de outras, e citam que a associação é caracterizada por baixa diversidade e alta dominância e que indica áreas mais eutrofizadas paralelas à costa. Segundo estes autores a distribuição espacial desta associação está fortemente correlacionada à batimetria e ao ambiente deposicional, mas sugerem que a composição, estrutura e distribuição desta associação indicam áreas influenciadas pela descarga do Rio Ombrone.

Ao sul da Bacia de Campos onde se depositam grandes extensões de lama derivadas do Rio Paraíba do Sul, nas proximidades de Cabo Frio a 25 m e 100 m, ocorre um ambiente similar ao de 30 e 90 m descrito por Frezza & Carboni (2009). Nestes dois ambientes ocorrem espécies em comum (principalmente *Bulimina marginata* e *Pappina compressa* além de espécies dos gêneros *Valvulineria* e *Ammonia*). Em Campos esta área é ocupada durante o período seco e chuvoso pelo Grupo II de foraminíferos.

Espécies - ambiente

A espécie mais abundante e frequente em toda a área de estudo é *Globocassidulina crassa*, mas como ela ocorre indistintamente em vários ambientes, embora tenha um alto índice de importância ($\text{IndVal} = 0,5175$) na plataforma interna, este não foi significativo ($p = 0,237$), não sendo uma espécie indicadora de um determinado ambiente. Esta teve correlação positiva com a clorofila-a no sedimento e coluna d'água, com a feofitina e com bactérias, mas negativa com o carbono orgânico no sedimento. Ao que tudo indica é uma espécie altamente adequada às condições hidrográficas, sedimentares e tróficas da plataforma da Bacia de Campos.

Assim como *G. crassa*, *Globocassidulina subglobosa* ocorre em toda a plataforma e não foi considerada indicadora de nenhuma associação. Foi mais abundante na plataforma média/externa, mas também ocorre na interna e teve frequência relativa maior na plataforma externa com baixo índice de importância ($\text{indVal} = 0,2584$; $p = 0,407$). Schmiedl *et al.* (1997) citam que *G. subglobosa* é uma espécie adaptada a fundos arenosos com correntes de fundo vigorosas. Dados de outros autores citados por Kno-

ppers *et al.* (1999) afirmam que este setor da costa brasileira é sujeito a forte energia de ondas, efeito de marés e correntes costeiras relativamente fortes. Desta forma a maior parte das áreas da plataforma favorece o estabelecimento desta espécie.

Globocassidulina canalisuturata, espécie muito similar a *G. subglobosa* sob microscopia óptica, foi considerada espécie importante na área da plataforma média/externa ($\text{indVal} = 0,324$ e $p < 0,05$). Muitos autores não as diferenciam, então talvez seja este o motivo de não haver registro dela para a costa brasileira. Sua presença e a de *G. subglobosa* podem indicar o forte hidrodinamismo generalizado sobre a plataforma. Hayward *et al.* (2004) a citam para costa da Nova Zelândia, em águas frias e ambientes mais profundos com alto fluxo de carbono orgânico.

Uvigerina auberiana foi registrada em ambientes ricos em matéria orgânica e com baixa concentração de oxigênio por Schmiedl *et al.* (1997), e é uma das espécies mais abundantes no sistema de ressurgência costeira de Benguela, juntamente com *Cibicoides pseudoungerianus* (= *Cibicides pseudoungerianus*). Segundo Gonzalez-Rodriguez *et al.* (1992) a área de ressurgência de Cabo Frio tem resposta fitoplanctônica similar à de Benguela, porém tem menor biomassa e produção. Segundo Licari & Mackensen (2005), *U. auberiana* e *Cibicoides pseudoungerianus* caracterizam áreas com permanente alta produtividade. Na Bacia de Campos *U. auberiana* não foi uma espécie importante nas áreas de ressurgência permanente de Cabo Frio, porém ela é a espécie muito importante na área da plataforma externa, a 100 m e 150 m, especialmente nas proximidades de Cabo Frio e Cabo de São Tomé tendo alta correlação com COT. *C. pseudoungerianus* está mais associado à plataforma média e teve correlação negativa ($p \leq 0,05$) com bactérias e clorofila epipelágica. Talvez nessas áreas *U. auberiana* sinalize a influência de intrusões da ACAS por períodos mais prolongados ou a ocorrência de ressurgências na quebra da plataforma continental.

Na Bacia de Campos *Bulimina marginata* ocorre fortemente correlacionada a fitodetrito, mas também a clorofila epipelágica, bactérias e COT. Está fortemente associada às áreas de ressurgência e se distribui entre as isóbatas de 25 a 150 m, mas seus máximos de abundância ocorrem nas isóbatas de 75 e 100 m. Frezza & Carboni (2009) a registraram entre 30 e 184 m de profundidade e a citam associada à presença de matéria orgânica, numa área influenciada pela contribuição da descarga do Rio Ombrone (Itália). Rijk *et al.* (2000) consideram *B. marginata* juntamente com *Cassidulina laevigata/carinata*, *Bulimina aculeata*, *Uvigerina mediterranea* e *Uvigerina peregrina* como uma das espécies mais oportunistas encontradas no Mediterrâneo.

Bolivina fragilis também foi uma espécie indicadora das áreas de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico (ver Tabela 1) e se mostrou importante para caracterizar áreas com substrato rico em carbono orgânico e fitodetrimento. No período seco (IndVal = 0,54; $p = 0,019$) e no período chuvoso (Ind Val = 0,52; $p = 0,001$) também foi importante na caracterização destas áreas.

Schmiedl *et al.* (1997) afirmam que *Epistominella exigua* pode ser vista como a espécie característica de áreas profundas com depósito sazonal de fitodetrimento. Na região estudada ela também se mostrou um excelente indicador de fluxo sazonal de fitodetrimento, mas diferentemente do registrado por alguns autores, na plataforma da Bacia de Campos ela ocorreu também em áreas rasas que apresentavam esta característica de fluxo sazonal de fitodetrimento.

Dados de vários autores (Gooday, 1988, Heinz *et al.*, 2002, Nomaki *et al.*, 2007) indicam que as espécies *Adercotryma glomeratum*, *Epistominella exigua*, *Bulimina marginata*, *Pappina compressa* (= *Rectuvigerina phlegeri* de outros autores), *Angulogerina angulosa*, várias espécies de *Reophax* e de *Bolivina*, *Nonionella stella*, *Nonionella opima*, *Hopkinsina pacifica* e *Stainforthia complanata* estão entre as espécies comumente associadas a pulsos de fitodetrimento. Todas estas espécies foram registradas nas áreas de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico na plataforma continental da Bacia de Campos, e corroboram estes registros, portanto podem ser consideradas indicadoras destes fenômenos na área.

As espécies de *Ammonia* foram praticamente exclusivas da plataforma rasa (< 50 m). *A. parkinsoniana* não ocorre na plataforma média/externa enquanto *A. tepida* é rara nesta região. Ambas predominam na isóbata de 25 m. Estudos realizados em ambientes estuarinos, lagunares e regiões costeiras brasileiras com profundidade inferior a 25 m citam com muita frequência a ocorrência destas espécies (*vide* Duleba *et al.*, 2005). Estas espécies são frequentemente associadas a vários tipos de impacto ambiental em muitos locais do mundo (e.g. Armynot Du Châtelet *et al.*, 2004; Burone *et al.* 2006; Frontalini & Coccioni, 2008).

Textularia agglutinans foi importante na plataforma interna e ocorre principalmente a 25 m e 50 m; na parte central (transectos E e F) estendeu sua ocorrência a 75 m de profundidade. Outras espécies do gênero *Textularia* foram importantes na plataforma interna, são elas: *Textularia conica* s.l., *Textularia candeiana*, *Textularia calva* e *Textularia cuneiformis*.

Variação espaço-temporal das associações de foraminíferos

A associação de foraminíferos do grupo I, ou seja, a que vive na plataforma interna não mudou muito nos dois períodos estudados; se retraiu um pouco com a expansão das áreas de ressurgência ao sul, e mostrou padrão batimétrico mais evidente durante o período chuvoso.

A associação de foraminíferos típica do grupo II, ou seja, a que vive em áreas de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico ampliou a área de sua distribuição durante o período chuvoso (PPC 2009). Além de ocupar uma área maior nas proximidades de Cabo Frio, também surge um pouco abaixo da latitude do Cabo de São Tomé, na isóbata de 75 m.

Gonzalez *et al.*, 2013 (volume 5, desta série) registraram valores de clorofila e produtividade primária compatíveis com os valores descritos para a região, e segundo estes autores, três áreas de maior produtividade primária foram registradas: uma nas proximidades de Cabo Frio, outra próximo ao Cabo de São Tomé e uma terceira na quebra da plataforma, ao norte da Bacia de Campos. Estas três áreas foram sinalizadas por foraminíferos indicadores de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico conforme observado nas análises multivariadas com ambos os períodos integrados.

A associação de foraminíferos do grupo III, ou seja, a que vive em áreas de plataforma média/externa diferenciada pela análise integrada, que corresponde aos grupos III e IV das análises temporais individualizadas mudou um pouco sua distribuição durante os dois períodos estudados. Estas mudanças provavelmente tem influência dos avanços da ACAS sobre a plataforma. Destaca-se a identificação de uma área que indica enriquecimento orgânico em subsuperfície nas proximidades do Cabo de São Tomé no período chuvoso (estações B3 e F3).

Biomassa

Embora os valores médios de biomassa registrados para a plataforma continental da Bacia de Campos estejam dentro do intervalo mínimo e máximo de alguns autores para profundidades similares, é importante lembrar que há uma variação espacial muito grande da biomassa em áreas rasas.

Na Tabela 5 encontram-se valores de biomassa de foraminíferos para vários locais do mundo e os dados registrados neste estudo. Obtivemos na literatura especializada poucos resultados de biomassa em ambientes rasos (até 150 m) para

comparação, mas observa-se que os valores médios obtidos neste estudo para a isóbata de 25 m estão próximos aos máximos registrados por Murray (1968 e 1970b) na costa leste norte-americana e Golfo Pérsico, em profundidades similares ou menores. Os valores registrados neste estudo também se aproximam dos registrados por Wefer e Lutze (1976) para o Mar Báltico, entre 5 e 28 m. Os valores médios e o intervalo mínimo e máximo obtidos na Bacia de Campos, para as isóbatas de 50 m e 75 m, são muito maiores que os obtidos por Murray (1969) para a costa leste dos Estados Unidos.

Tabela 5 - Estimativa de biomassa de foraminíferos em diferentes localidades e profundidades. Método indicado por v.s. = detecção de foraminíferos por corante vital; R.B. = detecção por coloração com Rosa de Bengala; v.e. = biomassa estimada por volume; c.m. = biomassa estimada por combustão. Malha n. p. = não peneirado. n.a. = Dados não fornecidos pelos autores ou referenciados a fontes secundárias não disponíveis.

Referência	Local	Profundidade (m)	n	Malha (µm)	Sed (cm)	Método	mg.C _{org} .m ⁻²	média
Murray (1968)	Atlântico NW	12–24	10	> 63	n.a.	R.B., v.e.	2–86	-
Murray (1969)	Atlântico NW	30–76	6	> 63	n.a.	R.B., v.e.	0,29–60,7	-
Murray (1970a)	English Canal	66–1002	3	> 76	n.a.	R.B., v.e.	41–396,6	-
Murray (1970b)	Golfo Pérsico	2–7,5	4	> 77	n.a.	R.B., v.e.	11–80	-
Khusid (1974)	Pacífico SE	30–7720	18	n.a.	n.a.	n.a.	350–2100	-
Wefer & Lutze (1976)	Mar Báltico	5–28	4	> 63	0–0,2; 0–5	R.B., v.e.	1,3–260	-
Basov & Khusid (1983)	Pacífico NW	140–3100	13	> 50	0–30	R.B., v.e.	30–1130	-
Altenbach (1985)	NW Africa	10–4410	81	> 250	0–1	R.B., v.e.	2–527	-
Gerlach <i>et al.</i> (1985)	Mar do Norte	16–34	1	> 50	0–6; 0–16	R.B., v.e.	4040	-
Presente trabalho	Atlântico SE	25	53	> 63	0–2	R.B., v.e.	6,9 - 465,4	97,2
Presente trabalho	Atlântico SE	50	54	> 63	0–2	R.B., v.e.	37,4 - 5873,4	473,1
Presente trabalho	Atlântico SE	75	43	> 63	0–2	R.B., v.e.	28,2 - 5069,6	697,6
Presente trabalho	Atlântico SE	100	43	> 63	0–2	R.B., v.e.	6,2 - 3669	467,8
Presente trabalho	Atlântico SE	150	46	> 63	0–2	R.B., v.e.	1,2 - 3308,7	225,2

Altenbach & Struck (2001) destacam que a variação sazonal, a advecção lateral e a reciclagem da matéria orgânica paralelamente ao transporte influenciam sobremaneira a biomassa em áreas rasas, assim sendo, os valores frequentemente apresentam distribuição aleatória. Estes autores compilaram diversos dados de biomassa de foraminíferos e fluxo de carbono e verificaram que há uma forte correlação entre estas duas variáveis em profundidades superiores a 1000 m, mas afirmam que em áreas rasas a variação é enorme.

De forma geral os valores de biomassa na plataforma interna da Bacia de Campos estão dentro do esperado, mas os valores para a plataforma média e externa registrados são mais altos que o esperado para a área.

Embora extremamente variável nos ambientes rasos, a biomassa associada à abundância pode auxiliar na avaliação das condições do ambiente marinho. Como os foraminíferos são organismos que preenchem os requisitos para aplicação do método proposto por Warwick (1986), as curvas ABC foram realizadas e permitiram classificar a condição destas áreas em: ambiente não perturbado, moderadamente perturbado e fortemente perturbado.

Vários pesquisadores aplicaram esta metodologia para avaliar e monitorar áreas, e alguns citam que ela não permite reconhecer se os distúrbios foram causados por compostos orgânicos ou inorgânicos (DeValls *et al.*, 1998 apud Magurran, 2004) ou se por estressores naturais ou antropogênicos (Roth & Wilson, 1998 apud Magurran, 2004). Portanto, convém lembrar que a metodologia não se propõe a reconhecer a natureza do distúrbio

Em relação às curvas ABC do grupo II, que ocupa as áreas de ressurgência ou de enriquecimento orgânico em 2008 e em 2009 (Figura 12 e 13), observa-se perturbação moderada. Há uma grande probabilidade de que se trate apenas de uma perturbação natural, causada pela resposta de espécies *r*-estrategistas ao incremento de produção primária na área de Cabo Frio, nas proximidades do Cabo de São Tomé, a 75 m, e ao norte da área de estudo, a 150 m (ver localização do grupo II nas Figuras 5 e 6).

Em relação às curvas ABC nas áreas do subgrupo Ia e Ib da plataforma interna (Figura 12 e Figura 13), constatou-se perturbação moderada na isóbata de 25 m no período seco/2008, e que no período chuvoso/2009 houve indicação de forte perturbação; a curva da abundância esteve consistentemente acima da curva de biomassa.

Na isóbata de 25m, foram encontradas várias espécies de foraminíferos associadas à poluição que ocorrem na área costeira como *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia tepida*, *Buliminella elegantissima*, espécies do gênero *Bolivina* e *Criboelphidium*, entre outras (Bandy *et al.* 1965; Seiglie, 1968; Yanko *et al.*, 1994 e 1999; Bonetti, 2000; Hallowick *et al.*, 2003; Carnahan, 2005; Mojtahid *et al.*, 2006 e Burone *et al.*, 2006).

O aumento do aporte de descarga continental no período chuvoso traz mais nutrientes inorgânicos e orgânicos para o sistema costeiro, incrementando a produção primária. Renema & Troelstra (2001) estudaram uma plataforma carbonática mesotrófica em Sulawesi (Indonésia) e mencionaram que o aporte terrígeno afetou diretamente a área litorânea e que somente as espécies com alta tolerância às variações sazonais ocorriam nestes locais.

Muitos contaminantes também podem chegar à costa por deposição atmosférica, e os adensamentos urbanos exercem uma pressão contínua nestas áreas. Embora atualmente interrompidas, atividades de garimpo e cultivo de cana-de-açúcar foram responsáveis por elevar as concentrações de mercúrio na plataforma continental da Bacia de Campos em décadas passadas para além dos níveis de base da região (Lacerda *et al.*, 1993 e 2004). No caso do período chuvoso, ainda existe o aumento da drenagem continental e o transporte de uma série de resíduos químicos da indústria, da agricultura e de efluentes urbanos intensificados.

Segundo Vital *et al.* (2005) no Brasil a maior parte da exploração de petróleo ocorre em ambiente marinho profundo, porém os impactos dessa atividade também podem atingir as áreas costeiras e a plataforma, principalmente as relacionadas a engenharia de infraestrutura e transporte.

No verão também ocorre uma intensificação da atividade turística e da pesca, todos potenciais geradores de perturbação junto à costa. Segundo Wahrlich (comunicação pessoal) em Quissamã, Campos, São João da Barra e São Francisco de Itabapoana há um predomínio da pesca de camarão com arrasto de portas, e esta atividade se realiza em regiões mais rasas, até 30 m, que é o limite das maiores concentrações do camarão sete-barbas e do barba-ruça. Além disso, os barcos também não têm tecnologia para arrastar em profundidades maiores. Sabe-se que este tipo de pesca impacta o fundo afetando as comunidades bentônicas. Aliado a esses fatos, a zona costeira é enriquecida também por nutrientes da ressurgência de Cabo Frio e áreas adjacentes. Alve & Murray (1995) verificaram alterações na fauna de Skagerrat (Mar do Norte) e atribuíram estas mudanças a possíveis alterações na hidrodinâmica local, ou enriquecimento por nutrientes orgânicos derivados de efluentes domésticos e fertilizantes, além da perturbação por pesca de arrasto.

Em suas considerações finais Warwick (1986) cita não acreditar que o método das curvas ABC possa ser aplicado a espécies do meiobentos, pois segundo ele, não há diferenças de tamanho óbvias entre espécies *k* e *r*-estrategistas meiobentônicas. Cita nematodes oncholaimídeos e copépodes tsebídeos como espécies dominantes em ambientes poluídos e lembra que elas são frequentemente maiores. Entretanto, entre os foraminíferos há espécies reconhecidamente *r* e *k*-estrategistas que correspondam às características citadas por Pianka (1970) e, sendo assim, a aplicação deste método foi realizada com aparente sucesso. Apesar de também serem considerados constituintes do micro e/ou meiobentos, os foraminíferos apresentaram-se

bastante promissores e os resultados aqui obtidos indicam que, tanto estressores naturais como os de origem antropogênica, indistintamente, podem ser detectados através desta metodologia. Entretanto, sem um estudo complementar que qualifique e quantifique a origem teremos apenas o sinal do distúrbio.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos neste estudo nos possibilitaram ter uma visão mais integrada dos processos físico-químicos e biológicos na plataforma da Bacia de Campos.

Levando em conta a região estudada, com base em foraminíferos bentônicos podemos reconhecer na plataforma continental da Bacia de Campos os seguintes compartimentos: (i) plataforma interna (25 a 50 m); (ii) áreas de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico permanentes (proximidades de Cabo Frio) e temporárias (plataforma média na altura do Cabo de São Tomé e, na quebra da plataforma, ao norte) e (iii) plataforma média/externa (75 a 150 m).

Na porção central e sul a plataforma média/externa pode ser dividida em plataforma média (75 m a 100 m) e plataforma externa, entre 100 m e 150 m. Ao norte esta divisão é menos evidente.

A plataforma interna é bem oxigenada, tem forte hidrodinamismo e predominam areias siliciclásticas com matéria orgânica lábil que é rapidamente consumida; dominam foraminíferos herbívoros epifaunais. A plataforma média/externa é predominantemente oligotrófica e também tem forte hidrodinamismo, embora existam áreas com carbono orgânico total acumulado; dominam foraminíferos epifaunais e infaunais associados a areias, lamas e cascalho com alto teor de carbonato. Nas áreas próximas a Cabo Frio, Cabo de São Tomé e ao norte ocorrem zonas enriquecidas por nutrientes, dominam foraminíferos infaunais, temporariamente epifaunais associados a lamas e areias com alto teor de carbono orgânico e concentrações mais elevadas de feofitina-a; há muitas espécies indicadoras de ressurgência.

O padrão de distribuição das associações de foraminíferos bentônicos recentes na plataforma continental da Bacia de Campos é determinado pela batimetria, características do sedimento e pela oferta de matéria orgânica em suas várias formas.

O aumento populacional dos foraminíferos bentônicos da área de estudo é fortemente influenciado pela oferta sazonal de fitobentos e fitoplâncton.

A composição das associações de foraminíferos permite detectar áreas sob influência de fenômenos de enriquecimento orgânico sobre a plataforma. *Epistominella*

exigua se mostrou um excelente indicador de áreas com aporte sazonal de fitodetrito na plataforma continental. Assim como esta espécie, *Adercotryma glomeratum*, *Bullimina marginata*, *Pappina compressa*, *Angulogerina angulosa* s.l., *Nonionella stella*, *Nonionella opima*, *Hopkinsina pacifica*, *Bolivina fragilis*, *Bolivinellina translucens*, *Fursenkoina pontoni* e *Stainforthia complanata* também podem ser consideradas indicadoras de áreas de ressurgência e/ou enriquecimento orgânico na área estudada.

A região estudada apresenta um grande número de foraminíferos incrustantes, tanto adultos grandes e pequenos, como juvenis de espécies maiores que se encontram aderidos aos grãos de sedimento. A triagem rigorosa e inclusão destes indivíduos permitiu uma melhor caracterização das associações de foraminíferos, e possibilitou uma avaliação mais realista da densidade e da biomassa desses organismos. Indivíduos pequenos têm um papel importante na caracterização ecológica de áreas oligotróficas onde o carbono orgânico é escasso e rapidamente consumido, transportado ou oxidado.

O consumo direto dos acúmulos de fitodetrito por foraminíferos transfere energia produzida na zona epipelágica diretamente para o ambiente bentônico. Assim, através da acoplagem bento-pelágica, foraminíferos que são comumente consumidos por metazoários podem transferir esta energia para níveis tróficos mais altos. Estudos com isótopos estáveis poderão confirmar estes resultados.

A aplicação da metodologia das curvas ABC em estudos com foraminíferos se mostra uma alternativa interessante para avaliar a condição dos ambientes e acompanhar áreas específicas ao longo do tempo e pode auxiliar nos trabalhos de monitoramento ambiental no âmbito da plataforma continental da Bacia de Campos.

Ainda temos poucas informações sobre a resposta de algumas espécies a estressores naturais e antropogênicos, mas esta categoria de estudo permitirá avançar bastante num futuro próximo, e certamente os dados gerados possibilitarão a construção de um plano de monitoramento mais efetivo, fornecendo subsídios para todas as partes que estão preocupadas em utilizar recursos racionalmente, preservando a integridade do ambiente.

Agradecimentos

Agradecemos ao Dr. Alberto Figueiredo Jr e equipe por ceder o mapa sedimentológico e pelas discussões sobre a sedimentologia e geomorfologia regional, ao Dr. Rodolfo Paranhos e equipe por disponibilizar os dados de pigmentos e bactérias, ao Dr. Carlos Eduardo Rezende por disponibilizar os dados de granulometria, carbono orgânico total e carbonatos, ao Dr. Sérgio Rosso pelas discussões em relação ao tratamento estatístico e várias sugestões, ao oceanógrafo Leandro Rodrigues de Freitas (CENPES/Petrobras) pelos dados de clorofila epipelagial extraídos das imagens satélite, ao Alexandre Politano pela gentileza em nos atender nas demandas por dados para gerar as imagens, à gerência e equipe de Bioestratigrafia e Paleoecologia do Cenpes/PDEXP/BPA e à equipe do projeto Habitats pelo apoio. À PETROBRAS por viabilizar as coletas e disponibilizar dados. A Ana Paula Chaverini por auxiliar nas triagens e tabulação de dados, a Eduardo S. Suzuki pelo auxílio na diagramação de algumas figuras, a Isabel Machado da Veiga que sempre se dispôs a realizar a preparação das amostras com bom humor e dedicação, e ao Centro de Estudos do Mar, na pessoa de sua diretora Dra. Eunice da Costa Machado, pelo apoio institucional em todas as etapas. Aos vários colegas de áreas tão distintas que dispuseram de seu tempo para discutir e pensar em conjunto, também estendemos nossos sinceros agradecimentos.

BIBLIOGRAFIA

- Altenbach, A.V., Struck, U., 2001. On the coherence of organic carbon flux and benthic foraminiferal biomass. *J. Foramin. Res.* 31 (2), 79–85.
- Alve, E., 1991a. Foraminifera, climatic changes, and pollution, a study of late Holocene sediments in Drammensfjord, southeast Norway. *The Holocene* 1 (3), 234-261.
- Alve, E., 1991b. Benthic Foraminifera in sediment cores reflecting heavy metal pollution in Sjørfjord, Western Norway. *J. Foramin. Res.* 21 (1), 1-19.
- Alve, E., 1995. Benthic foraminiferal responses to estuarine pollution, a review. *J. Foramin. Res.* 25 (3), 190-203.
- Alve, E., Murray, J.W., 1995. Benthic foraminiferal distribution and abundance changes in Skagerrak surface sediments: 1937 (Höglund) and 1992/1993 data compared. *Marine Micropaleontology* 25 (4), 269-288.

-
- Andrade, E.J., Kikuchi, R.K.P., Accioly, M.C., 1997a. Distribuição de foraminíferos na transição carbonatos-siliciclastos na Praia do Forte, estado da Bahia, Brasil. VII COLACMAR – Congresso Latino-americano sobre Ciências do Mar, Santos SP, IO-USP/ALICMAR/FIESP, resumos expandidos, 31-32.
- Andrade, E.J., Kikuchi, R.K.P., Machado, A.J., Leão, Z.M.N., 1997b. Correlação entre fácies sedimentares e distribuição de foraminíferos recentes na transição carbonatos-siliciclastos do litoral norte do estado da Bahia. In: VI Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário e Reunião sobre o Quaternário da América do Sul, Curitiba-PR, resumos expandidos, 297-304.
- Araújo, T.M.F., Machado, A.J., 2005. Levantamento e frequência de Foraminíferos encontrados na plataforma continental e no talude superior do norte da Bahia. In: X Congresso da ABEQUA – Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2005, SESC Guarapari (ES), 9-16.
- Araújo, H.A.B., Machado, A.J., 2008. Benthic foraminifera associated with the South Bahia coral reefs, Brazil. *J. Foramin. Res.* 38 (1), 23-38.
- Armynot du Châtelet, E., Debenay, J.-P., Soulard, R., 2004. Foraminiferal proxies for pollution monitoring in moderately polluted harbors. *Environ. Pollut.* 127, 27–40.
- Bandy, O.L., Ingle, J.C., Resig, J.M., 1965. Foraminiferal trends, Hyperion outfall, California. *Limnol. Oceanog.* 10, 314-332.
- Barbosa, V.P., 2002. Sistemática, bioestratigrafia e paleoceanografia de foraminíferos do Quaternário do talude continental das bacias de Campos e Santos. Tese de Doutorado, Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza Inst. Geociências, Dep. Geologia, UFRJ, Brasil, 455 p. Inédito
- Barbosa, V.P., 2010. Foraminíferos bentônicos como indicadores bioestratigráficos no quaternário superior da Bacia de Campos. *Rev. Bras. Palaontol.* 13, 129-142.
- Boltovskoy, E. 1959. Foraminiferos recientes del sur de Brasil y sus relaciones con los de Argentina e India del Oeste. Buenos Aires, Arg. Ser. Hidr. Nav., H 1005, 144 p.
- Boltovskoy, E., 1962. Foraminiferos de la plataforma continental entre el Cabo de Santo Tomé y la desembocadura del Rio de la Plata. *Rev. Mus.Argent. Cienc. Nat. Bernardino Rivadavia Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat., Revista Zoología* 6, 249-345.
-

-
- Boltovskoy, E., 1970. Distribution of marine littoral Foraminifera in Argentina, Uruguay and Southern Brazil. *Mar. Biol.* 6 (4), 335-344.
- Boltovskoy, E., Giussani, G., Watanabe, S., Wright, R., 1980. Atlas of Benthic Shelf Foraminifera of the Southwest Atlantic. The Hague, Netherlands, 147 p.
- Boltovskoy, E., Lena, H., 1966. Foraminíferos recientes de la zona litoral de Pernambuco (Brasil) *Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat. Bernardino Rivadavia Inst. Nac. Investig. Cienc. Nat., Hidrobiol.* 1, 269-367.
- Boltovskoy, E., Totah, V. 1985. Diversity, similarity and dominance in benthic foraminiferal fauna along one transect of the Argentine shelf. *Revue de Micropaleontologie*, 28: 23–31.
- Bonetti, C., 2000. Foraminíferos como bioindicadores do gradiente de estresse ecológico em ambientes costeiros poluídos. Estudo aplicado ao Sistema Estuarino de Santos – São Vicente (SP, Brasil). Tese de Doutorado (Oceanografia Biológica), São Paulo, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo/ Université d'Angers. São Paulo/Angers. Inédito, 229 p.
- Brandini, F.P., 2006. Hidrologia e produção biológica na Região Sudeste-Sul do Brasil no contexto do Programa Revizee. In: Rossi-Wongtschowski, C.L.D.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. 459-466.
- Brönnimann, P., 1978. Recent benthonic Foraminifera from Brazil. Morphology and ecology. Part III. Notes on *Asterotrochammina* BERMUDEZ and SEIGLIE. *Note du Laboratoire de Paleontologie de l'universite de Geneve* 1, 1-8.
- Brönnimann, P., 1979a. Recent benthonic foraminifera from Brazil. Morphology and ecology. Part IV. Trochamminids from the Campos shelf with a description of *Paratrochammina* n. gen. *Palaeontol. Z.* 53 (1-2), 5-25.
- Brönnimann, P., 1979b. Recent benthonic foraminifera from Brazil. Morphology and ecology - Part V, Primitive agglutinated foraminifera from the Campos and Bahia shelf. *Palaeontol. Z.* 54 (1-2), 67-89.
-

-
- Brönnimann, P., Beurlen, G., 1977a. Recent benthonic Foraminifera from Brazil. Morphology and ecology, part 2, 3. *Cribrostomoides* CUSHMAN and *Haplophragmoides* CUSHMAN from the Campos Shelf. Archives Sci. Genève 30 (2), 243-257.
- Brönnimann, P., Beurlen, G., 1977b. Recent benthonic foraminifera from Brazil. Morphology and ecology . Part 1, 2. *Spiroplectamminoides camposi* Bronnimann and Beurlen, n. gen., n. sp., from the Campos Shelf. Archives Sci. Genève 30 (1), 85-90.
- Brönnimann, P., Beurlen, G., 1977c. Recent benthonic foraminifera from Brazil. Morphology and ecology. Part I, 1. Polystomammininae, new subfamily of the Trochamminidae, and description of *Polystomammina planulata* (Mikhalevithch), 1971, from the Campos Shelf. Archives Sci. Genève 30 (1), 77-85.
- Brönnimann, P., Beurlen, G., 1977d. Recent benthonic Foraminifera from Brazil. Morphology and ecology, Part 2, 4. *Trochammina brasiliensis* Brönnimann and Beurlen, n. sp., from the Campos Shelf. Archives Sci. Genève 30 (2), 257-262.
- Burone, L., Venturini, N., Sprechmann, P., Valente, P., Muniz, P., 2006. Foraminiferal responses to polluted sediments in the Montevideo coastal zone, Uruguay. Mar. Pollut. Bull. 52 (1), 61-73.
- Buzas, M.A., Hayek, L.-A.C., Hayward, B.H., Grenfell, H.R., Sabaab, A.T., 2007. Biodiversity and community structure of deep-sea foraminifera around New Zealand. Deep-Sea Res. I 54, 1641-1654.
- Carnahan, E.A., 2005. Foraminiferal assemblages as bioindicators of potentially toxic elements in Biscayne Bay, Florida. MSc. Thesis, College of Marine Science, University of South Florida. Florida. 97p. + apêndices.
- Carreira *et al.*, 2013 (volume 6, desta série)
- Carvalho, M.G.P., 1980. Análise de Foraminíferos dos Testemunhos da Plataforma Continental Sul do Brasil. An. Acad. Bras. Cienc. 52 (2), 379-402.
- Carvalho, W.F., Gonzalez-Rodriguez, E., 2004. Development of primary and bacterial productivity in upwelling waters of Arraial do Cabo region, RJ (Brazil). Braz. J. Oceanogr. 52 (1), 35-45.
-

-
- Castro, B.M., Lorenzetti, J.A., Silveira, I.C.A., Miranda, L.B., 2006. Estrutura termohalina e circulação na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS), in: Rossi-Wongtschowski, C.L.D.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. 11-120.
- Cearreta, A., Irabien, M.J., Leorri, E., Yusta, I., Croudace, I.W., Cundy, A.B., 2000. Recent anthropogenic impacts on the Bilbao Estuary, Northern Spain: Geochemical and microfaunal evidence. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 50 (4), 571–592.
- Closs, D., 1963. Foraminíferos e Tecamebas na Lagoa dos Patos (R.G.S.). *Esc. Geol. Porto Alegre, Bol.* 11, 1-130.
- Closs, D., Barberena, M.C., 1962. Foraminíferos Recentes das Praias do Litoral Sul-Brasileiro, 1. Arroio Chui (RS) - Araranguá (SC). *Boletim do Instituto de Ciências Naturais, Porto Alegre*, 16, 7-55.
- Closs, D., Madeira, M., 1966. Foraminifera from the Paranaguá Bay, State of Paraná, Brazil. *Bol. Univ. Fed. Paraná, Zool.* 2 (10), 139-152.
- Closs, D., Madeira, M., 1967. Foraminíferos e tecamebas aglutinantes da Lagoa de Tramandaí, no Rio Grande do Sul. *Iheringia Ser. Zool.* 35, 7-31.
- Debenay, J. P., 2013. A guide to 1,000 Foraminifera from Southwestern Pacific: New Caledonia. IRD Éditions. Publications Scientifiques du Muséum. CP41, 383 p.
- Dias-Brito, D., Zaninetti, L., 1979. Etude géobotanique comparative de trois mangroves du litoral brésilien, Acupe (Bahia), Guaratiba (Rio de Janeiro) et Iguape (São Paulo). *Note du Laboratoire de Paléontologie de l'Université de Genève* 4 (6), 57-65.
- Donnici, S., Barbero, R.S., 2002. The benthic foraminiferal communities of the northern Adriatic continental shelf. *Marine Micropaleontology* 44 (3-4), 93-123.
- Dufrêne, M., Legendre, P., 1997. Species Assemblages and Indicator Species, The Need for a Flexible Asymmetrical Approach. *Ecol. Monogr.* 67 (3), 345-366.
- Duleba, W., 2004., Foraminíferos e tecamebas como bioindicadores da circulação hidrodinâmica do estuário do Rio Verde e do Lago Itacolomi, in: Marques, O.A.V., Duleba, W. (Eds.), *Estação Ecológica Juréia-Itatins – Ambiente físico, flora e fauna*. Holos Editora, Ribeirão Preto, pp. 86-102.
-

-
- Duleba, W., Coimbra, J.C.S., Petri, S., Barbosa, C.F., 2005. Foraminíferos, tecamebas e ostracodes recentes utilizados como bioindicadores em estudos ambientais brasileiros, in: Souza, C.R.G., Suguio, K., Oliveira, A.M.S., de Oliveira, P. E. (Eds.), Quaternário do Brasil. Holos Editora, Ribeirão Preto, pp.176-210.
- Duleba, W., Debenay, J-P., 2003. Hydrodynamic circulation in the estuaries of Estação Ecológica Juréia-Itatins, Brazil, inferred from foraminifera and thecamoebian assemblages. *J. Foramin. Res.* 33 (1), 62-93.
- Duleba, W. Debenay, J.-P., Sousa, S.H.M., 2004. Caracterização ambiental dos estuários e dos rios Guaraú e Una, a partir de análises sedimentológicas e das associações de foraminíferos e tecamebas, in: Marques, O.A.V., Duleba, W. (Eds.), Estação Ecológica Juréia-Itatins – Ambiente físico, flora e fauna. Holos Editora, Ribeirão Preto, pp. 68-85.
- Eichler, B.B., Debenay, J.-P., Bonetti, C., Duleba, W., 1995. Répartition des foraminifères benthiques dans la zone sud-ouest du système estuarien-lagunaire d'Iguape-Cananéia (Brésil). *Bol. Inst. Oceanogr.* 43 (1), 1-17.
- Eichler, P.P.B., Sen Gupta, B.K., Eichler, B.B., Braga, E.S., Campos, E.J., 2008. Benthic foraminiferal assemblages of the South Brazil, Relationship to water masses and nutrient distributions. *Cont. Shelf. Res.* 28 (13), 1674-1686.
- Ernest, S., van der Zwaan, B. 2004. Effects of experimentally induced raised levels of organic flux and oxygen depletion on a continental slope benthic foraminiferal community. *Deep-Sea Res. I* 51, 1709-1739.
- Esteves et al., 2013 (capítulo 6, neste volume)
- Figueiredo Jr et al, 2013 (volume 2, desta série)
- Fontanier, C., Jorissen, F.J., Chaillou, G., David, C., Anschutz, P., Lafon, V., 2003. Seasonal and interannual variability of benthic foraminiferal faunas at 550 m depth in the Bay of Biscay. *Deep-Sea Res. I* 50, 457-494.
- Frezza, V. , Carboni, M.G., 2009. Distribution of recent foraminiferal assemblages near the Ombrone River mouth (Northern Tyrrhenian Sea, Italy). *Revue de Micropaléontologie* 52,43-66.
- Frontalini, F., Coccioni, R., 2008. Benthic foraminifera for heavy metal pollution monitoring, A case study from the central Adriatic Sea coast of Italy. *Estuar. Coast. Shelf S.* 76 (2), 404-417.
-

-
- 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.D.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.
- Gerlach, S.A., Hahn A.E., Schrage, M., 1985. Size spectra of benthic biomass and metabolism. Marine Ecology Progress Series, 26, 161-173.
- Geslin, E., Debenay, J-P., Duleba, W., Bonetti, C., 2002. Morphological abnormalities of foraminiferal tests in Brazilian environments, comparison between polluted and non-polluted areas. Mar. Micropaleontol. 45 (2),151-168.
- Gonzalez et al., 2013 (volume 5, desta série)
- Gonzalez-Rodriguez, E., Valentin, J.L., André, D.L. , Jacob, S.A., 1992. Upwelling and down welling at Cabo Frio (Brazil), comparison of biomass and primary production responses. J. Plankton Res. 14 (2), 289-306.
- Gooday, A.J., 1988. A response by benthic foraminifera to the deposition of phytodetritus in the deep-sea, Nature 332, 70-73.
- Gooday, A.J., 2002. Biological responses to seasonally varying fluxes of organic matter to the ocean floor, a review. J. Oceanogr. 58 (2), 305-332.
- Gooday, A.J., Lamshead, P.J.D., 1989. Influence of seasonally deposited phytodetritus on benthic foraminiferal populations in the bathyal northeast Atlantic – The species response. Marine Ecology-Progress Series 58 (1-2), 53-67.
- Graf, G., 1992. Benthic-pelagic coupling, a benthic review. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 30 (30),149-190.
- Guenther, M., Gonzalez-Rodriguez, E., Carvalho, W.F., Rezende, C.E., Mugarbe, G., Valentin, J.L., 2008. Plankton trophic structure and particulate organic carbon production during a coastal downwelling-upwelling cycle. Mar. Ecol. Prog. Ser. 363,109-119.
- Gustafsson, M., Nordber, K., 2000. Living (stained) benthic Foraminifera and their response to the seasonal hydrographic cycle, periodic hypoxia and to primary production in Havstens Fjord on the Swedish West coast. Estuar. Coast. Shelf S. 51 (6), 743-761.
-

-
- Hallock, P., Lidz, B.H., Cockey-Burkhard, E.M., Donnelly, K.B., 2003. Foraminifera as bioindicators in coral reef assessment and monitoring, The FORAM Index. *Environ. Monit. Assess.* 81, 221-238.
- Hayward, B.W., Grenfell, H.R., Nicholson, K., Parker, R., Wilmhurst, J., Horrocks, M., Swales, A., Sabaa, A.T., 2004. Foraminiferal record of human impact on intertidal estuarine environments in New Zealand's largest city. *Mar. Micropaleontol.* 53 (1-2), 37-66.
- Hayward, B.W., Grenfell, H.R., Sabaa, A.T., Neil, H.N., Buzas, M.A., 2010. Recent New Zealand deep-water benthic foraminifera, taxonomy, ecologic distribution, biogeography, and use in paleoenvironmental assessment. *Science Monographs (New Zealand Geological Survey) Paleontological Bulletin* 77, 26, 363 p.
- Heinz, P., Hemleben, C., Kitazato, H., 2002. Time-response of cultured deep-sea benthic foraminifera to different algal diets. *Deep-Sea Research I* 49 (3), 517-537.
- Heinz, P., Kitazato, H., Schmiedl, G., Hemleben, C., 2001. Response of deep-sea benthic foraminifera from the Mediterranean Sea to simulated phytoplankton pulses under laboratory conditions. *J. Foramin. Res.* 31 (3), 210–227.
- Knoppers, B., Ekau, W., Figueiredo Jr, A.G. 1999. The coast and shelf of east and northeast Brazil and material transport. *Geo-Mar. Lett.* 19, 171-178.
- Koho, K.A., Langezaal, A.M., Van Lith, Y.A., Duijnste, I.A.P., Van Der Zwaan, G.J., 2008. The influence of a simulated diatom bloom on deep-sea benthic foraminifera and the activity of bacteria, A mesocosm study. *Deep-Sea Res. I*, 55 (5), 696–719.
- Lacerda, L.D., Carvalho, C.E.V., Rezende, C.E., Pfeiffer, W.C., 1993. Mercury in sediments from the Paraíba do Sul River Continental Shelf, S.E. Brazil. *Mar. Pollut. Bull.*, 26(4):220-222.
- Lacerda, L.D., Rezende, C.E., Ovalle, A.R.C, Carvalho, C.E.V., 2004. Mercury distribution in Continental Shelf sediments from two offshore Oil fields in Southeastern Brazil. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 72:178-185.
- Leipnitz, I.I., Leipnitz, B., Rossi, A.R., 1999. A new proposal on biogeographic division based on foraminifera from the north and the northeastern regions of the Brazilian continental platform. *An. Acad. Bras. Cienc.* 71 (4), 923-933.
-

-
- Le Loc'h, F., Hily, C., Grall, J., 2008. Benthic community and food web structure on the continental Shelf of the Bay of Biscay (North Eastern Atlantic) revealed by stable isotopes analysis. *J. Marine Syst.* 72, 17-34.
- Levy, A., Mathieu, R., Poignant, A., Rosset-Moulinier, M., Ambroise, D., 1995. Benthic foraminifera from the Fernando de Noronha archipelago (northern Brazil). *Mar. Micropaleontol.* 26 (1-4), 89-97.
- Licari, L., Mackensen, A., 2005. Benthic foraminifera off West Africa (18N to 328S), Do live assemblages from the topmost sediment reliably record environmental variability? *Mar. Micropaleontol.* 55 (3-4), 205- 233.
- Licari, L.N., Schumacher, S., Wenzhöfer, F., Zabel, M., Mackensen, A., 2003. Communities and microhabitats of living benthic foraminifera from the tropical East Atlantic, impact of different productivity regimes. *J. Foramin. Res.*, 33 (1), 10-31.
- Machado, A.J., Andrade, E.J., Araújo, H.A.B., 2006. Fauna de foraminíferos do litoral norte do estado da Bahia. *Revista de Geologia* 19 (2), 147-154.
- Machado, A.J., Moraes, S.S., 2002. A note on the occurrence of the encrusting Foraminifera *Homotrema rubrum* in reef sediments from two distinctive hydrodynamic settings. *An. Acad. Bras. Cienc.* 74 (4), 727-735.
- Machado, A.J., Souza, F.B.C., 1994. Principais espécies de foraminíferos e Briozoários do Atol das Rocas. *Revista Brasileira de Geociências* 24 (4), 247–261.
- Machado, C.P., 2008. (Paleo)Zoogeografia dos ostracodes holocênicos das regiões leste e nordeste da plataforma continental brasileira. Porto Alegre. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 260 p. fig. e anexos. Inédito
- Madeira-Falcetta, M., 1974. Ecological distribution of the thecamoebal and foraminiferal associations in mixohaline environments of Southern Brazilian Littoral. *An. Acad. Bras. Cienc.* 46 (3/4), 667-687.
- Madeira-Falcetta, M., 1977. Contribuição ao estudo dos foraminíferos bentônicos da Plataforma Continental Brasileira (distribuição geográfica e análise batimétrica). *Pesquisas*, Porto Alegre, 8, 133-150.
- Magurran, A.E., 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell, Oxford. 256 p.
-

-
- Mojtahid, M., Jorissen, F., Durrieu, J., Galgani, F., Howa, H., Redois, F., Camps, R., 2006. Benthic foraminifera as bio-indicators of drill cutting disposal in tropical east Atlantic outer shelf environments. *Mar. Micropaleontol.* 61 (1-3), 58-75.
- Mojtahid, M., Jorissen, F., Lansard, B., Fontanier, C., Bombled, B., Rabouille, C., 2009. Spatial distribution of live benthic foraminifera in the Rhône prodelta: faunal response to a continental-marine organic matter gradient. *Marine Micropaleontology* 70 (3-4), 177-200.
- Moodley, L., Middelburg, J.J., Boschker, H.T.S., Duineveld, G.C.A., Pel, R., Herman, P.M.J., Heip, C.H.R., 2002. Bacteria and foraminifera, key players in a short-term deep-sea benthic response to phytodetritus. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 236, 23-29.
- Moser, G.A.O., Giancesella-Galvão, S.M.F., 1997. Biological and oceanographic upwelling indicators at Cabo Frio (RJ). *Rev. Bras. Oceanogr.* 45 (1/2), 11-23.
- Murray, J.W., 1968. Living foraminifers of lagoons and estuaries: *Micropaleontology.* 14, 435–455.
- Murray, J.W., 1969. Recent foraminifers from the Atlantic continental shelf of the United States: *Micropaleontology.* 15, 401–419.
- Murray, J.W., 1970. The Foraminiferida of the hypersaline Abu Dhabi lagoon, Persian Gulf: *Lethaia.* 3, 51–68.
- Murray, J.W., 1973. *Distribution and ecology of living benthic foraminiferids.* Heinemann Educational Books Ltda., London, 274 p.
- Nagai, R.H., Sousa, S.H.M., Burone, L., Mahiques, M.M., 2009. Paleoproductivity changes during the Holocene in the inner shelf of Cabo Frio, southeastern Brazilian continental margin, Benthic foraminifera and sedimentological proxies. *Quatern. Int.* 206, 62-71.
- Nagy, J., Alve, E., 1987. Temporal changes in foraminiferal faunas and impact of pollution in Sandebukta, Oslo Fjord. *Mar. Micropaleontol.* 12, 109-128.
- Nichols, M.M., 1974. Foraminifera in estuarine classification, in: Odum, H.T., Copeland, B.J., McMahan, E.A. (Eds.), *Coastal Ecological Systems of the United States - A source book for estuarine planning.* v. I, cap. II, The Conservation Foundation in Cooperation with NOAA, pp.85-103.
-

-
- Nomaki, H., Ogawa, N.O., Ohkouchi, N., Suga, H., Toyofuku, T., Shimanaga, M., Nakatsuka, T., Kitazato, H., 2008. Benthic foraminifera as trophic links between phytodetritus and benthic metazoans: carbon and nitrogen isotopic evidence. *Marine Ecology-Progress Series* 357, 153-164.
- Nomaki, H., Yamaoka, A., Shirayama, Y., Kitazato, H., 2007. Deep-sea benthic foraminiferal respiration rates measured under laboratory conditions. *J. Foramin. Res.* 37 (4), 281-286.
- Ohkushi, K., Natori, H., 2001. Living benthic foraminifera of the Hess Rise and Suiko Seamount, central North Pacific. *Deep-Sea Research I* 48 (5), 1309-1324.
- Oliveira-Silva, P., Barbosa, C.F., Soares-Gomes, A., 2005. Distribution of macrobenthic Foraminifera on Brazilian continental margin between 18°S – 23°S. *Revista Brasileira de Geociências* 35 (2), 209-216.
- Pascual, A., Rodriguez-Lazaro, J., Martín-Rubio, M., Jouanneau, J.-M., Weber, O., 2008. A survey of the benthic microfauna (foraminifera, Ostracoda) on the Basque shelf, southern Bay of Biscay. *J. Marine Syst.* 72, 35–63.
- Phleger, F.B., 1960. Ecology and distribution of recent Foraminifera, segunda ed. 1965. John Hopkins Press, Baltimore. 297 p.
- Pianka, E.R., 1970. On *r*- and *k*-selection. *Am. Nat.* 104, 592-597.
- Renema, W., Troelstra, S.R., 2001. Larger foraminifera distribution on a mesotrophic carbonate shelf in SW Sulawesi (Indonesia). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol., Palaeoecology* 175 (1-4), 125-146.
- Ribas, L.B., 1971. Nota preliminar sobre a composição qualitativa da fauna de foraminíferos da plataforma e de bancos submarinos ao largo da costa leste brasileira. *An. Acad. Bras. Cienc.* 43, 629-642.
- Rijk, S. De, Jorissen, F.J., Rohling, E.J., Troelstra, S.R., 2000. Organic flux control on bathymetric zonation of Mediterranean benthic foraminifera. *Marine Micropaleontology* 40 (3), 151-166.
- Rodrigues, M.A., 1968. Foraminíferos recentes da Barra de Itabapoana, Estado do Rio de Janeiro. *An. Acad. Bras. Cienc.* 40 (4), 555-569.
- Schmiedl, G., Mackensen, A., Müller, P.J., 1997. Recent benthic foraminifera from the eastern South Atlantic Ocean, dependence on food supply and water masses. *Mar. Micropaleontol.* 32 (3-4), 249-287.
-

-
- Seiglie, G.A., 1968. Foraminiferal assemblages as indicators of high organic content in sediments and of polluted waters. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 52 (11), 2231-2241.
- Silveira, I.C.A., Schmidt, A.C.K., Campos, E.J.D., Godoi, S.S., Ikeda, Y., 2000. A Corrente do Brasil ao largo da costa Leste brasileira. *Rev. Bras. Oceanogr.* 48 (2), 171-183.
- Sousa, S.H.M., Passos, R. F., Fukumoto, M., Silveira, I.C.A., Figueira, R.C.L., Koutsoukos, E.A.M., Mahiques, M. M., Rezende, C.E., 2006. Mid-lower bathyal benthic foraminifera of the Campos Basin, Southeastern Brazilian margin, Biotopes and controlling ecological factors. *Mar. Micropaleontol.* 61 (1-3), 40-57.
- Spalding, M.D., Fox, H.E., Allen, G.R., Davidson, N., Ferdaña, Z.A., Finlayson, M., Halpern, B.S., Jorge, M.A., Lombana, A., Lourie, S.A., Martin, K.D., McManus, E., Molnar, J., Recchia, C.A., Robertson, J., 2007. Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. *BioScience* 57 (7), 573-583. www.biosciencemag.org
- Suguió, K., Vieira, E.M., Barcelos, J.H., 1975. Ecological interpretation of the Foraminifera from the Santos Estuary zone, State of São Paulo, Brazil. *An. Acad. Bras. Cienc.* 47, 277-286.
- Suguió, K., Vieira, E.M., Barcelos, J.H., Silva, M.S., 1979. Interpretação ecológica dos foraminíferos de sedimentos modernos da Baía de Sepetiba e adjacências, Rio de Janeiro. *Rev. Brasil. Geoc.*, 9 (4), 233-247.
- Tinoco, I.M., 1955. Foraminíferos recentes de Cabo Frio, Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, DNPM/DGMin. *Boletim* 159,1-43.
- Tinoco, I.M., 1958. Foraminíferos quaternários de Olinda, Estado de Pernambuco. DNPM/DGMin. *Boletim* 14,1-61.
- Tinoco, I.M., 1975. Estabelecimento e desenvolvimento da Província Biogeográfica das Índias Ocidentais. *Arq. Mus. Nac. do Rio de Janeiro* 55, 167-171.
- Tinoco, I.M., Matos, U.O., 1983. Foraminíferos dos sedimentos carbonáticos da plataforma continental do Estado da Paraíba. *Anais da Sociedade Nordestina de Zoologia* 1 (1), 83-94.
-

-
- Uthicke, S., Nobes, K., 2008. Benthic Foraminifera as ecological indicators for water quality on the Great Barrier Reef. *Estuar. Coast. Shelf S.* 78 (4), 763-773.
- Veloso et al., 2013 (capítulo 8, neste volume)
- Vicalvi, M.A., 1997. Zoneamento bioestratigráfico e paleoclimático dos sedimentos do quaternário superior do talude da Bacia de Campos, RJ, Brasil. *Boletim Geociências Petrobras*, 11 (1-2), 132-165.
- Vital, H., Esteves, L.S., Araújo, T.C.M. de, Patchineelam, S.M., 2005. Oceanografia Geológica e Geofísica da Plataforma Continental Brasileira. In: Souza, C.R.G., Suguio, K., Oliveira, A.M.S., de Oliveira, P. E. (Eds.), *Quaternário do Brasil*, ABEQUA. Holos Editora, São Paulo, pp. 153-175.
- Warwick, R.M., 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology*, 92, 557-562.
- Wefer, G. & Lutze, G. F., 1976. Benthic Foraminifera biomass production in the western Baltic: *Kieler Meeresforschungen* 3, 76–81.
- Yanko, V., Arnold, A.J., Parker, W.C., 1999. Effects of marine pollution on benthic foraminifera, in: Sen Gupta, B.K. (Ed.), *Modern Foraminifera*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp. 217-235.
- Yanko, V., Kronfeld, J., Flexe, A., 1994. Response of benthic foraminifera to various pollution sources, implications for pollution monitoring. *J. Foramin. Res.* 24 (1), 1-17.
- Zaninetti, L., Brönnimann, P., Beurlen, G. , Moura, J.A., 1977. La mangrove de Guaratiba et la Baie de Sepetiba, état de Rio de Janeiro, Brésil, foraminifères et écologie. *Archive des Sciences de Genève*, 30 (2), 161-178.
- Zaninetti, L., Brönnimann, P., Dias-Brito, D., Arai, M., Casaletti, P., Koutsoukos, E.A.M., Silveira, S., 1979. Distribution écologique des Foraminifères dans la mangrove d'Acupe, État de Bahia, Brésil Note du Laboratoire de Paléontologie de l'Université de Genève 4 (1), 1-17.
-

Anexo I - Lista das espécies (vivas/coradas) de foraminíferos bentônicos (80% da abundância total) da Bacia de Campos, entre 25 e 150 m de profundidade.

Identificações taxonômicas finalizadas, em janeiro/2011, pelos especialistas listados nas páginas iniciais deste volume.

Adercotryma glomeratum (Brady, 1878)
Alabaminella weddellensis (Earland, 1936)
Ammonia parkinsoniana (d'Orbigny, 1839)
Ammonia tepida (Cushman, 1926)
Ammoscalaria pseudospiralis (Williamson, 1858)
Amphicoryna scalaris (Batsch, 1791)
Amphistegina gibbosa d'Orbigny, 1839
Angulogerina albatrossi Cushman, 1932
Angulogerina angulosa (Williamson, 1858), s.l.
Angulogerina cf. *A. jamaicensis* Cushman & Todd, 1945
Arenoparrella oceanica Uchio, 1960
Astacolus crepidulus (Fichtel & Moll, 1798)
Asterotrochammina aspera Brönnimann & Zaninetti, 1984
Asterotrochammina camposi Brönnimann, 1978
Asterotrochammina triloba Brönnimann & Zaninetti, 1984
Astrononion gallowayi Loeblich & Tappan, 1953
Astrononion umbilicatum Uchio, 1952
Bigenerina textularioidea (Goës, 1894)
Bolivina barbata Phleger & Parker, 1951
Bolivina brevior Cushman, 1925
Bolivina compacta Sidebottom, 1905
Bolivina fragilis Phleger & Parker, 1951
Bolivina lowmani densipunctata Sellier de Civrieux, 1976
Bolivina ordinaria Phleger & Parker, 1952
Bolivina paula Cushman & Cahill, 1932
Bolivina pseudoplicata Heron-Allen & Earland, 1930
Bolivina sp. A
Bolivina sp. C
Bolivina striatula Cushman, 1922, s.l.
Bolivina variabilis (Williamson, 1858)
Bolivina venezuelana Sellier de Civrieux, 1976

Bolivina? subspinescens Cushman, 1922
Bolivinellina pacifica (Cushman & McCulloch, 1942)
Bolivinellina translucens (Phleger & Parker, 1951)
Bulimina inflata Seguenza, 1862
Bulimina marginata d'Orbigny, 1826
Bulimina patagonica d'Orbigny, 1839
Buliminella elegantissima (d'Orbigny, 1839)
Cancris auriculus (Fichtel & Moll, 1798)
Carterina spiculotesta (Carter, 1877)
Cassidulina carinata Silvestri, 1896
Cassidulina curvata Phleger & Parker, 1951
Cassidulina sp. 1
Ceratobulimina arctica Green, 1959
Cibicides refulgens de Montfort, 1808
Cibicides sp. C
Cibicides? sp. 2
Cibicides? sp. 3
Cibicidoides corpulentus (Phleger & Parker, 1952)
Cibicidoides pseudoungerianus (Cushman, 1922)
Cibicidoides sp. A
Cornuspira denticulata Heron-Allen & Earland, 1932
Cornuspira involvens (Reuss, 1850)
Cornuspira planorbis Schultze, 1854
Criboelphidium poeyanum (d'Orbigny, 1839)
Criboelphidium sp. A
Cribrostomoides bradyi Cushman, 1910
Cymbaloporetta atlantica (Cushman, 1934)
Deuterammina minuta Brönnimann & Whittaker, 1988
Deuterammina? sp. 1
Deuterammina? sp. 2
Disconorbis bulbosus (Parker, 1954)
Discorbia globospiralis Sellier de Civrieux, 1977
Discorbinella floridensis (Cushman, 1930)
Discorbinella minuta Buzas, Smith & Beem, 1977
Discorbinella obtusa (d'Orbigny, 1846)
Discorbis peruvianus (d'Orbigny, 1839)

Discorbis sp. 3
Discorbis valvulatus (d'Orbigny, 1839)
Discorbis williamsoni Chapman & Parr, 1932
Discorbitina pustulata (Heron-Allen & Earland, 1913)
Ehrenbergina spinea Cushman, 1935
Elphidium discoidale (d'Orbigny, 1839)
Eoeponidella delicatula Seiglie, 1965
Eoeponidella pulchella (Parker, 1952)
Eoeponidella sp. A
Epistominella arctica Green, 1959
Epistominella exigua (Brady, 1884)
Eponides antillarum (d'Orbigny, 1839)
Eponides pusillus Parr, 1950
Eponides repandus (Fichtel & Moll, 1798), s.l.
Evolvocassidulina bradyi (Norman, 1881)
Fissurina compressa (d'Orbigny, 1839)
Fissurina lucida (Williamson, 1848)
Fissurina semimarginata (Reuss, 1870)
Fissurina sp. H
Fursenkoina pontoni (Cushman, 1932)
Gaudryina subglabrata Cushman & McCulloch, 1939
Glabratella hexacamerata Seiglie & Bermúdez, 1965
Globocassidulina canalisuturata Eade, 1967
Globocassidulina crassa (d'Orbigny, 1839)
Globocassidulina rossensis Kennett, 1967
Globocassidulina subglobosa (Brady, 1881)
Globotrochaminopsis pygmaeus (Höglund, 1947)
Glomospira gordialis (Jones & Parker, 1860)
Glomospira sp. 1
Gyroidina sp. A
Gyroidina umbonata (Silvestri, 1898)
Hanzawaia concentrica (Cushman, 1918)
Haplophragmoides sp. A
Haplophragmoides sp. C
Haplophragmoides sp. E
Hemisphaerammina sp. B

Hopkinsina pacifica Cushman, 1933
Islandiella norcrossi (Cushman, 1933)
Jadammina sp. A
Karrerotextularia gabonica Le Calvez, de Klasz & Brun, 1974
Labrospira crassimargo (Norman, 1892)
Labrospira jeffreysii (Williamson, 1858)
Laevidentalina ittai (Loeblich & Tappan, 1953)
Lagena sp. 1
Lagena striata basisenta Cushman & Stainforth, 1945
Lagena striata striata (d'Orbigny, 1839)
Lagena tenuis (Bornemann, 1855)
Lagenammia atlantica (Cushman, 1944)
Lagena radiata arcuata (Boltovskoy, 1961)
Lagena stellata (Sidebottom, 1912)
Lenticulina iota (Cushman, 1923)
Lenticulina limbosa (Reuss, 1863)
Lenticulina lowmani (Andersen, 1961)
Lenticulina orbicularis (d'Orbigny, 1826)
Lenticulina rotulata (Lamarck, 1804)
Lepidodeuterammia ochracea (Williamson, 1858)
Leptohalysis scottii (Chaster, 1892)
Liebusella soldanii (Jones & Parker, 1860)
Loxostomina limbata costulata (Cushman, 1922)
Loxostomina sp. A
Massilina secans (d'Orbigny, 1826)
Melonis affinis (Reuss, 1851)
Miliolinella lutea (d'Orbigny, 1839)
Miliolinella subrotunda (Montagu, 1803), s.l.
Mychostomina revertens (Rhumbler, 1906)
Mychostomina? sp. B
Neoconorbina sp. A
Neoconorbina stachi (Asano, 1951)
Neoconorbina terquemi (Rzehak, 1888)
Nodulina dentaliniformis (Brady, 1881)
Nonion pauperatum (Balkwill & Wright, 1885)
Nonionella astricta McCulloch, 1965

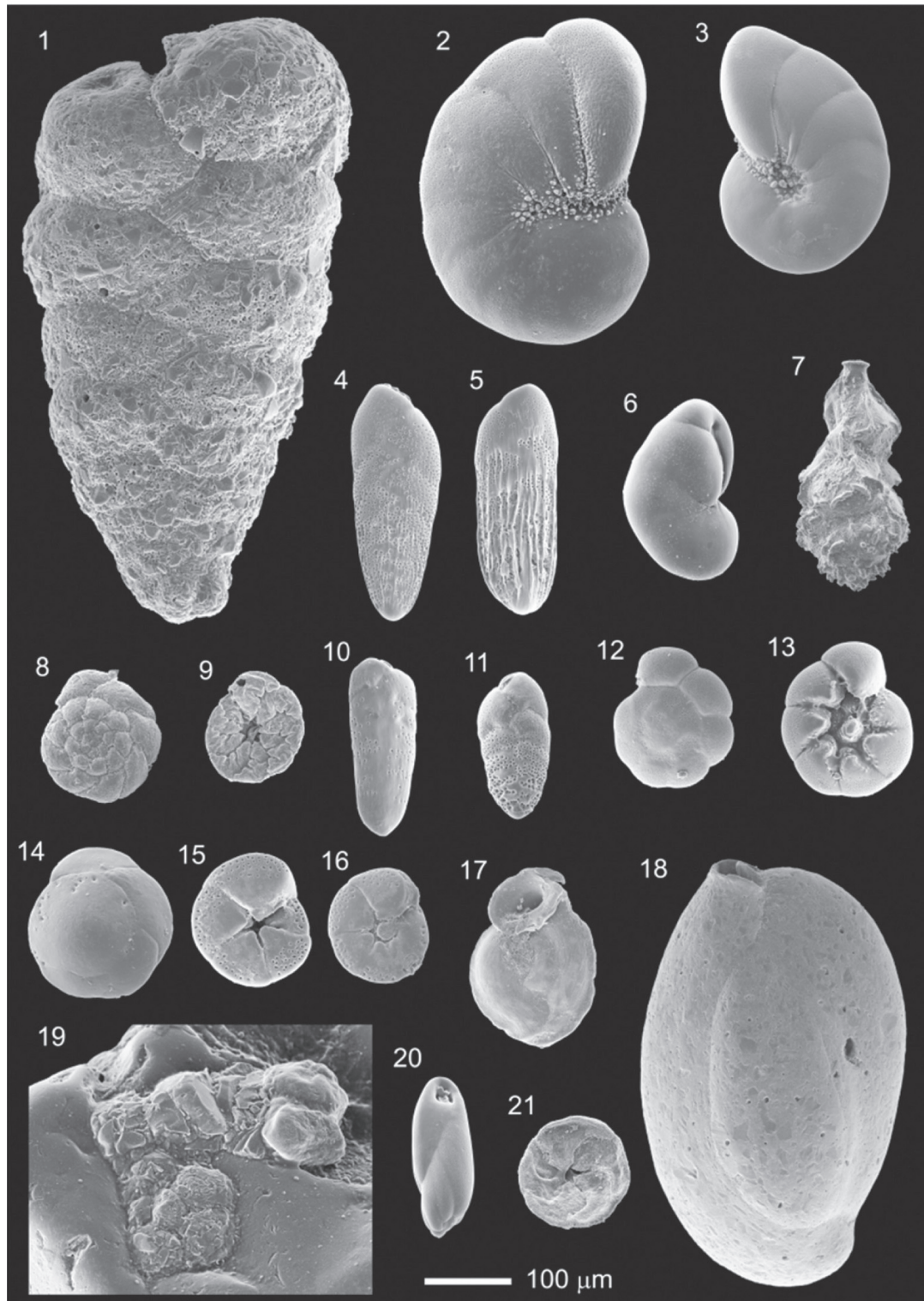
Nonionella atlantica Cushman, 1947
Nonionella auricula Heron-Allen & Earland, 1930
Nonionella auris (d'Orbigny, 1839)
Nonionella opima Cushman, 1947
Nonionella sp. A
Nonionella sp. C
Nonionella stella Cushman & Moyer, 1930
Nonionoides grateloupii (d'Orbigny, 1839)
Orectostomina camposi (Brönnimann & Beurlen, 1977)
Pappina compressa (Cushman, 1925)
Paracassidulina nipponensis (Eade, 1969)
Parafissurina subcarinata Parr, 1950
Pararotalia multigranulata (Brant Ribeiro, 1970)
Paratrochammina brasiliensis (Brönnimann & Beurlen, 1977), s.l.
Paratrochammina cf. *P. madeirae* Brönnimann, 1979
Paratrochammina clossi Brönnimann, 1979
Patellina corrugata Williamson, 1858
Placopsilina bradyi Cushman & McCulloch, 1939
Planorbulina mediterranensis d'Orbigny, 1826
Planulina foveolata (Brady, 1884)
Polymorphina sp. A
Polymorphina williamsoni Terquem, 1878
Polystomammina nitida (Brady, 1881)
Porosonion subgranosus (Egger, 1857)
Procerolagena gracilis (Williamson, 1848)
Prolixoplecta exilis (Cushman, 1936)
Psammosphaera sp. 1
Pseudobolivina? fusiformis (Chaster, 1892)
Pullenia quadriloba Reuss, 1867
Pullenia quinqueloba (Reuss, 1851)
Pyrgo depressa (d'Orbigny, 1826)
Pyrgo nasuta Cushman, 1935
Pyrgo ringens (Lamarck, 1804)
Pyrgo subsphaerica (d'Orbigny, 1839)
Quinqueloculina agglutinans d'Orbigny, 1839
Quinqueloculina angulata (Williamson, 1858)

Quinqueloculina atlantica Boltovskoy, 1957, s.l.
Quinqueloculina bicostata d'Orbigny, 1839, s.l.
Quinqueloculina brodermanni Seiglie, 1965
Quinqueloculina cf. *Q. bosciana* d'Orbigny, 1839
Quinqueloculina compta Cushman, 1947
Quinqueloculina ferussacii d'Orbigny, 1826
Quinqueloculina frigida Parker, 1952
Quinqueloculina laevigata d'Orbigny, 1839, s.l.
Quinqueloculina lamarckiana d'Orbigny, 1839, s.l.
Quinqueloculina microcostata Natland, 1938
Quinqueloculina moynensis Collins, 1953
Quinqueloculina planciana d'Orbigny, 1839
Quinqueloculina polygona d'Orbigny, 1839
Quinqueloculina quinquecarinata Collins, 1958
Quinqueloculina sabulosa Cushman, 1947
Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)
Quinqueloculina sp. H
Quinqueloculina venusta Karrer, 1868
Rectocibicides miocenicus Cushman & Ponton, 1932
Recurvoidella bradyi (Robertson, 1891)
Recurvoides contortus Earland, 1934
Recurvoides sp. A
Reophax arayaensis Bermúdez & Seiglie, 1963
Reophax caribensis Seiglie & Bermúdez, 1969
Reophax fusiformis (Williamson, 1858)
Reophax nanus Rhumbler, 1911
Reophax pauciloculatus Rhumbler, 1931
Reophax scorpiurus de Montfort, 1808
Reophax sp. A
Reussella spinulosa (Reuss, 1850)
Rhumblerella sepetibaensis Brönnimann, 1981
Rosalina floridana (Cushman, 1922)
Rosalina globularis d'Orbigny, 1826
Rotaliammina fidicularis Brönnimann & Zaninetti, 1984
Rotaliammina siphonata (Seiglie, 1965)
Rotaliammina? sp. C

Sagrinella lobata (Brady, 1881)
Seabrookia earlandi Wright, 1891
Sepetibaella sepetibaensis Brönnimann & Dias-Brito, 1982
Siphogenerina roxoi Tinoco, 1958
Siphonina reticulata (Czjzek, 1848)
Siphotextularia affinis (Fornasini, 1883)
Spirillina vivipara Ehrenberg, 1843
Spirotextularia floridana (Cushman, 1922)
Stainforthia complanata (Egger, 1893)
Stetsonia minuta Parker, 1954
Stomatorbina torrei (Cushman & Bermúdez, 1937)
Svratkina acuta (Sidebottom, 1918)
Svratkina tuberculata (Balkwill & Wright, 1885)
Technitella harrisii (Heron-Allen & Earland, 1914)
Technitella hystrix Chapman & Parr, 1937
Tetrataxiella ayalai Seiglie, 1964
Textularia agglutinans d'Orbigny, 1839
Textularia calva Lalicker, 1935
Textularia candeiana d'Orbigny, 1839
Textularia conica d'Orbigny, 1839, s.l.
Textularia cuneiformis d'Orbigny, 1839
Textularia? torquata Parker, 1952
Textulariella barrettii (Parker & Jones, 1876)
Textulina obesa (Parr, 1950)
Tiphotrocha concava Seiglie, 1965
Trifarina bradyi Cushman, 1923
Trifarina pauperata (Heron-Allen & Earland, 1932)
Triloculina oblonga (Montagu, 1803)
Triloculinella circularis (Bornemann, 1855)
Trochammina advena Cushman, 1922
Uvigerina auberiana d'Orbigny, 1839
Uvigerina peregrina Cushman, 1923
Valvulineria minuta Parker, 1954
Vulvulina sp. 1
Webbinella concava (Williamson, 1858)
Wiesnerella auriculata (Egger, 1893)

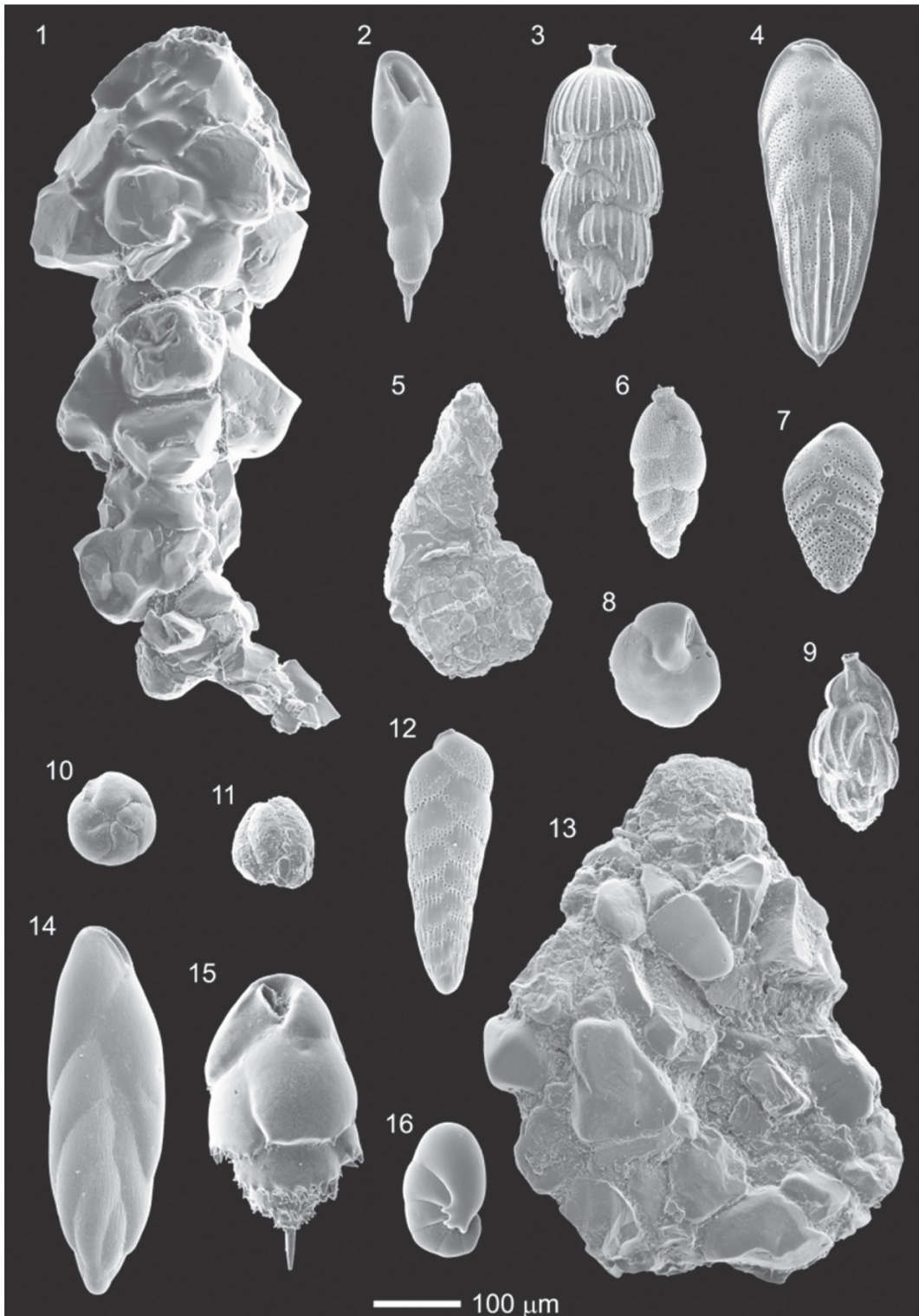
Anexo II - Pranchas

Prancha I GRUPO I - Plataforma Interna



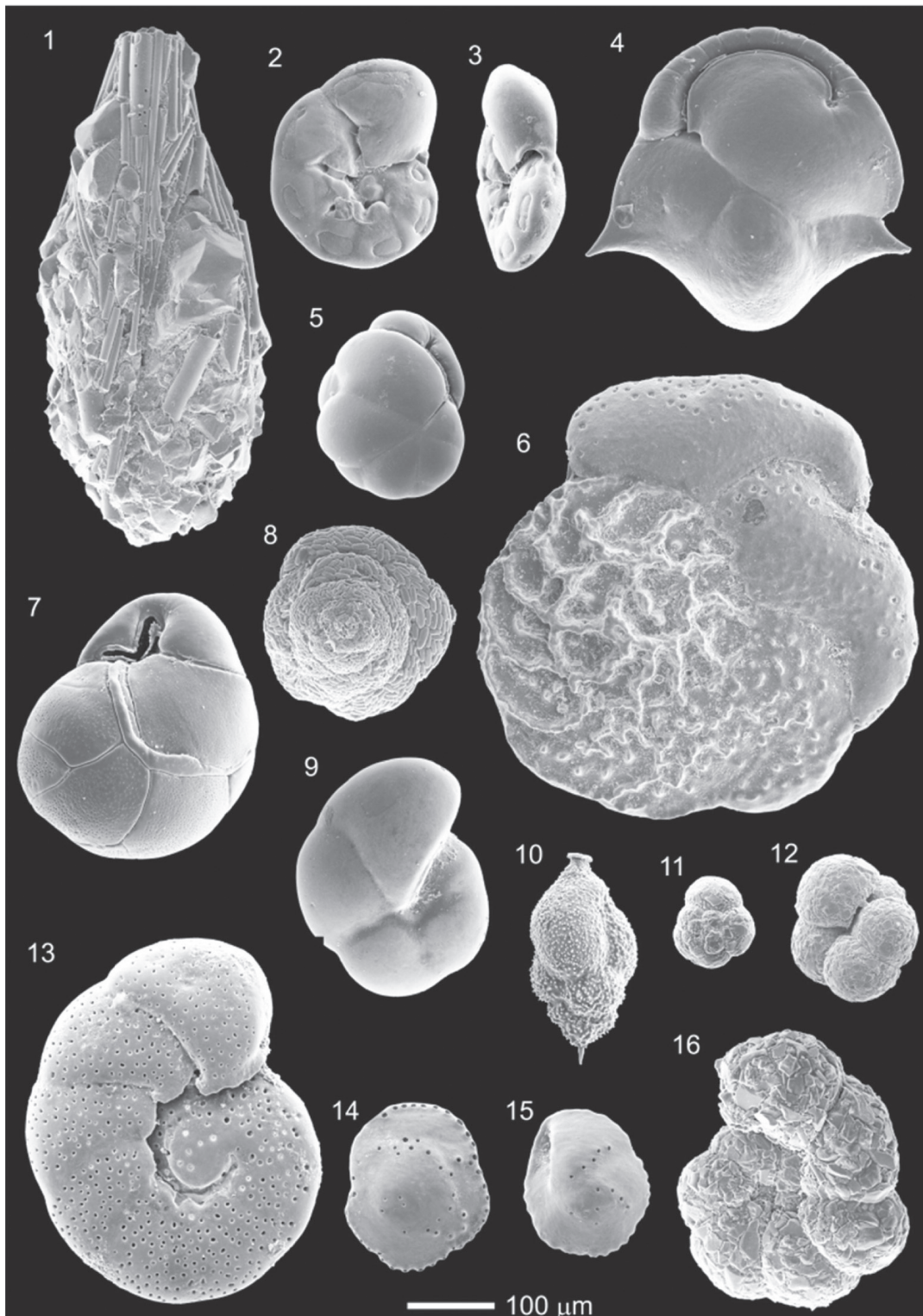
1 *Textularia agglutinans*; 2, 3 *Nonionella* sp. C; 4, 5 *Bolivina striatula*, s.l.; 6 *Paracassidulina nipponensis*; 7 *Angulogerina* cf. *A. jamaicensis*; 8, 9 *Asterotrochammina camposi*, 10 *Bolivina paula*; 11 *Bolivina brevior*; 12, 13 *Ammonia parkinsoniana*; 14, 15, 16 *Discorbis williamsoni*; 17 *Wiesnerella auriculata*; 18 *Quinqueloculina frigida*; 19 *Placopsilina bradyi*; 20 *Buliminella elegantissima*; 21 *Tiphrotrocha concava*.

Prancha II GRUPO II - Ressurgência e/ou Enriquecimento Orgânico



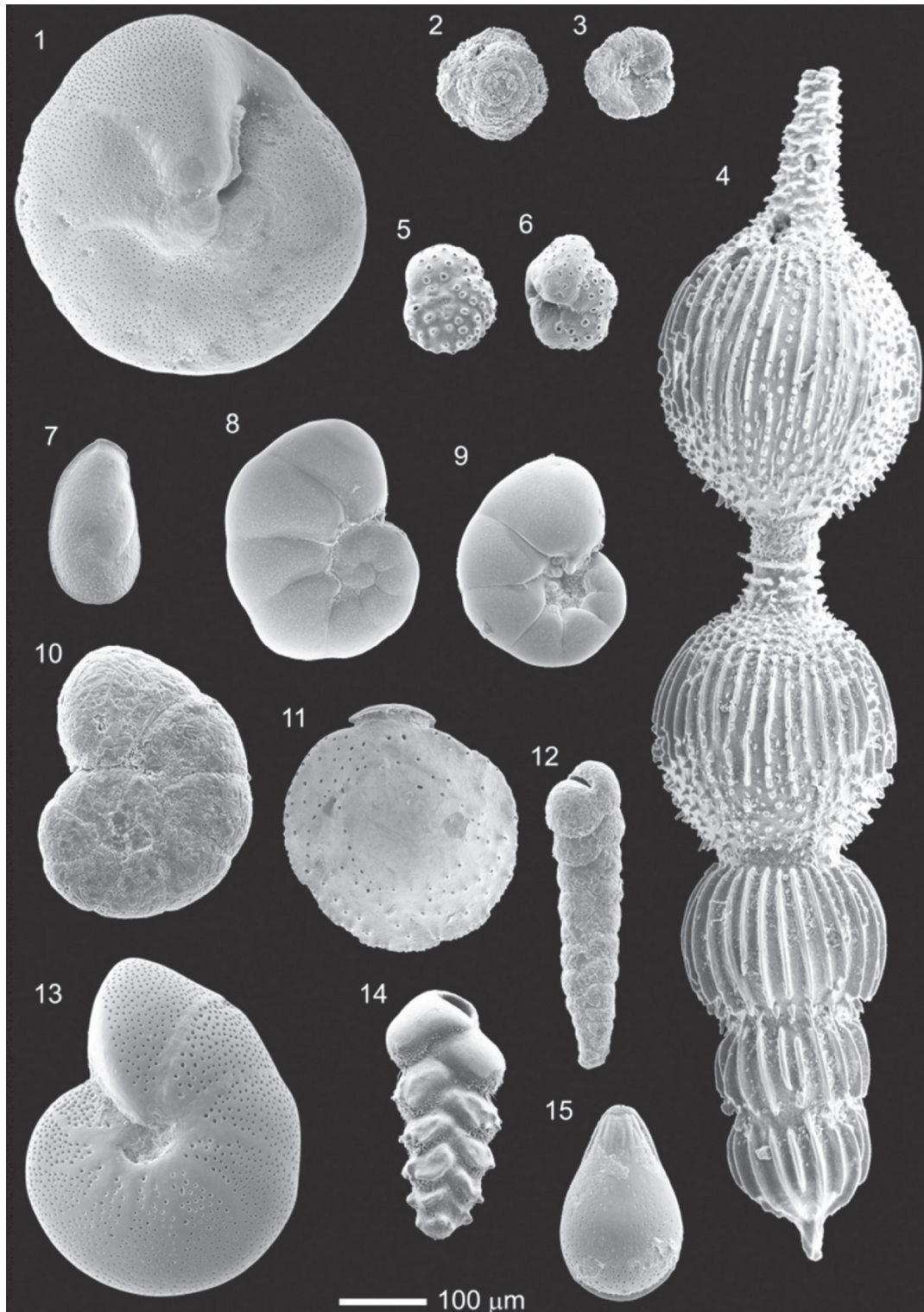
1 *Reophax scorpiurus*; 2 *Stainforthia complanata*; 3 *Pappina compressa*; 4 *Bolivina fragilis*; 5 *Septetibaella sepetibaensis*; 6 *Hopkinsina pacifica*; 7 *Bolivina ordinaria*; 8 *Epistominella exigua*; 9 *Angulogerina angulosa*, s.l.; 10 *Alabaminella weddellensis*; 11 *Adercotryma glomeratum*; 12 *Bolivinellina translucens*; 13 *Ammoscalaria pseudospiralis*; 14 *Fursenkoina pontoni*; 15 *Bulimina marginata*; 16 *Nonionella stella*.

Prancha III GRUPO III - Plataforma Média/Externa



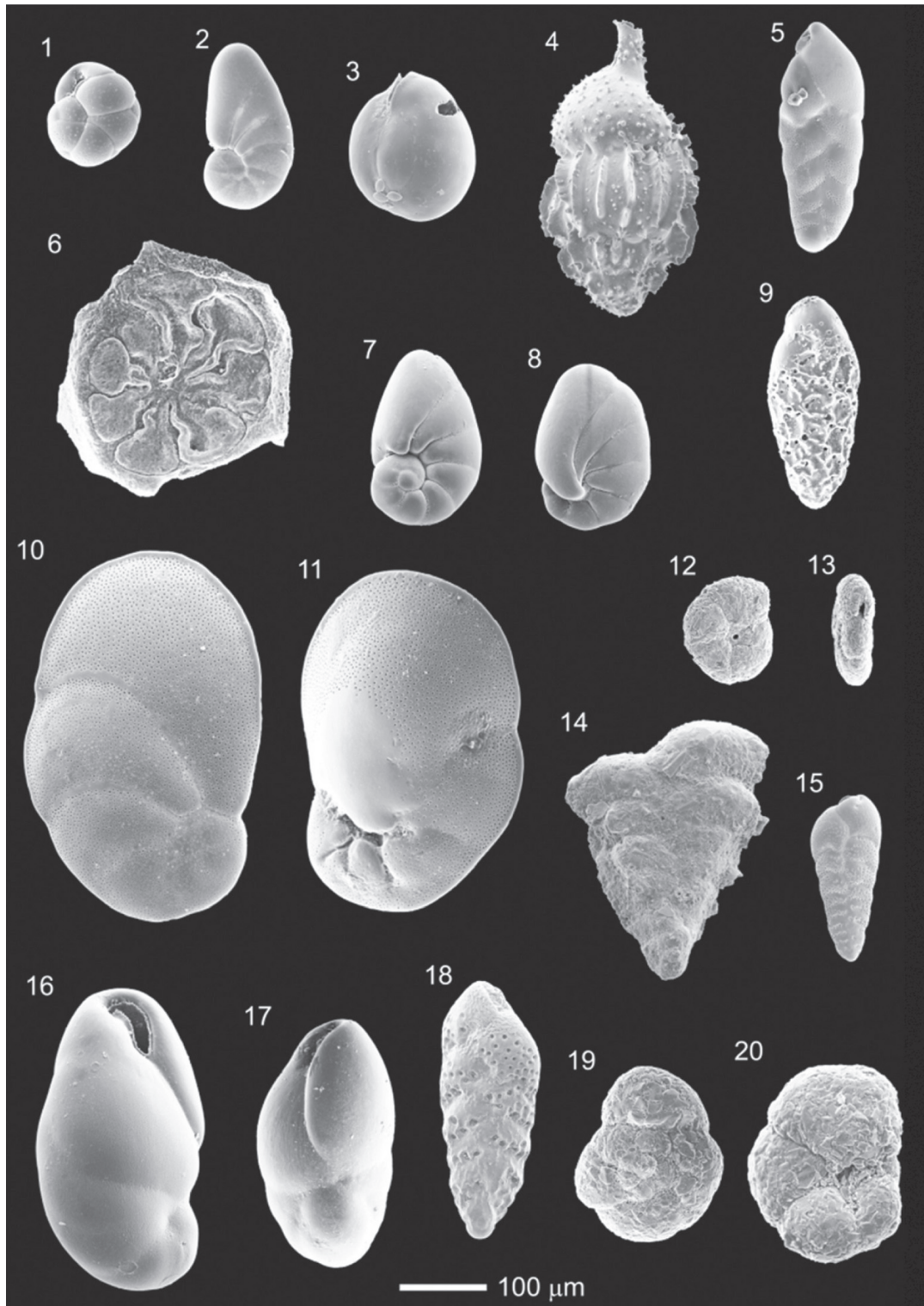
1 *Technitella harrisii*; 2, 3 *Stomatorbina torrei*; 4 *Ehrenbergina spinea*; 5 *Globocassidulina rossensis*; 6 *Planulina foveolata*; 7 *Globocassidulina canalisuturata*; 8 *Carterina spiculotesta*; 9 *Pullenia quinqueloba*; 10 *Uvigerina auberiana*; 11, 12 *Paratrochammina brasiliensis*, s.l.; 13 *Cibicidoides corpulentus*; 14, 15 *Svratkina acuta*; 16 *Labrospira jeffreysii*.

Prancha IV GRUPO III – Plataforma Média/Externa



1 *Eponides antillarum*; 2, 3 *Deuterammina?* sp. 1; 4 *Amphicoryna scalaris*; 5, 6 *Svratkina tuberculata*; 7 *Seabrookia earlandi*; 8, 9 *Valvulineria minuta*; 10 *Polystommamina nitida*; 11 *Siphonina reticulata*; 12 *Prolixoplecta exilis*; 13 *Melonis affinis*; 14 *Sagrinella lobata*; 15 *Fissurina semimarginata*.

Prancha V Outras espécies



1 *Globocassidulina crassa*; 2 *Nonionoides grateloupii*; 3 *Triloculinella circularis*; 4 *Uvigerina peregrina*; 5 *Bolivinellina pacifica*; 6 *Rotaliammina siphonata*; 7, 8 *Nonionella auris*; 9 *Bolivina albatrossi*; 10, 11 *Cancris auriculus*; 12, 13 *Are-noparrella oceanica*; 14 *Gaudryina subglabrata*; 15 *Bolivina lowmani densipunctata*; 16, 17 *Evolvocassidulina bradyi*; 18 *Bolivina compacta*; 19, 20 *Paratrochammina* cf. *P. madeirae*.

IV. FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS NO TALUDE CONTINENTAL, PLATÔ DE SÃO PAULO E CÂNIONS

RESUMO

É apresentado um estudo ecológico de foraminíferos bentônicos vivos, coletados em estações localizadas no talude continental, platô de São Paulo e cânions da Bacia de Campos, no ano de 2008 (período seco-TPS) e de 2009 (período chuvoso-TPC). As estações seguem nove transectos de 400 a 3.000 m de profundidade. O estudo teve como objetivo investigar mudanças na densidade, diversidade e composição de foraminíferos bentônicos, ao longo desses transectos, em resposta a fatores ambientais. As mudanças na comunidade seguem o gradiente batimétrico, e são controladas pela disponibilidade e provavelmente qualidade do alimento. Os maiores valores médios de densidade, diversidade e riqueza, e domínio de foraminíferos calcários hialinos e espécies infaunais, refletem maior aporte de alimento recebido de forma continuada, nas estações mais rasas (400 m). Nas estações entre 700 e 1.000 m de profundidade, a densidade de indivíduos diminui e a presença de espécies oportunistas, que se reproduzem rapidamente na sequência de pulsos de fitodetritos, são reflexos de um aporte alimentar possivelmente sazonal. O aumento considerável dos foraminíferos textulariíneos, o decréscimo contínuo na densidade de indivíduos e também nos valores do índice de produtividade de foraminíferos bentônicos (BFHP), com a profundidade, com valores extremamente baixos nas estações mais profundas (3.000 m), indicam condições tipicamente oligotróficas nesse setor bacia. A comparação de dados de densidade e de composição de espécies nos períodos TPS e TPC permite-nos inferir que no período chuvoso o aporte de alimento foi maior. Os valores de densidade e biomassa de foraminíferos bentônicos vivos permitem-nos deduzir que o cânion Almirante Câmara (CANAC) constitui um local de maior aprisionamento de matéria orgânica entre as isóbatas de 400 a 1000 m, em comparação ao talude aberto para os mesmos limites de profundidades. A natureza do substrato e provavelmente os teores de oxigênio nas águas de fundo revelaram-se como fatores condicionantes secundários na distribuição desses organismos.

1. Introdução

Os sedimentos que cobrem os fundos oceânicos atuais são compostos abundantemente de carapaças de microrganismos, dentre os quais se destacam os foraminíferos (Sen Gupta, 1999). Os foraminíferos são protistas, pertencentes ao Filo Granuloreticulosa, Classe Foraminifera (Sen Gupta, op. cit.; Margulis & Schwartz, 2001), que inclui espécies tanto bentônicas (aproximadamente 10.000 espécies) como planctônicas (cerca de 40 a 50 espécies) (Sen Gupta, op. cit.). Estes microrganismos apresentam carapaças (ou testas) constituídas por cristais de carbonato de cálcio orientados de forma a permitir a passagem de luz (calcário hialino) ou não orientados (calcário porcelanáceo), sílica, grãos terrígenos ou biogênicos, ou ainda por compostos orgânicos (Sen Gupta, op. cit.). Com base na composição de suas testas, Loeblich & Tappan (1964) classificam estes organismos nas seguintes subordens: Allogromiina (compostos orgânicos), Textulariina (grãos terrígenos ou biogênicos), Fusulinina (extinta, calcários microgranulares), Miliolina (calcários porcelanáceos) e Rotaliina (calcários hialinos). A composição e textura da testa constituem a base da história filogenética desses organismos, cuja evolução teria ocorrido da subordem Allogromiina no sentido da subordem Rotaliina (Sen Gupta, op. cit.).

A grande maioria das espécies de foraminíferos bentônicos ocorre no ambiente marinho, desde as regiões costeiras até a planície abissal. No oceano profundo, os foraminíferos constituem uma parte substancial da biomassa bentônica, perfazendo mais de 50% de biomassa eucariótica (Gooday *et al.*, 1992).

Além de sua abundância nos sedimentos marinhos, os foraminíferos possuem ampla distribuição geográfica e temporal. São sensíveis a determinados fatores ambientais (i.e., temperatura, salinidade, nutrientes, oxigênio, substrato, entre outros), o que os tornam importante ferramenta na compreensão de mudanças oceânicas, quer sejam relacionadas a clima (e.g., Kuhnt *et al.*, 2007); circulação (e.g., Ishman, 1996; Harloff & Mackensen, 1997) ou produtividade marinha (e.g., Martinez *et al.*, 1999; Fontanier *et al.*, 2003).

Os foraminíferos bentônicos podem viver na superfície ou soterrados no sedimento até profundidades superiores a 4 cm (Corliss, 1991). Várias classificações têm sido usadas para descrever os microhabitats destes organismos. Dentre elas, destaca-se a de Corliss (op. cit.), que denomina de espécies epifaunais, as que habitam o centímetro mais superficial no sedimento; espécies infaunais rasas, as que vivem nos 2 cm superficiais; espécies infaunais intermediárias, entre 1 e 4 cm no

sedimento; e espécies infaunais profundas, que habitam profundidades superiores a 4 cm.

Considerando que a distribuição vertical de foraminíferos bentônicos nos sedimentos é controlada por parâmetros como concentração de oxigênio na água de fundo, quantidade e qualidade de alimento, além de fatores biológicos como competição, predação e bioturbação (Jorissen *et al.*, 1995; Jorissen, 1999; Fontanier *et al.*, 2002), Jorissen *et al.* (op. cit.) propuseram, para o mar profundo, um modelo trófico conceitual denominado de TrOx – modelo de explicação de microhabitats de foraminíferos através das condições tróficas e concentrações de oxigênio do ambiente. De acordo com esse modelo, em ambientes oligotróficos, a profundidade do microhabitat dos foraminíferos bentônicos é controlada primariamente pela disponibilidade de partículas de alimento metabolizáveis no sedimento, predominando nessa situação espécies de epifauna ou infauna rasa. Por sua vez, sob condições eutróficas, o ecossistema passa a não ser controlado pela disponibilidade de alimento. Nessas condições, espécies infaunais profundas terão o nível crítico do oxigênio como condição determinante da distribuição vertical da fauna vivente.

Em ambientes de mar profundo, a principal fonte de alimento para o bentos é o fluxo descendente de carbono orgânico lábil (Gooday, 1988), que exhibe variação sazonal e espacial, em razão de mudanças na produção primária na camada eufótica. Os foraminíferos bentônicos são os primeiros organismos da microfauna de mar profundo a responderem, aos aportes de fitodetritos, com aumento na sua abundância (Gooday & Turley, 1990) e biomassa (Altenbach & Sarnthein, 1989; Herguera & Berger, 1991; De Rijk *et al.*, 2000; Fontanier *et al.*, 2002). Além disso, as oscilações interanuais e sazonais da produtividade primária podem levar a uma variabilidade na sua composição faunística (Altenbach & Struck, 2001; Fontanier *et al.*, 2003).

Além da sazonalidade do suprimento alimentar/fluxo de carbono e conteúdo de oxigênio na água de fundo e na água intersticial, a composição das comunidades destes microorganismos no mar profundo é também controlada pela advecção lateral; corrosão do carbonato pela água de fundo; e estado energético na camada bento-pelágica, sendo esses fatores interdependentes (Mackensen *et al.*, 1995; Schmiiedl *et al.*, 1997).

Poucos são os trabalhos que tratam sobre a comunidade e distribuição dos foraminíferos bentônicos vivos na região batial da Bacia de Campos. Entre os que

relacionam estes organismos aos fatores ambientais condicionantes, citam-se os de Mello (2006), Sousa *et al.* (2006) e Yamashita (2011).

A partir da análise da fauna total de foraminíferos, Mello (2006) observou relações da distribuição das associações com as características de massas de água, entre as quais se destacam: foraminíferos calcários hialinos com Água Intermediária Antártica (AIA); espécies calcárias infaunais com Água Circumpolar Superior (ACS) e; espécies aglutinantes com Água Profunda do Atlântico Norte (APAN).

Sousa *et al.* (2006) analisando a fauna total (fauna viva e morta), concluíram também que a composição e distribuição da comunidade de foraminíferos bentônicos no talude continental da bacia seriam determinadas por fatores ambientais controlados pelas massas de água, AIA e APAN e a Corrente de Contorno Intermediária (CCI). Para esses autores, os fatores controladores seriam suprimento alimentar, estado energético no limite benthônico/pelágico e a granulometria do substrato, que estariam relacionados à CCI, cujo núcleo está situado no talude médio, entre 800 e 900 m de profundidade. A concentração de oxigênio exerceria aparentemente um controle ecológico secundário.

Por sua vez, Yamashita (2011) analisou a microfauna viva, tendo também concluído que a disponibilidade de alimento, fortemente relacionada aos processos hidro-sedimentares e à morfologia de fundo presente na área, é um fator condicionante importante para a estrutura da comunidade de foraminíferos nesta bacia.

O presente texto é dedicado ao estudo de foraminíferos bentônicos vivos que ocorrem no talude continental e Platô de São Paulo, na Bacia de Campos, e tem como objetivos específicos colaborar: a) na compreensão da estrutura da comunidade dos foraminíferos bentônicos na referida área de estudo, em termos de densidade, composição e diversidade, entre outros descritores ecológicos; b) no entendimento da variabilidade espacial e temporal dos foraminíferos nessa região; e c) na avaliação dos fatores ambientais condicionantes desses microorganismos na bacia.

2. Materiais e métodos

Uma descrição detalhada da área estudada pode ser encontrada no capítulo 1 deste volume enquanto o desenho amostral, metodologia de coleta, preparação de amostras, controle de qualidade de triagem e metodologia de análise de dados encontram-se detalhadamente descritos e ilustrados no capítulo 2 deste volume.

Contextualizando de forma breve, destaca-se que o estudo dos foraminíferos ben-

tônicos do talude continental foi realizado com 333 amostras coletadas em nove transectos (A - I) perpendiculares à costa, amostrados em dois períodos distintos, seco (TPS) e chuvoso (TPC), em 2008 e 2009, respectivamente. Porém a terminologia dos períodos TPS e TPC não tem relação estrita com a ocorrência ou não de pluviosidade. Em cada transecto foram amostradas sete isóbatas (400 m, 700 m, 1000 m, 1300 m, 1900 m, 2500 m e 3000 m) com busca-fundo tipo Box-corer.

Nos cânions Grussá e Almirante Câmaras, foram amostradas quatro isóbatas dentro dos cânions (400m, 700m, 1000m, 1300 m) cujos dados foram comparados com os transectos adjacentes (G e H) da malha amostral usada para o talude.

Em cada estação, três amostras com área de 10 cm² foram obtidas em lançamentos independentes. O sedimento foi coletado e fixado com formol 4 % tamponado com tetraborato de sódio e corante vital Rosa de Bengala ainda em campo, para evidenciar o protoplasma de foraminíferos vivos.

Em laboratório 50 cm³ de sedimento de cada amostra foram separados para análise de foraminíferos vivos. As amostras foram lavadas em peneira de 125 µm e 63 µm, secas em estufa, e depois foram integralmente triadas sob lupa. Foram obtidos valores de densidade equivalentes ao total de indivíduos vivos/10 cm² e biomassa em mgC.m⁻², além de outros parâmetros de estrutura de comunidades: riqueza (S), equitatividade de Pielou (J'), alfa de Fisher (α), diversidade de Shannon-Wiener (H') e dominância de Simpson (λ).

Para as análises estatísticas multivariadas foram considerados apenas os organismos não tubulares e que apresentem frequência acima de 10 %.

A abundância das principais espécies e os parâmetros de estrutura de comunidade foram correlacionados aos diferentes tipos granulométricos, conteúdos de carbonato de cálcio, carbono orgânico total (COT), feopigmentos e clorofila-a através da análise de correlação de Spearman.

Para a análise de agrupamento utilizou-se o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis com método de agrupamento de Ward (modo Q), através da ordenação N-MDS. Posteriormente empregou-se a análise de espécies indicadoras (ISA - Indicator Species Analysis) (Dufrêne e Legendre, 1997) para verificar as espécies discriminantes para a formação dos grupos.

A análise de variância permutacional não paramétrica (PERMANOVA) foi utilizada para avaliar a significância das diferenças na estrutura das associações dos foraminíferos presentes nos cânions e talude adjacente no período seco.

3. Resultados

3.1. Período seco (TPS) - Talude

3.1.1. Composição específica

Foi identificado um total de 591 espécies de foraminíferos bentônicos corados (55 espécies tubulares), ocorrendo em geral predomínio de espécies calcárias hialinas (Subordem Rotaliina, 60% a 80%) nas isóbatas de 400 a 700 m (vide Anexo I, para as espécies mais abundantes). Entre as isóbatas de 1.000 m e 1.300 m, há incremento na frequência da subordem Textulariina (60% a 70%) (Figura 1). A partir de 1.900 m de profundidade, há maior variabilidade latitudinal na frequência das subordens, ocorrendo predomínio de espécimes da subordem Textulariina (60% a 90%) nos transectos A, B e C, não se observando padrão bem definido nos demais transectos. Predomínio de espécimes da subordem Miliolina pode ocorrer em alguns transectos, por exemplo, F e I (93 e 60%) (Figura 1).

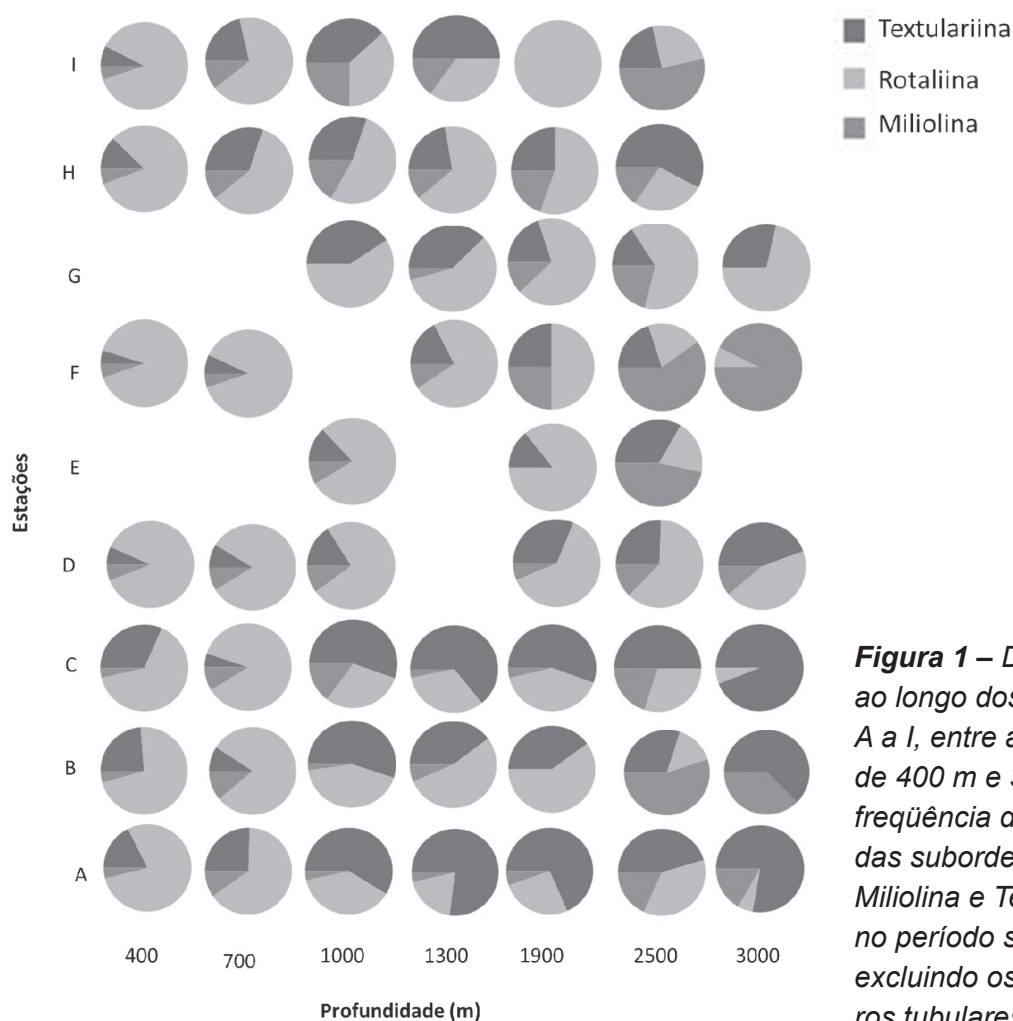


Figura 1 – Distribuição ao longo dos transectos A a I, entre as isóbatas de 400 m e 3.000 m, da frequência de espécimes das subordens Rotaliina, Miliolina e Textulariina, no período seco (TPS), excluindo os foraminíferos tubulares.

As espécies mais representativas (frequências $\geq 1\%$, Anexo II) foram: *Bolivina albatrossi*, *Bolivina pacifica*, *Bulimina aculeata*, *Globocassidulina crassa*, *Cassidulinoides bradyi*, *Epistominella exigua*, *Epistominella vitrea*, *Globocassidulina subglobosa*, *Hoe-glundina elegans*, *Islandiella norcrossi*, *Nonionella opima*, *Pullenia bulloides*, *Trifarina bradyi* e *Uvigerina peregrina* (subordem Rotaliina); *Reophax caribensis*, *Reophax dentaliniformis*, *Reophax helenae*, *Reophax rostrata*, *Reophax scorpiurus*, *Reophax spiculotestus* e *Nodulina subdentaliniformis* (subordem Textulariina); *Pyrgoella irregularis*, *Quinqueloculina akneriana* e *Quinqueloculina laevigata* (subordem Miliolina).

Entre as espécies de foraminíferos aglutinantes tubulares comumente observadas tem-se: *Bathysiphon* sp., *Hyperammina* sp., *Marsipella* sp., *Rhabdammina* sp., *Rhizammmina algaeformis*, *Rhizammmina* sp. e *Saccorhiza ramosa*. Esses espécimes são mais comuns nas estações mais profundas (talude inferior). Contudo, os valores de frequência de foraminíferos textulariíneos demonstrados na Figura 1 devem ser analisados com cautela, em razão da intensa fragmentação a que os foraminíferos tubulares podem estar sujeitos. Por esta razão os foraminíferos tubulares foram excluídos da contagem de espécimes para efeitos de cálculo de densidade, de índices biológicos e de análise estatística.

3.1.2. Descritores ecológicos e índice de produtividade

Os valores médios da densidade, riqueza (S), equitatividade de Pielou (J'), alfa de Fisher (α), Shannon-Wiener (H') e dominância de Simpson (λ) de foraminíferos bentônicos vivos, calculados para as amostras coletadas nos transectos A a I, podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Média de densidade, riqueza (S), equitatividade de Pielou (J'), alfa de Fisher (α), diversidade de Shannon-Wiener (H') e dominância de Simpson (λ) de foraminíferos bentônicos vivos, na fração > 63 μ m, das três réplicas nas estações dos transectos A a I, período seco (TPS). Onde: (-) indica ausência de valores.

Estação	Profundi- dade (m)	Densidade (ind./10cm ²)	S	J'	α de Fischer	H' (log ₂)	D _s
A06	400	73	49,67	0,85	26,51	4,78	0,07
A07	700	27	31	0,9	22,57	4,38	0,07
A08	1000	20	26,67	0,89	27,84	4,1	0,1
A09	1300	11	15,33	0,84	16,47	3,2	0,19
A10	1900	3	5	0,92	3,18	2,15	0,27
A11	2500	1	3,67	1	-	1,46	0,49
A12	3000	2	4,33	0,96	8,78	1,82	0,33
B06	400	33	19	0,77	7,94	2,83	0,24
B07	700	20	16	0,84	8,15	3,18	0,16
B08	1000	12	15,33	0,86	13,17	3,17	0,19
B09	1300	25	25,33	0,81	16,77	3,75	0,15
B10	1900	1	1,67	1	-	0,67	0,67
B11	2500	3	6,33	0,97	2,62	2,1	0,32
B12	3000	1	2,33	0,98	9,28	0,97	0,59
C06	400	26	21	0,86	12,38	3,7	0,11
C07	700	11	13,67	0,93	28,8	3,42	0,11
C08	1000	16	14,67	0,79	8,53	3,04	0,2
C09	1300	30	21,33	0,66	10,32	2,58	0,38
C10	1900	4	7,33	0,98	17,17	2,76	0,16
C11	2500	3	6	0,99	33,82	1,99	0,42
C12	3000	2	3,33	0,9	4,02	1,46	0,42
CANAC06	400	184	27,33	0,6	6,65	2,85	0,22
CANAC07	700	33	25,67	0,78	13,95	3,64	0,16
CANAC08	1000	12	14,67	0,83	13,88	3,23	0,18
CANAC09	1300	10	14,67	0,91	14,6	3,41	0,13
CANG07	700	26	20	0,76	10,68	3,26	0,19
CANG08	1000	15	20	0,87	18,37	3,75	0,12
CANG09	1300	15	19,67	0,87	21,68	3,54	0,16
D06	400	22	26	0,88	23,33	4,12	0,09
D07	700	9	15,33	0,95	45,97	3,74	0,09
D08	1000	7	9,67	0,91	9,66	2,87	0,19
D10	1900	2	5	0,99	19,95	2,23	0,23
D11	2500	6	11	0,96	27,71	3,15	0,13
D12	3000	1	2,67	0,98	19,95	0,84	0,73
E08	1000	3	5,67	0,95	10,96	2,36	0,22
E10	1900	1	2,33	1	-	1,06	0,56
E11	2500	2	3,67	0,97	6,33	1,64	0,36
F06	400	47	38,33	0,88	21,5	4,41	0,07
F07	700	29	23,33	0,91	16,3	3,72	0,11
F09	1300	8	16	0,97	38,92	3,65	0,1
F10	1900	1	1,33	1	-	0,53	0,67
F11	2500	1	3	0,99	9,28	1,5	0,37
F12	3000	4	5	0,95	4,64	2,2	0,24
G08	1000	4	7,67	0,98	32,52	2,5	0,25
G09	1300	6	13	0,99	51,46	3,46	0,1
G10	1900	3	7	0,98	23,9	2,54	0,2
G11	2500	3	4,33	0,91	8,62	1,58	0,49
G12	3000	1	2,5	0,9	5,24	0,9	0,67
H06	400	91	58	0,85	28,86	4,85	0,06
H07	700	22	35,33	0,95	44,43	4,89	0,04
H08	1000	16	25	0,92	36,32	3,97	0,11
H09	1300	12	14,33	0,85	14,12	2,39	0,44
H10	1900	5	6,67	0,96	9,2	2,4	0,22
H11	2500	3	6,33	0,94	35,15	1,97	0,44
I06	400	210	56,33	0,79	16,1	4,58	0,06
I07	700	21	16	0,8	7,82	3,2	0,17
I08	1000	12	14,67	0,91	14,71	3,35	0,13
I09	1300	13	15,33	0,83	23,84	3,28	0,19
I10	1900	0	0,5	-	-	0	1
I11	2500	4	6,33	0,94	10,53	2,35	0,24

A densidade segue, de forma geral, o gradiente batimétrico, ocorrendo valores médios maiores na isóbata de 400 m, que decrescem significativamente na profundidade de 700 m. A partir dessa profundidade até 1.300 m, há diferenças marcantes nos valores de densidade média, que por sua vez, são expressivamente menores nas isóbatas 1900 m a 3000 m (Figura 2). Na Figura 3, além do padrão batimétrico nos valores de densidade, entre 150 – 210 ind./10 cm² (isóbata de 400 m) e 0 – 10 ou 10 – 25 ind./10 cm² (isóbatas de 2.500 e 3.000 m), constatam-se variações latitudinais. Assim tem-se no transecto G a ocorrência de valores entre 0 – 10 ind./10 cm² mesmo nas regiões mais rasas, e no transecto I, de valores entre 150 - 210 ind./10 cm², a 400 m de profundidade, que decrescem bruscamente para valores entre 25 – 60 ind. 10 cm² (Figura 3).

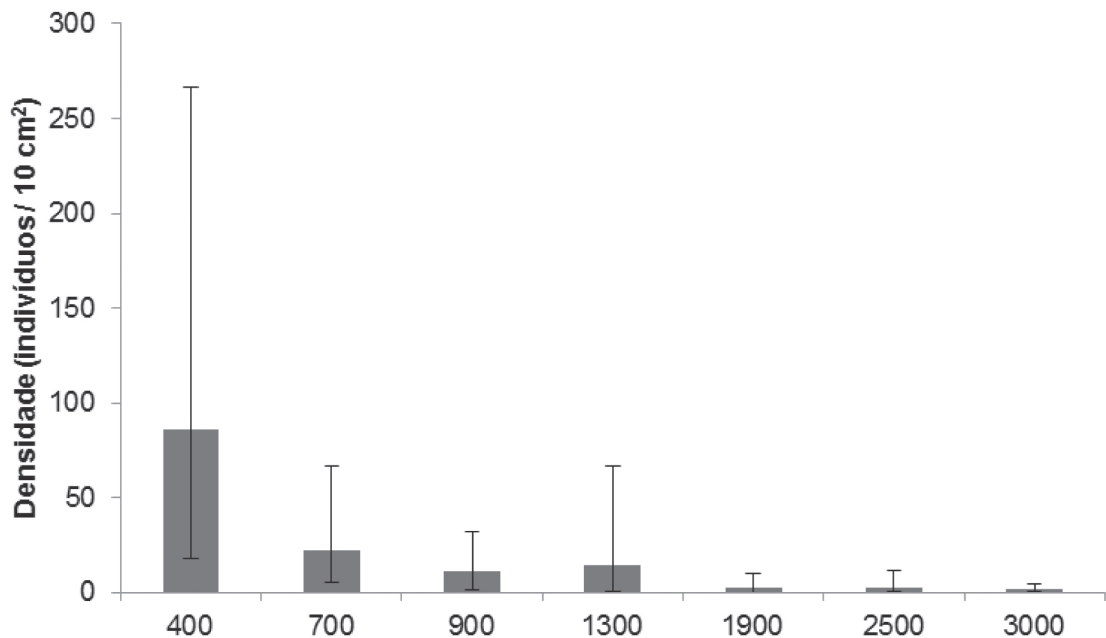


Figura 2 – Valores de densidade média, mínimo e máximo nas isóbatas de 400 m a 3.000 m, no período seco (TPS).

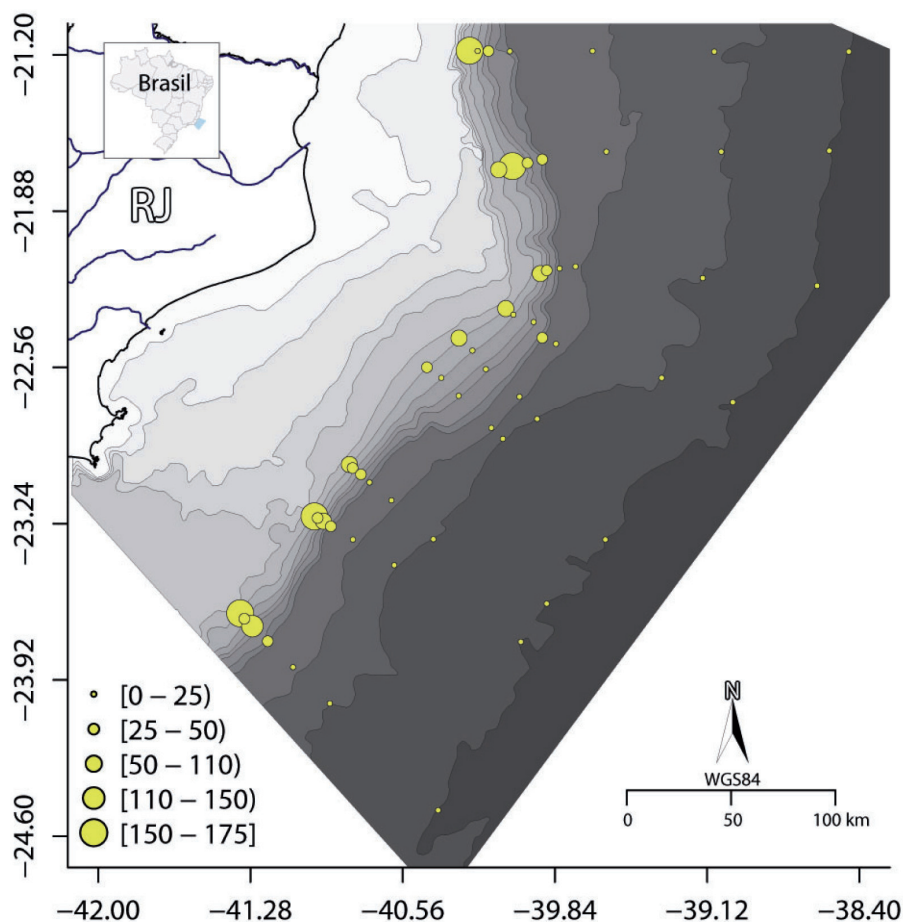


Figura 3 – Valores de densidade (nº indivíduos/10 cm²) ao longo dos transectos A a I, período seco (TPS).

Em geral, os valores de diversidade de Shannon-Wiener (H'), alfa de Fisher (α), riqueza (S) e equitatividade de Pielou (J') decrescem com a batimetria, de forma semelhante ao que ocorre com a densidade (Figura 2) ao contrário dos valores de dominância de Simpson (λ) que aumentam com a profundidade (Tabela 1).

Os valores obtidos para o índice BFHP seguem o mesmo padrão da densidade de foraminíferos, com valores entre 40% e 80%, entre as isóbatas de 400 m e 1.000 m, e menores que 40% nas isóbatas mais profundas. Exceções a essa tendência são observadas nos transectos F, G e H (Figura 4).

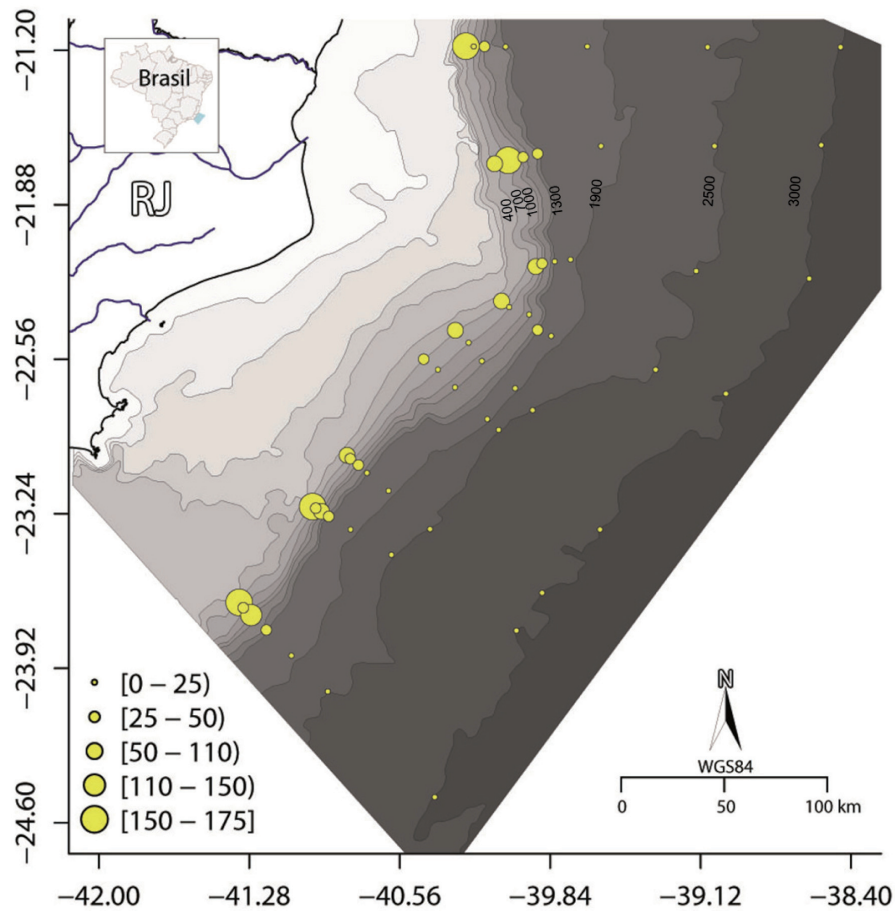


Figura 4 – Valores do índice Benthic Foraminifera High Productivity (BFHP) ao longo dos transectos A a I, período seco (TPS).

3.1.3. Ordenação, Indicator Species Analysis (ISA) e correlação

A análise de agrupamento (modo Q) mostrou a dissimilaridade entre estações localizadas no talude superior e médio (Grupo I: profundidades de 400 m a 1.300 m) e talude inferior e Platô de São Paulo (Grupo II: profundidades de 1.900 m a 3.000 m). Subgrupos podem ser identificados no Grupo I: Grupo IA1 (estações localizadas no talude superior, 400 m de profundidade), Grupo IA2 (estações localizadas no talude médio, 700 m de profundidade), e Grupo IB (estações localizadas no talude médio, 1.000 e 1.300 m de profundidade); e no Grupo II: Grupo IIA1 (estações localizadas predominantemente no talude médio a inferior, 1000 -1900 m de profundidade), Grupo IIA2 (estações localizadas predominantemente na porção central do platô de São Paulo, 2500-3000 m de profundidade), Grupo IIA3 (estações localizadas predominantemente no talude inferior, 1900 m de profundidade), e Grupo IIB (estações localizadas principalmente na porção sul do platô de São

Paulo, 2500-3000 m de profundidade) (Figura 5). A Figura 6 mostra a distribuição espacial dos grupos de estações determinados pela análise de agrupamento.

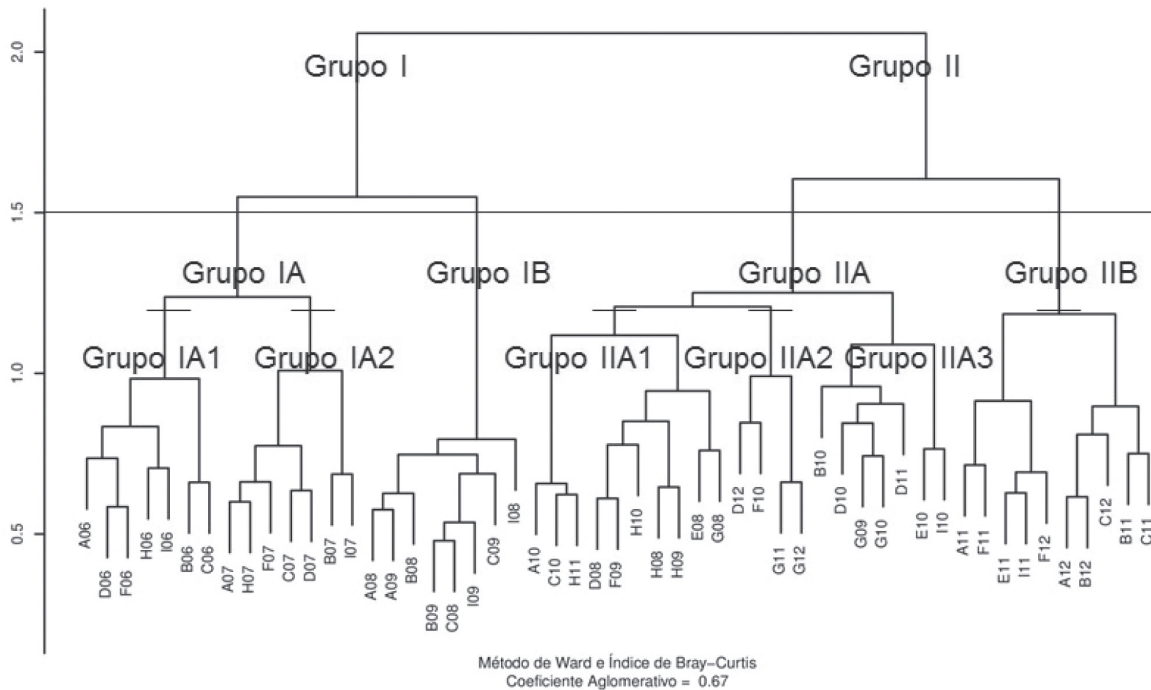


Figura 5 – Análise de agrupamento modo Q, mostrando dois grupos (grupos I e II), que são divididos em subgrupos IA1, IA2 e IB (talude superior e médio) e IIA1, IIA2, IIA3 e IIB (talude inferior e platô), período seco (TPS). Coeficiente Aglomerativo= 0,67.

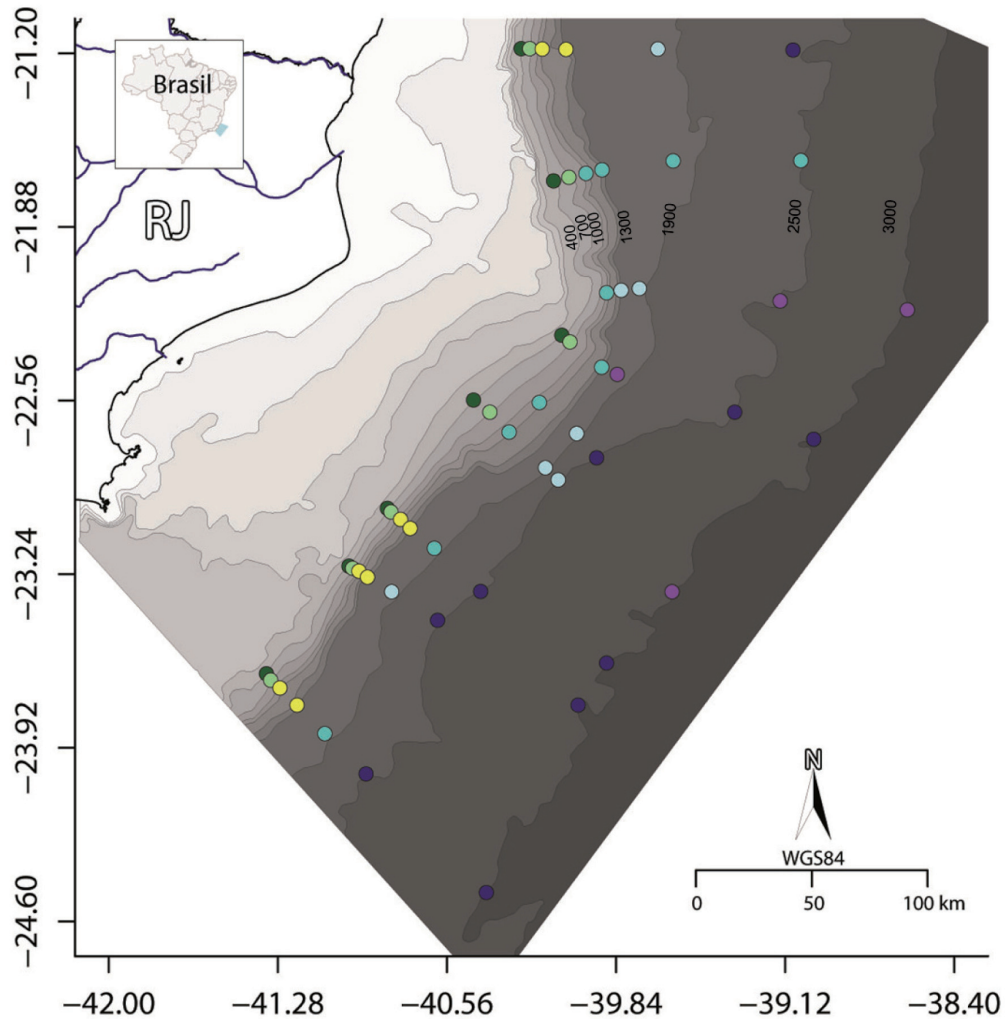


Figura 6 – Mapa de distribuição na área de estudo dos grupos de estações identificados na análise de agrupamento (modo Q), período seco (TPS). Onde: Grupo IA1 (●); Grupo IA2 (●); Grupo IB (●); Grupo IIA1 (●); Grupo IIA2 (●); Grupo IIA3 (●); Grupo IIB (●).

A análise ISA permitiu identificar espécies que definem alguns dos grupos de estações, são elas, Grupo IA1: *Bolivina minima*, *Bolivina pacifica*, *Brizalina spatulata*, *Bulimina aculeata*, *Bulimina marginata*, *Globocassidulina crassa*, *Cassidulinoides bradyi*, *Gavelinopsis lobatula*, *Hormosina pilulifera*, *Nonionella stella*, *Nonionoides grateloupi*, *Pullenia bulloides*, *Pullenia osloensis*, *Quinqueloculina seminulum*, *Sphaeroidina bulloides* e *Uvigerina peregrina*, entre outras; Grupo IA2: *Trifarina angulosa*, *Glomospira gordialis*, *Globocassidulina subglobosa*, *Adercotryma glomeratum*, *Trifarina bradyi* e *Pyrgo elongata*; Grupo IIA1: *Reophax helenae*; e Grupo IIB1: *Pyrgoella irregularis*, *Reophax rostrata* e *Quinqueloculina akneriana*. Nos demais grupos, não foi possível a identificação de espécies representativas.

Entre as correlações significativas obtidas para o período seco (TPS), destacam-se a do conteúdo de fitopigmentos no sedimento com: a densidade de indivíduos ($r = 0,762$), a riqueza total ($r = 0,713$), a diversidade de Shannon ($r = 0,584$), e com as espécies *Q. laevigata* ($r = 0,467$), *Uvigerina peregrina* ($r = 0,660$), *Ceratobulimina arctica* ($r = 0,445$), *Bolivina pacifica* ($r = 0,446$) e *G. subglobosa* ($r = 0,430$) (Tabela 2).

Tabela 2 – Correlação de Spearman entre dados abióticos (areia, carbonato de cálcio, carbono orgânico total – COT, conteúdos de fitopigmentos e clorofila a) e bióticos (índice BFHP, densidade, riqueza (S), equitatividade de Pielou (J'), diversidade de Shannon (H') e α de Fischer, dominância de Simpson (λ) e espécies dominantes), para o período seco (TPS). Dados em negrito representam correlação significativa para $p < 0,05$.

	Período seco (TPS)			
	Variáveis			
	Areia (%)	Carbonato (%)	COT (%)	Fitopigmentos (Clorofila + Feofitina)
BFHP	0,005	0,322	0,368	0,748
Densidade (ind./10cm ²)	0,002	0,345	0,325	0,762
S	0,000	0,328	0,335	0,713
J'	0,046	0,135	0,158	0,462
α de Fischer	0,059	0,056	0,035	0,037
H' (log ₂)	0,005	0,291	0,310	0,584
λ	0,011	0,210	0,258	0,423
<i>Bolivina albatrossi</i>	0,002	0,100	0,123	0,266
<i>Bolivina minima</i>	0,002	0,074	0,192	0,170
<i>Bolivina currai</i>	0,000	0,076	0,102	0,198
<i>Bolivina pacifica</i>	0,014	0,094	0,212	0,446
<i>Bolivina robusta</i>				
<i>Bulimina aculeata</i>	0,082	0,042	0,112	0,172
<i>Cassidulina crassa</i>	0,006	0,212	0,301	0,276
<i>Cassidulinoides bradyi</i>	0,004	0,031	0,148	0,248
<i>Ceratobulimina arctica</i>	0,012	0,229	0,126	0,445
<i>Epistominella exigua</i>	0,004	0,132	0,021	0,114
<i>Globocassidulina subglobosa</i>	0,001	0,208	0,143	0,430
<i>Glomospira gordialis</i>				
<i>Islandiella norcrossi</i>	0,053	0,019	0,059	0,263
<i>Nonionella opima</i>	0,010	0,014	0,076	0,190
<i>Nonionella stella</i>	0,022	0,004	0,058	0,092
<i>Pullenia bulloides</i>	0,000	0,047	0,187	0,166
<i>Pullenia osloensis</i>	0,012	0,223	0,247	0,304
<i>Quinqueloculina laevigata</i>	0,001	0,187	0,214	0,467
<i>Reophax caribensis</i>	0,000	0,006	0,027	0,077
<i>Reophax dentaliniformis</i>				
<i>Reophax pilulifera</i>	0,006	0,095	0,071	0,289
<i>Reophax sp.</i>				
<i>Reophax spiculotestus</i>	0,130	0,022	0,027	0,010
<i>Seabrookia earlandi</i>				
<i>Siphonina bradyana</i>				
<i>Trifarina bradyi</i>	0,045	0,061	0,068	0,216
<i>Uvigerina peregrina</i>	0,046	0,248	0,334	0,660

3.2. Período chuvoso (TPC) – Talude

3.2.1. Composição específica

Para o período chuvoso, foram identificadas 792 espécies, sendo 90 espécies bentônicas tubulares. A distribuição das subordens de foraminíferos (excluindo os tubulares) é, em geral, semelhante à observada para o período seco (TPS). Há predominância de espécies calcárias hialinas (60% a 97%) nas isóbatas de 400 m a 700 m, ocorrendo em geral a partir de 1.000 m de profundidade incremento na frequência de textulariíneos (35% a 80%). As espécies calcárias porcelanáceas são pouco frequentes (0 a 25%), podendo atingir localmente (transecto I) valores de 75%. Constata-se também nesse período variabilidade latitudinal na distribuição das subordens, principalmente a partir da profundidade de 1.900 m, com destaque aos transectos C e D (isóbata de 1.900 m) e C, D, H e I (isóbata de 2.500 m). Todavia, diferentemente do período seco, no período chuvoso, é claro o predomínio de foraminíferos textulariíneos na profundidade de 3.000 m (53-80%), não se constatando grande variabilidade latitudinal, à exceção do transecto H (Figura 7).

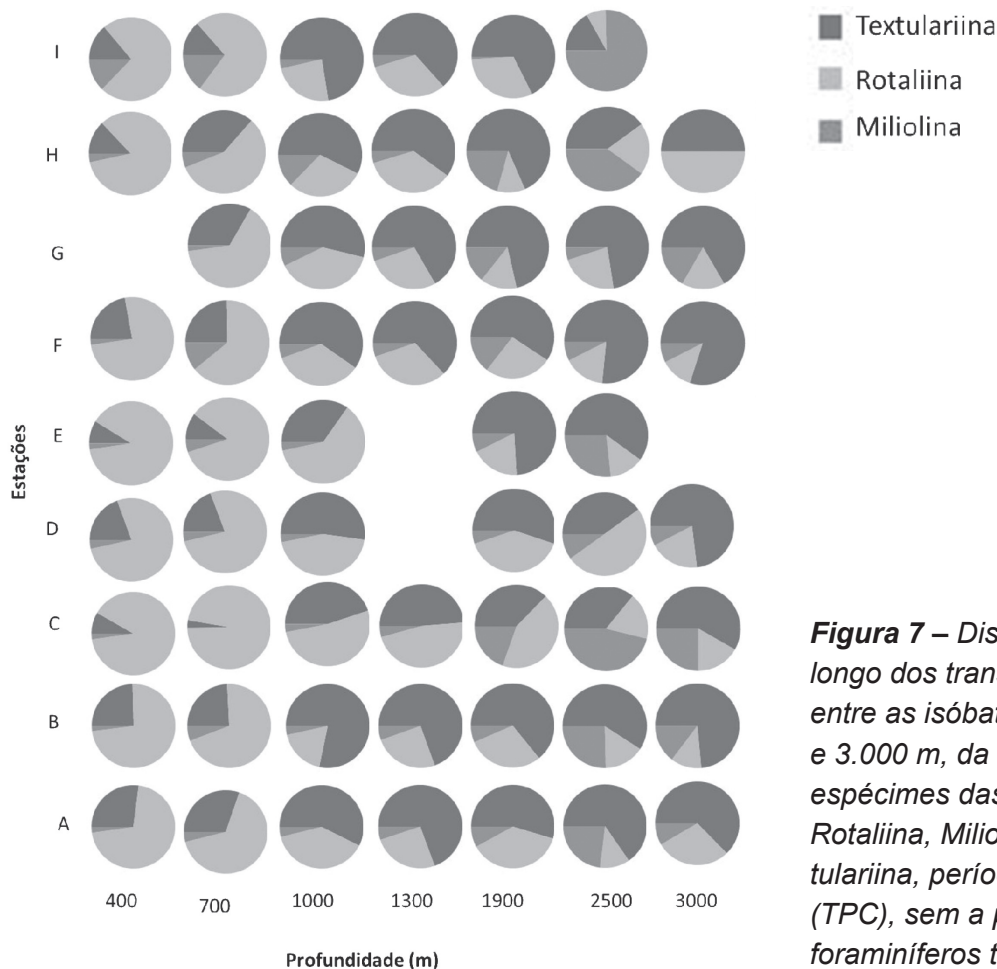


Figura 7 – Distribuição ao longo dos transectos A a I, entre as isóbatas de 400 m e 3.000 m, da frequência de espécimes das subordens Rotaliina, Miliolina e Textulariina, período chuvoso (TPC), sem a presença dos foraminíferos tubulares.

A composição de espécies mais representativas no período chuvoso não difere sobremaneira da composição específica constatada para o período seco. As espécies consideradas como representativas no período chuvoso, e que ocorreram no período seco somente com frequências inferiores a 1%, são *Ioanella tumidula* (subordem Rotaliina), *Glomospira gordialis*, *Lagenammia arenulata* e *Reophax sp.* (subordem Textulariina).

Quanto às espécies de foraminíferos aglutinantes tubulares comuns no período chuvoso tem-se *Bathysiphon sp.*, *Dendrophyra sp.*, *Hyperammia sp.*, *Marsipella dextrospiralis*, *Marsipella elongata*, *Rhabdammina sp.*, *Rhizammina algaeformis*, *Rhizammina sp.* e *Saccorhiza ramosa*.

3.2.2. Descritores ecológicos e índice de produtividade

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios de densidade, diversidade de Shannon-Wiener (H'), alfa de Fisher (α), riqueza (S), equitatividade de Pielou (J'), equitatividade de Pielou (J') e dominância de Simpson (λ), calculados para as amostras coletadas nos transectos A a I.

Tabela 3 – Média de densidade, riqueza (S), equitatividade de Pielou (J'), alfa de Fisher (α), diversidade de Shannon-Wiener (H'), e dominância de Simpson (λ) de foraminíferos bentônicos vivos, na fração > 63 μ m, nas três réplicas das estações dos transectos A a I, período chuvoso (TPC). Onde: (-) indica ausência de valores.

Estação	Densidade (ind./10cm ²)	S	J'	α de Fischer	H' (log ₂)	D _s	Hill
A06	175	83	0,83	31,98	5,3	0,05	41,18
A07	45	43	0,93	36,78	4,18	0,11	27,2
A08	130	57,33	0,77	26,42	4,3	0,13	23,69
A09	34	33,33	0,82	21,52	3,7	0,17	15,98
A10	10	16,67	0,95	33,03	3,46	0,13	13,95
A11	7	8	0,86	6,58	1,94	0,38	5,36
A12	8	9,33	0,93	9,09	2,68	0,19	7,24
B06	172	36,33	0,68	11,09	3,35	0,21	11,5
B07	25	21	0,88	11,49	3,34	0,16	13,57
B08	64	33,5	0,85	24,81	2,63	0,32	10,59
B09	34	33,67	0,84	20,98	3,72	0,16	17,17
B10	12	18,33	0,93	28,87	2,92	0,38	14,32
B11	9	12	0,95	21,11	3,09	0,15	9,71
B12	5	8	0,98	7,96	2,89	0,14	7,49
C06	60	32,67	0,82	15,7	3,97	0,11	16,92
C07	39	12,33	0,54	9,42	2,05	0,49	6,86
C08	26	20,67	0,86	15,8	3,49	0,13	11,56
C09	15	19,33	0,85	17,41	3,59	0,14	12,9
C10	7	8,67	0,89	12,28	2,69	0,2	6,85
C11	5	7,67	0,88	11,54	2,37	0,28	6,74
C12	3	6,33	0,92	25,03	2,31	0,27	5,88
D06	38	31,67	0,83	17,32	4,04	0,1	17,4
D07	15	20,67	0,92	26,8	3,73	0,12	16,33
D08	21	22,67	0,87	16,89	3,86	0,1	14,93
D10	8	13	0,88	63,62	3,25	0,18	10,71
D11	4	7,5	0,94	28,96	2,67	0,2	6,93
D12	3	7	0,97	22,64	2,67	0,17	6,58
E06	59	42,5	0,83	20,59	4,48	0,08	22,35
E07	5	9,33	0,92	12,47	2,64	0,23	7,64
E08	16	19,33	0,89	17,2	3,65	0,11	13,26
E10	5	7,5	0,69	44,72	2,03	0,47	7
E11	2	3,33	0,94	1,74	1,63	0,35	3,15
F06	51	36,33	0,88	20,66	4,55	0,07	24,62
F07	20	24	0,95	24,01	4,09	0,08	19,4
F08	10	9,33	0,93	9,61	2,36	0,11	8,06
F09	33	22	0,85	10,58	3,15	0,2	11,66
F10	17	18	0,87	13,48	3,14	0,2	13,71
F11	12	7,33	0,78	5,02	1,97	0,37	4,41
F12	5	5,33	0,67	6,5	1,15	0,51	3,24
G07	73	41	0,79	16,42	4,22	0,09	18,66
G08	30	27,33	0,87	21,77	3,85	0,11	15,8
G09	15	17,5	0,88	15,2	3,6	0,11	12,14
G10	3	7	1	-	2,81	0,14	7
G11	5	8,67	0,94	10,91	2,71	0,19	7,32
G12	1	2,5	1	0,8	1	0,63	2,5
H06	86	52,67	0,69	24,71	3,97	0,21	20,52
H07	155	78,5	0,88	32,6	4,86	0,06	38,94
H08	44	35,33	0,94	32,28	3,97	0,12	22,7
H09	29	30,67	0,9	21,91	4,31	0,07	21,27
H10	15	8,67	0,77	3,57	2,26	0,28	5,12
H11	1	1,33	1	0,8	0,53	0,67	1,67
H12	1	2	1	-	1	0,5	2
I06	173	45	0,72	13,16	3,91	0,14	17,3
I07	20	20,33	0,81	13,02	3,27	0,21	12,32
I08	33	25,67	0,74	13,77	3,37	0,2	10,77
I09	14	13,67	0,85	9,88	2,72	0,25	7,66
I10	13	9,33	0,68	4,43	2,13	0,38	4,97
I11	9	8,33	0,81	10,31	2,45	0,28	5,9
I12	3	5	0,82	9,5	1,3	0,63	3,52

No período chuvoso (TPC), os valores de densidade são, em geral, maiores que os valores constatados para seco (TPS). Todavia, a densidade apresenta também distribuição segundo o gradiente batimétrico, ocorrendo valores médios de 100 ind./10 cm² na isóbata de 400 m. Esses valores decrescem para valores variáveis entre 40 e 25 ind./10 cm² entre as profundidades de 700 m e 1.300 m, diminuindo significativamente para valores entre 4 e 11 ind./10 cm², nas profundidades de 1.900 m a 3.000 m (Figura 8).

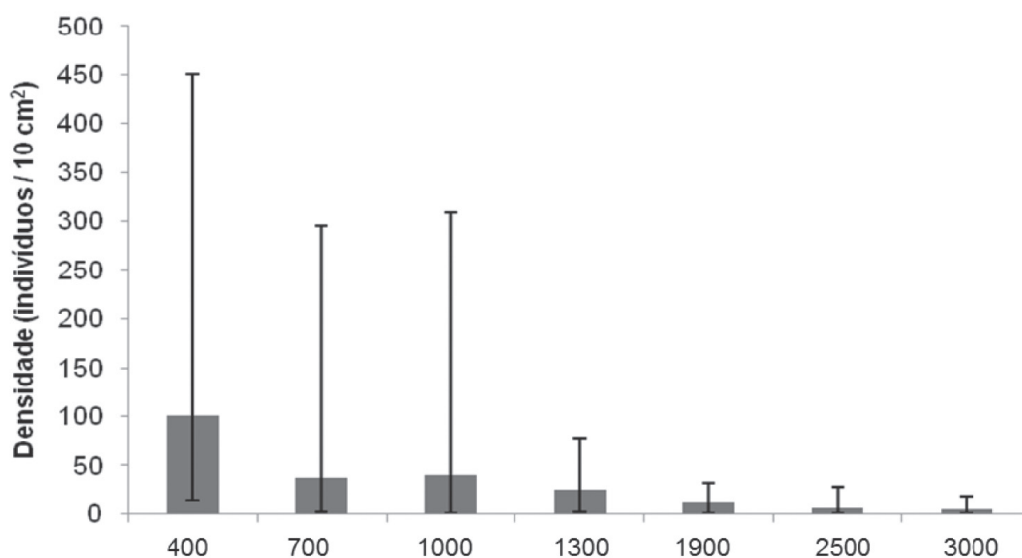


Figura 8 – Valores de densidade média, mínimo e máximo nas isóbatas de 400 m a 3.000 m, período chuvoso (TPC).

Variações latitudinais na distribuição dos valores de densidade podem ser observadas na Figura 9, notadamente nos transectos D, E e F, onde os valores decrescem drasticamente entre as profundidades de 700 m e 1.000 m. No norte da bacia, observa-se valores de densidade mais elevados na isóbata de 700 m (transecto H), que decrescem com a batimetria (transecto I), ao contrário do padrão observado para o restante da área de estudo.

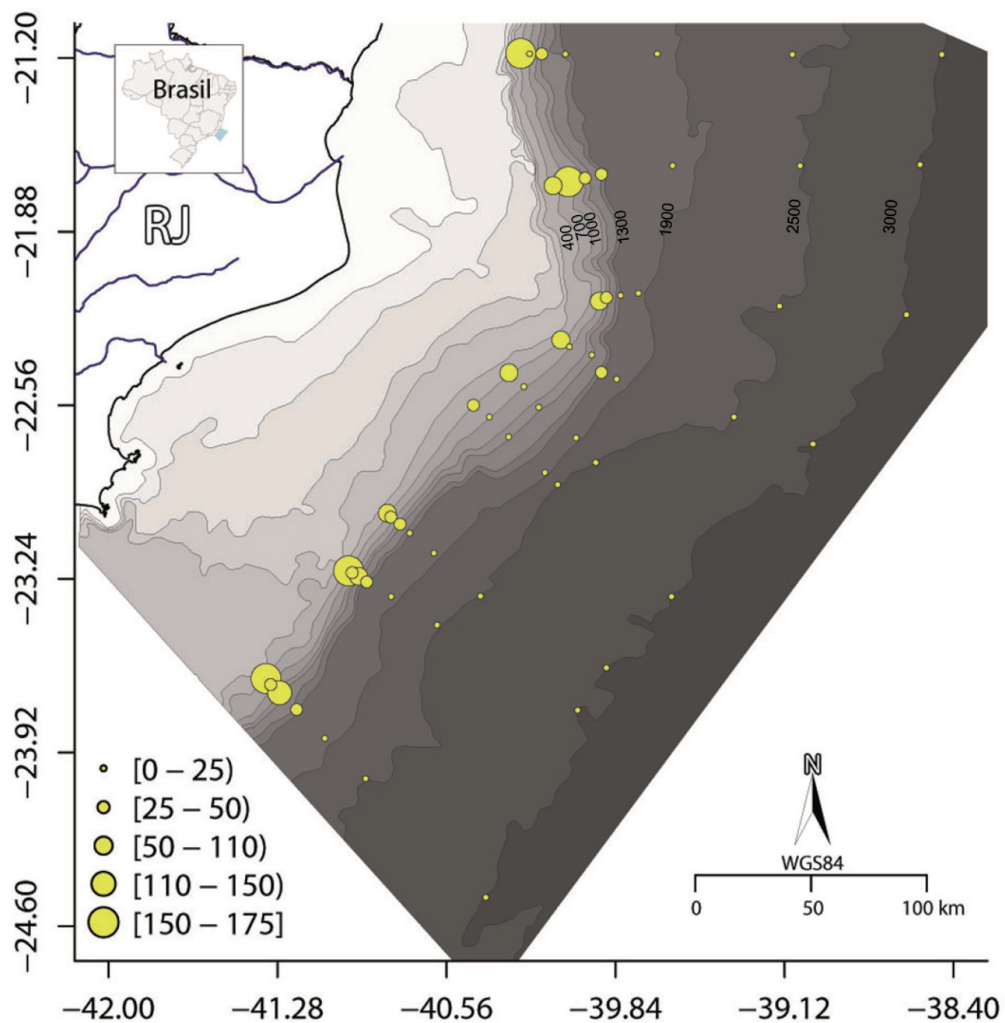


Figura 9 – Valores de densidade (nº indivíduos/10 cm²) ao longo dos transectos A a I, período chuvoso (TPC).

Os valores de diversidade de Shannon-Wiener (H'), alfa de Fisher (α), e riqueza (S), são relativamente maiores se comparados aos do período seco (TPS), e diminuem com a profundidade, ocorrendo o inverso com os valores de dominância de Simpson (λ). Por sua vez, os valores de J' são menores na isóbata de 400 m, não apresentando grandes variações entre as profundidades de 700 m e 3.000 m (Tabela 3).

À semelhança da maioria dos descritores ecológicos, os valores de BFHP decrescem com a batimetria, à exceção do transecto G, onde valores de 40% a 70% ocorrem na profundidade de 3.000 m, como pode ser observado na Figura 10. Os maiores valores (70 a 90%) são constatados, nas isóbatas de 400 m (transectos C e I) e 700 m (transecto I). Ressalta-se também, a ocorrência de valores de 10% a 25% na isóbata de 3.000 m nos transectos D e I.

3.2.3. Ordenação, Indicator Species Analysis (ISA) e correlação

Semelhantemente ao período seco, a análise de agrupamento (modo Q) para o período chuvoso demonstrou a dissimilaridade entre estações do talude médio e superior (Grupo I: profundidades de 400 m a 1.300 m) e talude inferior e Platô de São Paulo (Grupo II: profundidades de 1.900 m a 3.000 m). Para o período chuvoso, foi possível reconhecer três subgrupos no Grupo I: Grupo IA1 (estações localizadas predominantemente no talude superior, 400 m de profundidade), Grupo IA2 (estações localizadas predominantemente no talude médio, 700 m de profundidade) e Grupo IB (estações localizadas no talude médio, profundidades de 1.000 m e 1.300 m).

Para o Grupo II, é possível reconhecer: Grupo IIA1 (estações localizadas no talude médio e inferior, 1.000 m a 3.000 m de profundidade), Grupo IIA2 (estações localizadas no platô de São Paulo, 2.500 m a 3.000 m de profundidade) e Grupo IIB (estações localizadas no talude inferior e platô de São Paulo, 1900 m a 3.000 m de profundidade) (Figura 11).

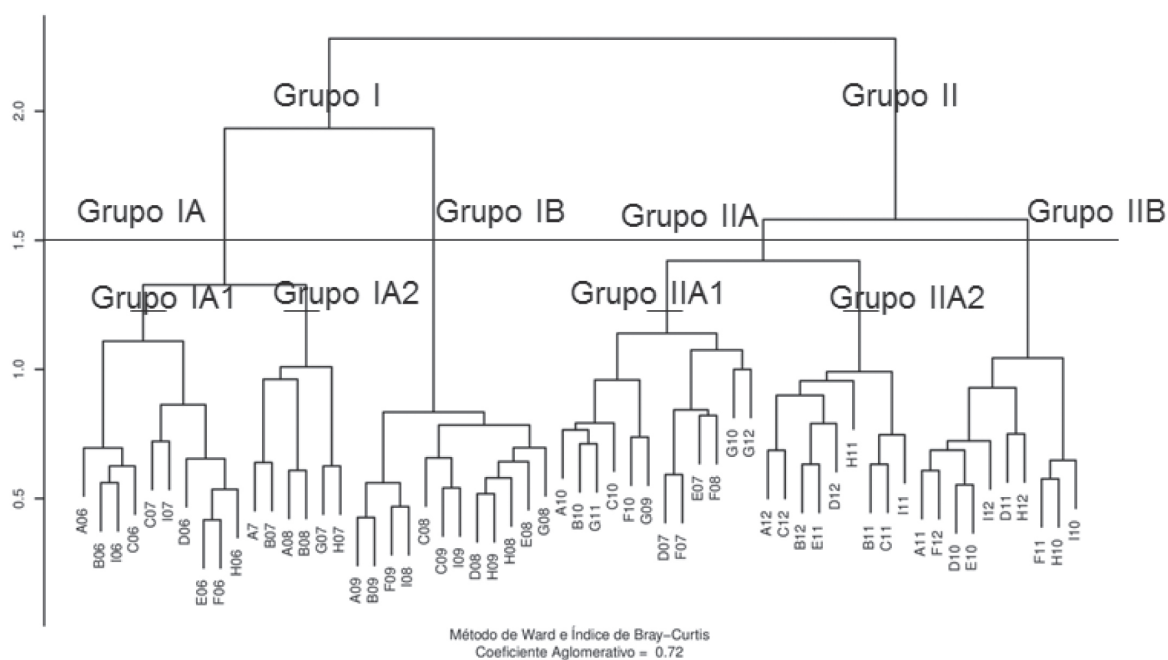


Figura 11 – Análise de agrupamento modo Q, mostrando dois grupos (grupos I e II), que são divididos em subgrupos IA1, IA2 e IB (talude superior e médio) e IIA1, IIA2 e IIB (talude inferior e platô), período chuvoso (TPC). Coeficiente Aglomerativo=0.72.

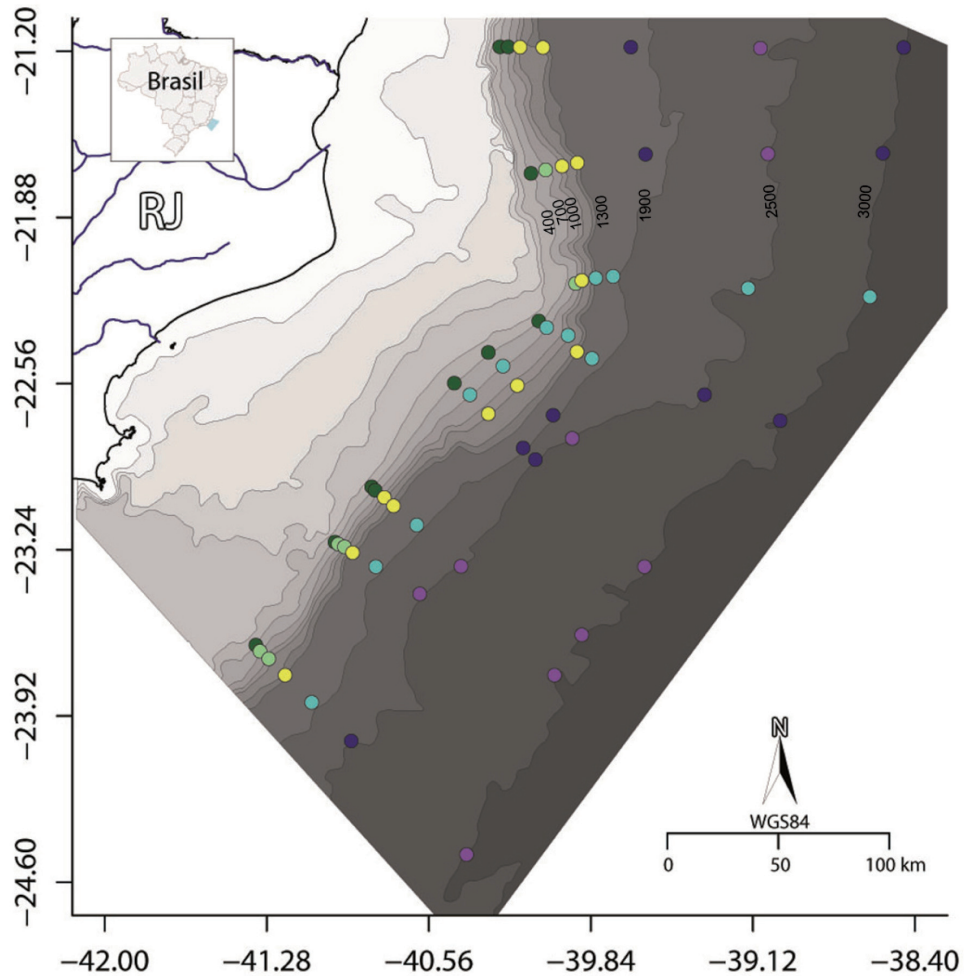


Figura 12 – Mapa de distribuição na área de estudo dos grupos de estações identificados na análise de agrupamento (modo Q), período chuvoso (TPC).

Algumas diferenças podem ser notadas entre a composição dos grupos identificados para os períodos TPS e TPC, são elas: Grupo IA1 (TPS), composto por estações localizadas exclusivamente no talude superior (400 m de profundidade); Grupo IA2 (TPS), composto somente por estações situadas no talude médio (700 m de profundidade); Grupo IB (TPC), a maioria das estações que compõem este grupo está situada a 1.300 m de profundidade, o mesmo não ocorrendo com o Grupo IB (TPS); no Grupo II (TPS), os subgrupos compostos de estações localizadas no talude médio, inferior e platô apresentam maior similaridade que os subgrupos identificados (Figuras 11 e 12).

A maioria das espécies identificadas pela análise ISA como representativas para o Grupo IA1 (TPS) foi reconhecida para o Grupo IA1 (TPC). Entre as espécies que não são comuns a esses grupos, citam-se: *Bolivina currai*, *Bolivina lowmani*, *Bolivina robusta*, *Cassidulina teretis*, *Cyclammina cancellata*, *Dentalina advena*, *Fursenkoina rotundata*, *Martinottiella communis*, *Parabrizalina porrecta*, *Pyrgo insularis*, *Reophax minimus*.

Entre as espécies representativas não comuns aos Grupos IA2 (TPS e TPC), citam-se *Bolivina pacifica*, *Cassidulina laevigata*, *Epistominella exigua*, *Gavelinopsis lobatula*, *Lagenammia difflugiformis*, *Sphaeroidina bulloides*, *Stainforthia complanata* e *Trifarina pauperata*.

Como espécies que definem o Grupo IB (TPC), tem-se *Eggerella advena*, *Hormosinella ovicula*, *Nubeculina divaricata*, *Reophax dentaliniformis*, *Robertina subcylindrica* e *Reophax sp.* Para o Grupo IIA2 (TPC), foram definidas as espécies *Pyrgo murrhina*, *Pyrgoella irregularis* e *Reophax rostrata*, e para o Grupo IIB (TPC), foi reconhecida a espécie *Glomospira gordialis*. Não foram identificadas espécies representativas para os demais grupos.

Em geral, as correlações obtidas entre variáveis bióticas e abióticas, para o período TPC foram mais significativas quando comparadas ao período TPS. Foram constatadas correlações positivas entre fitopigmentos no sedimento e densidade ($r=0,74$), riqueza total ($r=0,69$), e espécies *B. pacifica* ($r=0,65$), *E. exigua* ($r=0,58$); *G. subglobosa* ($r=0,47$); *N. opima* ($r=0,60$); e entre carbono orgânico total e *R. spiculotestus* ($r=0,49$). Observou-se também correlações negativas entre porcentagem de areia e as espécies *B. robusta* ($r=-0,40$) e *R. spiculotestus* ($r=-0,33$) (Tabela 4).

Tabela 4 – Correlação de Spearman entre dados abióticos (areia, carbonato de cálcio, carbono orgânico total – COT, conteúdos de feopigmentos e clorofila a) e bióticos (índice BFHP, densidade, riqueza (S), diversidade de Shannon (H') e α de Fischer, dominância de Simpson (λ) e espécies dominantes), para o período chuvoso (TPC). Dados em negrito representam correlação significativa para $p < 0,05$.

Período seco (TPC)				
Variáveis				
	Areia (%)	Carbonato (%)	COT (%)	Fitopigmentos (Clorofila + Feofitina)
BFHP	0,051	-0,481	0,276	0,615
Densidade (ind./10cm²)	-0,045	-0,649	0,434	0,743
S	-0,003	-0,688	0,478	0,695
J'	0,075	0,132	-0,169	-0,411
α de Fischer	-0,048	-0,313	0,340	0,357
H' (log₂)	-0,218	0,506	-0,186	-0,358
λ	0,128	-0,577	0,361	0,530
<i>Bolivina albatrossi</i>	0,126	-0,611	0,422	0,539
<i>Bolivina minima</i>				
<i>Bolivina currai</i>				
<i>Bolivina pacifica</i>	-0,166	-0,410	0,380	0,646
<i>Bolivina robusta</i>	-0,403	-0,405	0,425	0,545
<i>Bulimina aculeata</i>	0,242	-0,328	0,197	0,377
<i>Cassidulina crassa</i>	0,149	-0,404	0,197	0,509
<i>Cassidulinoides bradyi</i>	0,059	-0,144	0,107	0,384
<i>Ceratobulimina arctica</i>	-0,140	-0,370	0,403	0,637
<i>Epistominella exigua</i>	0,230	-0,554	0,340	0,583
<i>Globocassidulina subglobosa</i>	0,169	-0,591	0,233	0,479
<i>Glomospira gordialis</i>	0,039	0,302	-0,160	-0,084
<i>Islandiella norcrossi</i>	0,016	-0,185	0,092	0,434
<i>Nonionella opima</i>	-0,131	-0,327	0,235	0,561
<i>Nonionella stella</i>				
<i>Pullenia bulloides</i>	-0,048	-0,391	0,289	0,469
<i>Pullenia osloensis</i>				
<i>Quinqueloculina laevigata</i>				
<i>Reophax caribensis</i>	-0,039	-0,205	0,304	0,479
<i>Reophax dentaliniformis</i>	-0,242	-0,463	0,534	0,558
<i>Reophax pilulifera</i>				
<i>Reophax sp.</i>	0,130	-0,193	0,044	0,220
<i>Reophax spiculotestus</i>	-0,336	-0,362	0,493	0,346
<i>Seabrookia earlandi</i>	-0,048	-0,491	0,393	0,541
<i>Siphonina bradyana</i>	0,349	-0,165	0,020	0,238
<i>Trifarina bradyi</i>	0,302	-0,443	0,233	0,356
<i>Uvigerina peregrina</i>	-0,163	-0,453	0,462	0,629

3.3. Período seco (TPS) - Cânions Almirante Câmara e Grussaí e transectos adjacentes (G e H)

3.3.1. Composição específica

Das 591 espécies de foraminíferos bentônicos identificadas na Bacia de Campos, 350 espécies foram constatadas nesta região (cânions Almirante Câmara e Grussaí e transectos G e H). Há evidente predomínio de espécimes calcários hialinos (entre 60% e 100%) nas estações mais rasas (400 m e 700 m de profundidade) no cânion Almirante Câmara (CANAC) e transecto H. Nas profundidades de 1.000 m e 1.300 m, os rotaliíneos ainda predominam no transecto H (em torno de 60%), o mesmo não ocorrendo no cânion Almirante Câmara (CANAC), onde passam a predominar os textulariíneos (40% a 60%). Por sua vez, no cânion Grussaí (CANG) e transecto G, há o predomínio de calcários hialinos (50% a 90%), entre as profundidades de 700 m e 1.300 m. Os espécimes calcários porcelanáceos exibem valores variáveis entre 0 e 20% em todas as estações. (Figura 13).

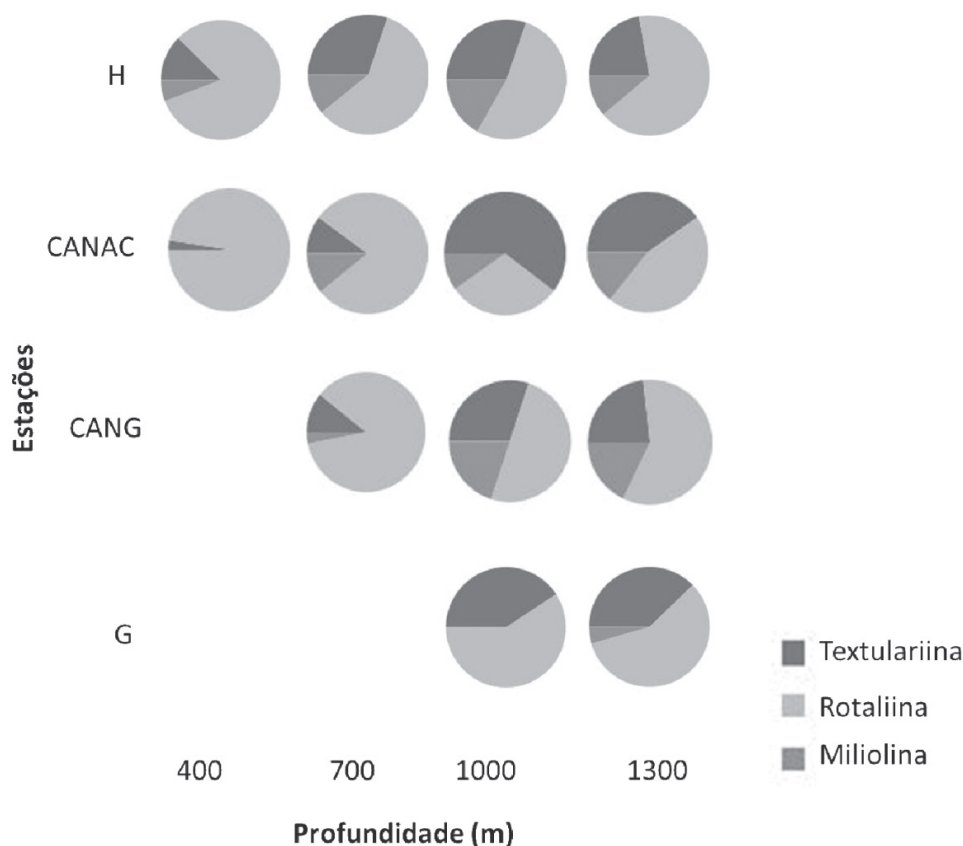


Figura 13 – Distribuição ao longo dos cânions Almirante Câmara (CANAC) e Grussaí (CANG) e transectos G e H, entre as isóbatas de 400 m e 1.300 m, da frequência de espécimes das subordens Rotaliina, Miliolina e Textulariina, período seco (TPS).

3.3.2. Descritores ecológicos

A Tabela 5 e a Figura 14 apresentam os valores de densidade Shannon-Wiener (H') alfa de Fisher (α), riqueza (S), equitatividade de Pielou (J') e dominância de Simpson (λ) de foraminíferos bentônicos vivos calculados para as amostras coletadas nos cânions Almirante Câmara (CANAC) e Grussaí (CANG), e transectos adjacentes G e H.

Tabela 5 – Média de densidade, riqueza (S), equitatividade de Pielou (J'), alfa de Fisher (α), diversidade de Shannon-Wiener (H') e dominância de Simpson (λ) de foraminíferos bentônicos vivos, na fração > 63 μm , das três réplicas nas estações dos transectos G, H, CANG e CANAC, período seco (TPS).

Estação	Densidade (ind./10cm ²)	S	J'	α de Fischer	H' (log ₂)	D_s	Hill
CANAC06	50	18,5	0,75	10,07	3,06	0,17	8,52
CANAC07	287	92	0,74	29,72	4,83	0,08	32,33
CANAC08	80	41,33	0,76	17,82	3,77	0,17	15,61
CANAC09	38	36	0,93	30,92	4,08	0,1	23,38
CANG07	14	19,33	0,91	19,46	3,51	0,15	14,92
CANG08	17	14,67	0,84	27,36	2,7	0,3	9,09
CANG09	17	17	0,88	23,96	3,51	0,14	11,44
G08	30	27,33	0,87	21,77	3,85	0,11	15,8
G09	15	17,5	0,88	15,2	3,6	0,11	12,14
H06	86	52,67	0,69	24,71	3,97	0,21	20,52
H07	155	78,5	0,88	32,6	4,86	0,06	38,94
H08	44	35,33	0,94	32,28	3,97	0,12	22,7
H09	29	30,67	0,9	21,91	4,31	0,07	21,27

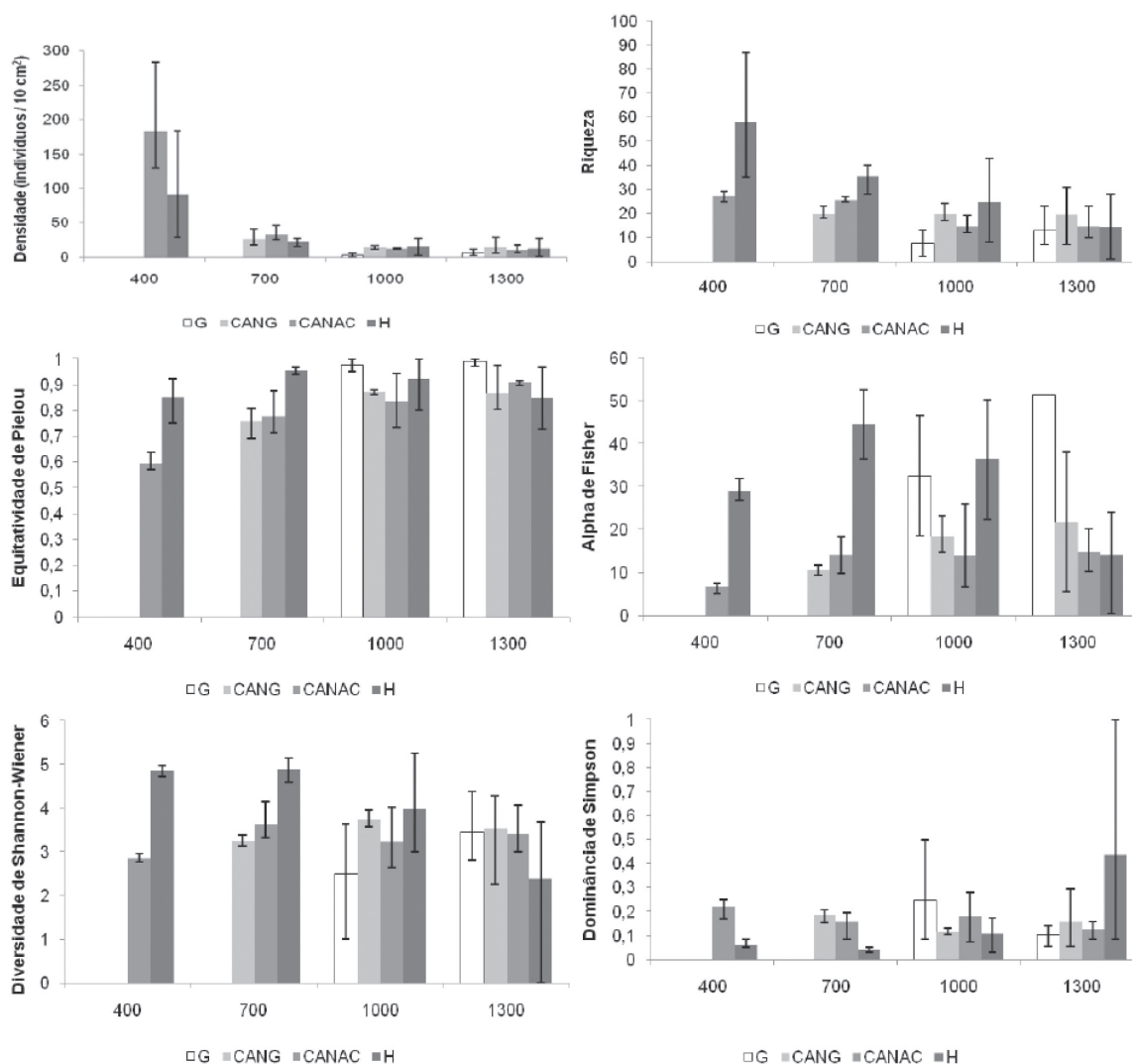


Figura 14 – Média de densidade, riqueza (S), equitatividade de Pielou (J'), alfa de Fisher (α), Shannon-Wiener (H'), dominância de Simpson (λ) de foraminíferos bentônicos vivos, na fração $> 63 \mu\text{m}$, nas estações nos cânions Grussaí (CANG), Almirante Câmara (CANAC), e transectos G e H, período seco (TPS). Valores de média, mínimo e máximo estão indicados.

No cânion Almirante Câmara (CANAC), observam-se maiores valores de densidade nas isóbatas de 400 m e 700 m em relação ao transecto adjacente H, enquanto nas profundidades de 1.000 m e 1.300 m, não se constata grandes diferenças na densidade de indivíduos. Os valores de Shannon-Wiener (H'), alfa de Fisher (α) e riqueza (S), são maiores no transecto H entre 400 m e 1.000 m de profundidade, ao contrário de dominância de Simpson (λ), cujos valores são maiores em Almirante Câmara (CANAC). O índice de Shannon-Wiener (H') apresenta um padrão constante ao longo do gradiente batimétrico, com valores maiores no transecto H (Figura 14). A análise PERMANOVA permitiu verificar interações significativas entre isóbatas e

transectos (Tabela 6). Estas diferenças ocorreram principalmente na densidade de foraminíferos, entre o cânion Almirante Câmara (CANAC) e o transecto H, nas isóbatas de 400 m a 1.300 m.

Tabela 6 – Análise de variância Permanova, mostrando as diferenças significativas entre o cânion CANAC e transecto adjacente H, nas isóbatas 400 m, 700 m, 1.000 m e 1.300 m, período seco (TPS). Valores em negrito representam significância para $p < 0,05$.

Fator	Número de fatores	F	P
Isóbata	4	2,4969	0,0002
Transecto	2	2,3511	0,0018
Isóbata x Transecto	8	1,8603	0,0008

No cânion Grussaí (CANG), ocorrem valores de densidade, Shannon-Wiener (H'), e riqueza (S) maiores nas isóbatas de 1.000 m e 1.300 m, em relação ao transecto G, ocorrendo o inverso com os valores de alfa de Fisher (α) e equitatividade de Pielou (J'). Com relação à dominância de Simpson (λ), os valores são maiores em G, na isóbata de 1.000 m, e em CANG a 1.300 m de profundidade (Figura 14).

3.3.3. Biomassa

Os valores de biomassa são relativamente maiores no cânion Almirante Câmara (CANAC) entre as isóbatas de 400 m a 1.000 m em relação ao transecto H. Por sua vez, no cânion Grussaí (CANG) os valores de biomassa são relativamente menores na isóbata de 1.000m quando comparados aos do transecto adjacente G (Figura 15).

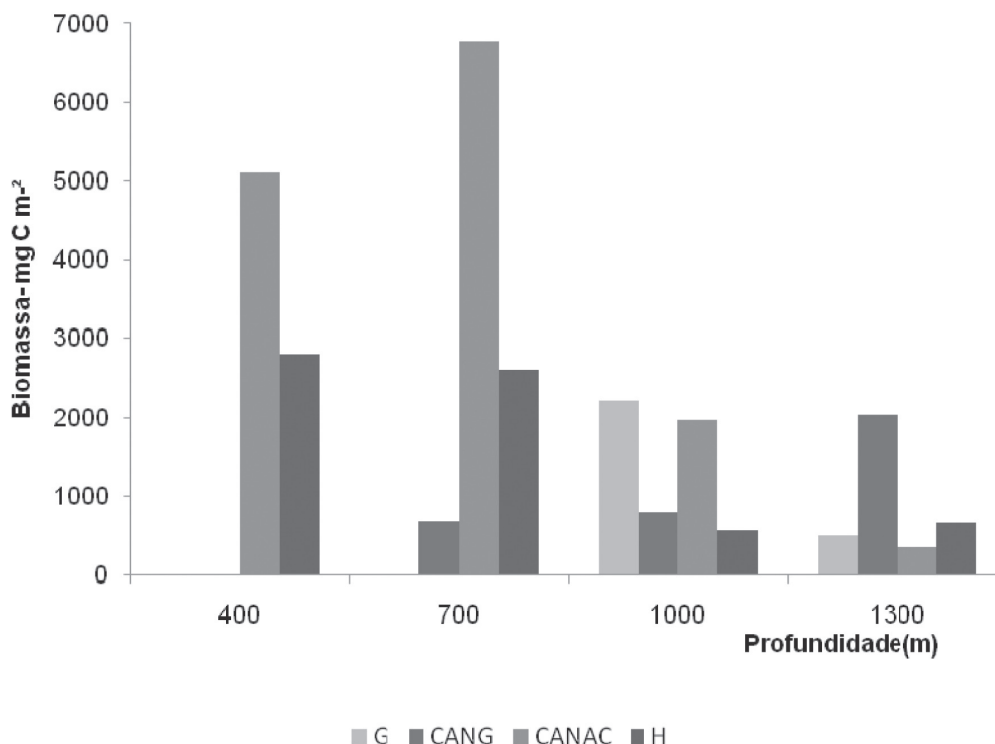


Figura 15 – Valores de biomassa (mgC.m⁻²), entre as isóbatas de 400 m e 1.300 m, nos cânions Almirante Câmara (CANAC) e cânion Grussaí (CANG) e transectos adjacentes G e H, período seco (TPS).

3.4. Período Chuvoso (TPC) – Cânions Almirante Câmara e Grussaí

3.4.1. Composição específica

No período TPC, à semelhança do período TPS, predominam espécimes calcários hialinos (60% a 90%) nas estações situadas a 400 m e 700 m de profundidade, no cânion Almirante Câmara (CANAC) e transecto H. Todavia, a partir de 1.000 m de profundidade, os textularíneos passam a ser abundantes (50% a 75%) tanto no cânion como no transecto H, o que não se observa no período seco. Quanto ao cânion CANG e transecto G, observa-se o predomínio de calcários hialinos (65% a 80%) na isóбата de 700 m, ocorrendo no transecto G, a partir de 1.000 m de profundidade, incremento nas porcentagens de foraminíferos textularíneos (54% a 70%). No cânion Grussaí (CANG), entretanto, observa-se na isóбата de 1.000 m, frequências semelhantes das subordens, passando ao predomínio da subordem Textulariina (70%) na profundidade de 1.300 m (Figura 16).

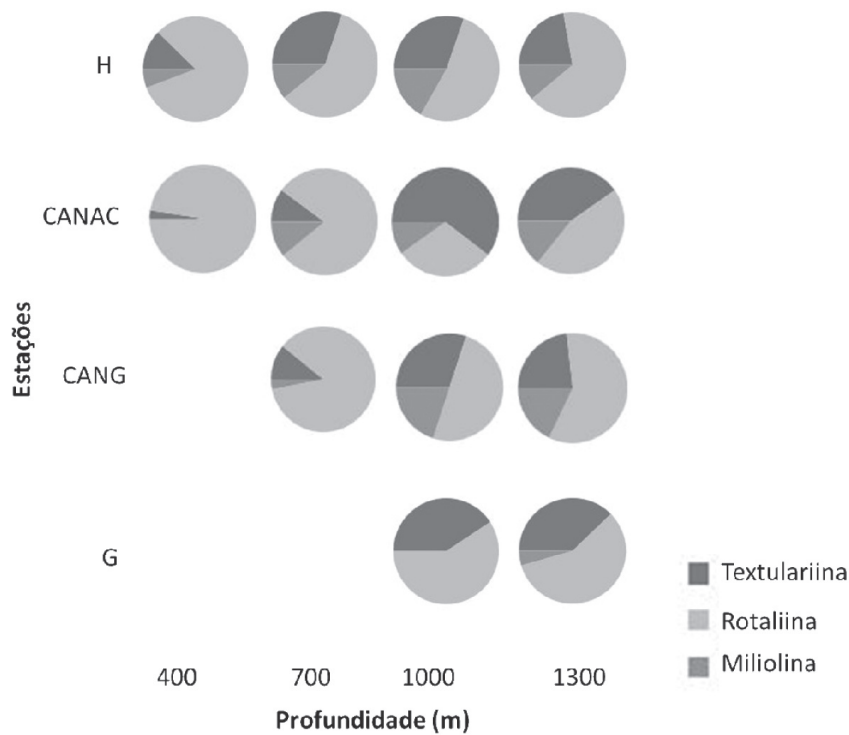


Figura 16 – Distribuição ao longo dos cânions Almirante Câmara (CANAC) e Grussaí (CANG) e transectos G e H, entre as isóbatas de 400 m e 1.300 m, da frequência de espécimes das subordens Rotaliina, Miliolina e Textulariina, período chuvoso (TPC).

3.4.2. Descritores ecológicos

Na Tabela 7 e Figura 17, observam-se os valores de densidade, diversidade de Shannon-Wiener (H'), alfa de Fisher (α), riqueza (S), equitatividade de Pielou (J') e dominância (λ), calculados para as amostras coletadas nos cânions Almirante Câmara (CANAC) e Grussaí (CANG) e transectos adjacentes G e H.

Tabela 7 – Média de densidade, riqueza (S), equitatividade de Pielou (J'), alfa de Fisher (α), diversidade de Shannon-Wiener (H') e dominância de Simpson (λ) de foraminíferos bentônicos vivos, na fração > 63 μ m, das três réplicas nas estações dos transectos G, H, CANG e CANAC, período chuvoso (TPC).

Estação	Profundi- dade (m)	Densidade (ind./10cm ²)	S	J'	α de Fischer	H' (log ₂)	λ
CANAC06	400	50	18	0,75	10,07	3,06	0,17
CANAC07	700	287	92	0,74	29,72	4,83	0,08
CANAC08	1000	80	41	0,76	17,82	3,77	0,17
CANAC09	1300	38	36	0,93	30,92	4,08	0,1
CANG07	700	14	19	0,91	19,46	3,51	0,15
CANG08	1000	17	15	0,84	27,36	2,7	0,3
CANG09	1300	17	17	0,88	23,96	3,51	0,14
G07	700	73	41	0,79	16,42	4,22	0,09
G08	1000	30	27	0,87	21,77	3,85	0,11
G09	1300	15	17	0,88	15,2	3,6	0,11
H06	400	86	53	0,69	24,71	3,97	0,21
H07	700	155	78	0,88	32,6	4,86	0,06
H08	1000	44	35	0,94	32,28	3,97	0,12
H09	1300	29	31	0,9	21,91	4,31	0,07

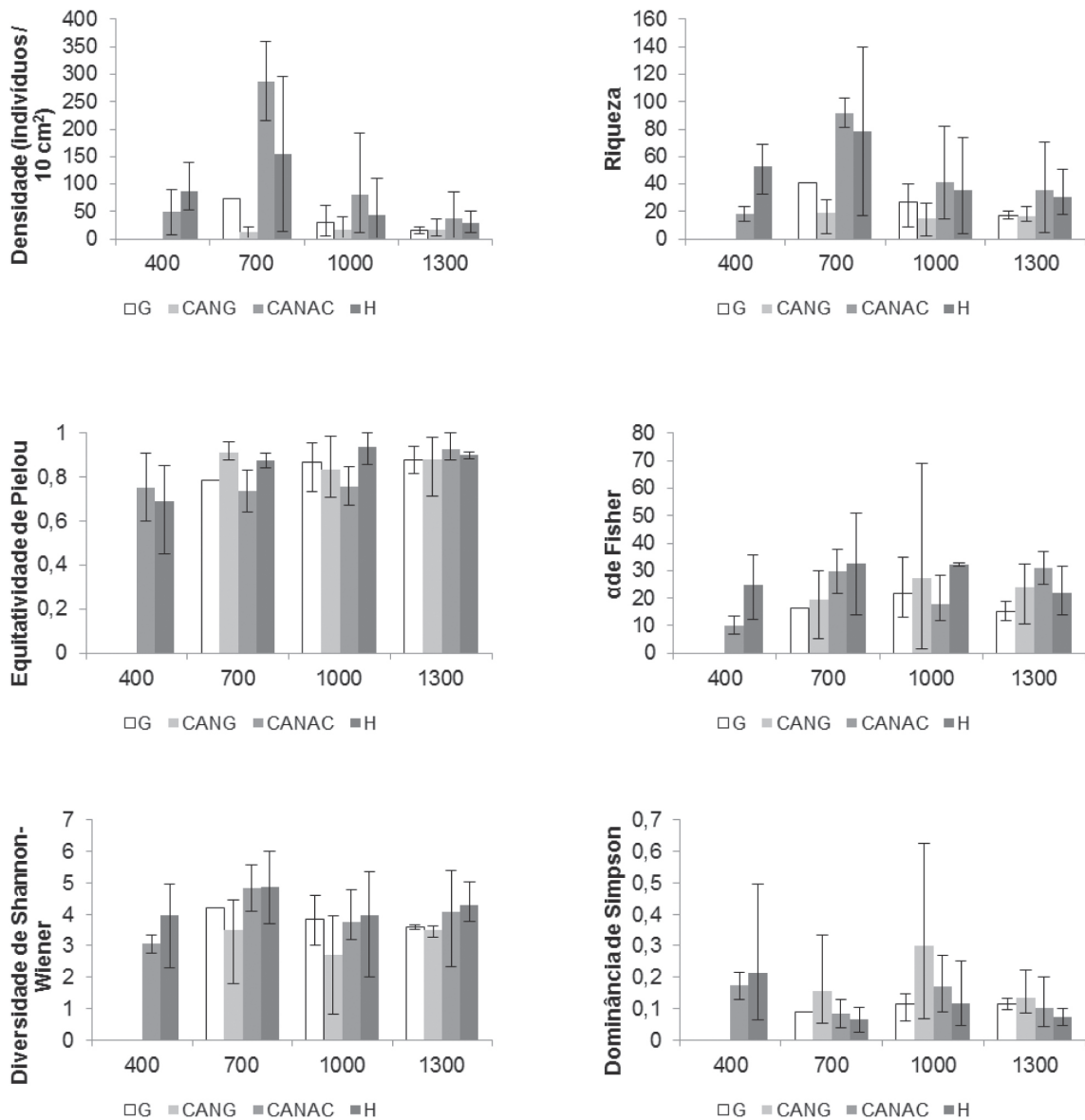


Figura 17 – Densidade, riqueza (S), equitatividade de Pielou (J'), alfa de Fisher (α), diversidade de Shannon-Wiener (H'), e dominância de Simpson (λ) de foraminíferos bentônicos vivos, na fração $> 63 \mu\text{m}$, nas estações nos cânions Grussaí (CANG) e Almirante Câmara (CANAC), e transectos G e H, período chuvoso (TPC). Valores de média, mínimo e máximo estão indicados.

Os valores de densidade, riqueza (S), e dominância de Simpson (λ) são maiores em H, na isóbata de 400 m, em relação ao cânion Almirante Câmara (CANAC), ocorrendo o inverso a partir de 700 m de profundidade. Quanto aos demais descritores, o padrão de ocorrência não é claro.

Comparando os descritores ecológicos no cânion Grussaí (CANG) e transecto G, observa-se que os valores de densidade, riqueza (S), e diversidade de Shannon-Wiener (H'), são, ao longo do gradiente batimétrico, maiores no transecto G em relação ao cânion. Padrão oposto é observado nos valores de α de Fisher. Os valores de J' não seguem nenhum padrão bem definido (Figura 17).

4. Discussão

A análise dos dados obtidos permite-nos reconhecer que a distribuição de foraminíferos bentônicos, nos períodos TPS e TPC, ocorre segundo dois grandes setores no talude da Bacia de Campos: talude superior/médio (400 m a 1.300 m de profundidade) e talude inferior/Platô de São Paulo (1.900 m a 3.000 m de profundidade), conforme já demonstrado por Yamashita (2011) para a porção sul da bacia. Além da ocorrência da comunidade de foraminíferos segundo um gradiente batimétrico, é possível também reconhecer como os processos hidrodinâmicos, que comandam entre outros, a disponibilidade de alimento, oxigenação e o estado energético no limite bento-pelágico na área, estão refletidos nas associações de foraminíferos bentônicos.

4.1. Setor talude superior e médio

Os altos valores de densidade de indivíduos constatados no talude superior, nos períodos TPC e TPS, demonstram que nesse setor do talude as condições são propícias a sobrevivência e reprodução da população vivente. Os altos valores de diversidade, em associação com os valores relativamente baixos de dominância de Simpson (λ) de espécies refletem a distribuição homogênea das espécies e a estabilidade do ambiente.

O predomínio, em ambos os períodos, de espécies calcárias hialinas, entre outras bolivinídeos (i.e., *B. pacifica*), buliminídeos (i.e., *B. aculeata*, *B. marginata*), *C. bradyi*, *G. lobatula*, *H. pilulifera*, *N. stella*, *P. bulloides* e *U. peregrina*, consideradas como espécies infaunais (Corliss & Chen, 1988; Jorissen *et al.*, 1998; Fontanier *et al.*, 2003), detritívoras (Schmiedl *et al.*, 1997), e características de ambiente com fluxo elevado e sustentável de matéria orgânica metabolizável (Gooday & Rathburn, 1999; Donnici & Barbero, 2002; Martins *et al.*, 2007; Gupta, 2010) é indicativo de que a disponibilidade de alimento não é restritiva. Valores altos do índice BFHP, e correlações positivas da densidade, riqueza total, e da maioria das espécies, com conteúdos de

carbono orgânico total e/ou fitopigmentos no sedimento, corroboram a influência do aporte alimentar na comunidade de foraminíferos bentônicos nesse setor da bacia, principalmente no período TPC. A influência do substrato na distribuição das espécies pode ser considerada como secundária, tendo em vista os baixos valores de correlação obtidos entre a porcentagem de areia e os parâmetros bióticos.

Apesar do talude superior da bacia estar sob condições relativamente mais eutróficas, os altos valores de diversidade refletem que a disponibilidade de oxigênio não deve ser limitada (Kuhnt *et al.*, 1995). A presença no talude superior da Corrente do Brasil, com velocidades entre 0,40 e 0,70 ms⁻¹ (Silveira *et al.*, 2008), corrobora essas condições de potencial redox.

No talude médio (700 m de profundidade), em ambos os períodos, constata-se, em geral, decréscimo nos valores de densidade de indivíduos, diversidade, riqueza, notadamente no período TPS, refletindo menor estabilidade do ambiente. Todavia, os valores altos de equitatividade demonstram que a distribuição das espécies permanece homogênea nesse setor do talude.

No período TPS, algumas das espécies mais frequentes no talude médio apresentaram correlação positiva com conteúdo de fitopigmentos no sedimento (*T. bradyi*) e/ou carbono orgânico total (*G. subglobosa*). Ocorrem também espécies indicadoras de aporte de fitodetritos (i.e., *Adercotryma glomerata*) (Gooday, 1993) e de alta disponibilidade de oxigênio na água de fundo (i.e., *G. gordialis*, *G. subglobosa*, *T. angulosa*) (Linke & Lutze, 1993; Kaminski *et al.*, 1996; Schönfeld, 2002).

Portanto, pressupõe-se que, a 700 m de profundidade, não haja limitação nos teores de oxigênio das águas de fundo, mas ocorra menor disponibilidade de alimento em comparação ao talude superior, com aporte de nutrientes provavelmente em pulsos. A diminuição nos valores de BFHP e de densidade de foraminíferos corrobora essas condições. Nesta profundidade, há o domínio da CCI que, atinge segundo Silveira *et al.* (2004), velocidades de até 0,30 m.s⁻¹ no seu núcleo, localizado entre 800 m e 900 m de profundidade. A presença da CCI, cuja atuação junto ao fundo promoveria resuspensão de sedimento, está refletida na ocorrência de espécies como *A. angulosa* e *G. subglobosa*, indicadoras de fortes correntes de fundo (Mackensen *et al.*, 1995).

Por sua vez, no TPC, além da ocorrência das espécies acima mencionadas, o setor a 700 m de profundidade é definido por *Bolivina pacifica*, *Cassidulina laevigata*, *Epistominella exigua*, *Gavelinopsis lobatula*, *Lagenammia difflugiformis*, *Sphaeroi-*

dina bulloides e *Trifarina pauperata*. Essas espécies são indicadoras de maior aporte de carbono orgânico e/ou alta produtividade oceânica (Gooday & Rathburn, 1999; Gooday & Turley, 1990; Harloff & Mackensen, 1997; Altenbach *et al.*, 2003; Fontanier *et al.*, 2003), refletindo maior disponibilidade de alimento no talude médio no período chuvoso.

Ainda é pouco conhecido como o suprimento alimentar pode ser levado para o fundo oceânico da bacia. Um dos prováveis mecanismos seria pela exportação da produtividade primária, que por sua vez, seria controlada pela presença de meandros e vórtices, que desencadeariam o processo de ressurgência de quebra de plataforma (Campos *et al.*, 2000; Calado *et al.*, 2010).

De acordo com Burone *et al.* (2011), a produtividade primária da coluna de água seria um dos principais fatores responsáveis pelas mudanças nas associações de foraminíferos bentônicos na plataforma e talude superior no sudeste Brasileiro. A presença, no talude superior da bacia, de espécies do gênero *Bolivina* e *Bulimina*, entre outras, e da correlação positiva da maioria dessas espécies com o conteúdo de carbono orgânico total e/ou de fitopigmentos no sedimento, demonstra a importância do fluxo de carbono orgânico exportado para o fundo para a comunidade de foraminíferos bentônicos nesse setor da área.

Além disso, a presença no talude médio, a 700 m de profundidade, no período TPC, da espécie *Epistominella exigua* refletiria fluxos orgânicos sazonais para o talude médio da Bacia de Campos Sousa *et al.* (2006). Essa espécie é característica de áreas com deposição sazonal de fitodetritos no Atlântico Norte e considerada uma espécie oportunista (r-estrategista), capaz de crescer e reproduzir rapidamente na presença de fitodetritos (Gooday, 1993). Dados de correlação dessa espécie com fitopigmentos nos sedimentos corroboram estão de acordo com o comportamento oportunista desta espécie em resposta ao fluxo intermitente de fitodetritos nesse setor da bacia.

Contudo, não se deve deixar de considerar a ação de correntes de turbidez e/ou correntes de contorno como mecanismo no aporte de alimento para o fundo oceânico. Essas correntes, embora promovam a resuspensão do sedimento, podem ser ricas em nutrientes, que muitas vezes são rapidamente consumidos pela microfauna bentônica. A atividade bacteriana tem também um papel importante na composição da matéria orgânica nos sedimentos, e trabalhos têm demonstrado o aumento na biomassa microbiana em áreas da plataforma continental sudeste brasileira, caracte-

rizadas por eventos de ressurgência (Sumida *et al.*, 2005).

O decréscimo no talude médio, entre 1.000 m e 1.300 m de profundidade, nos valores de densidade sugere que as condições são menos propícias à sobrevivência e reprodução dos organismos.

Neste setor, o incremento na porcentagem de textulariíneos, associado à diminuição considerável nos valores de densidade de indivíduos e dos valores de BFHP, e o aumento nos valores de dominância, refletem condições mais restritivas à comunidade bentônica possivelmente quanto à disponibilidade de alimento. No TPS, apesar da grande variabilidade latitudinal na composição de espécies, o talude médio da bacia é definido predominantemente pela presença exclusiva de foraminíferos aglutinantes pertencentes a espécies dos gêneros *Reophax* e *Lagenammia*, que são consideradas infaunais e detritívoras (Murray, 1991) e indicativas de matéria orgânica refratária (Gooday, 1996).

Nesse setor do talude médio, no período TPC, os valores de densidade, riqueza, diversidade e do BFHP são relativamente maiores que aqueles do período TPS. As espécies representativas são calcárias hialinas (i.e., *Uvigerina* spp.) e aglutinantes (i.e., espécies de *Reophax*). Espécies de *Uvigerina* são consideradas como infaunais (Corliss, 1991), detritívoras (Murray, 1991) e indicativas de aporte de carbono orgânico e/ou alta produtividade (Gooday & Rathburn, 1999). *Uvigerina* spp. apresenta correlação positiva com COT e feopigmentos, tal como *R. dentaliniformis*, o que reflete a influência da disponibilidade de alimento nesse setor da bacia no período TPC no ciclo biológico dessas espécies

4.2. Talude inferior e Platô de São Paulo

Nesses setores da Bacia de Campos, o domínio de textulariíneos, menores valores de densidade, diversidade, riqueza, e BFHP, além de valores elevados de dominância, refletem condições ambientais mais restritivas quanto a disponibilidade de alimento, nos períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC). Segundo Murray (1992 *apud* Kurbjeweit *et al.*, 2000), densidades menores do que 10 indivíduos/10 cm² são típicas de áreas oligotróficas com baixa produtividade, como os mares profundos. Porém, deve-se lembrar que não foram contabilizados os foraminíferos aglutinantes tubulares no cálculo da densidade. Portanto os valores de densidade, quando analisados isoladamente, devem ser vistos com cautela na avaliação da disponibilidade de alimento.

No período seco (TPS), a baixa densidade de indivíduos dificulta, por exemplo, a separação dos grupos de estações localizadas no talude inferior e platô de São Paulo, observa-se inclusive o Grupo IIA1 englobando estações do talude médio e talude inferior/platô de São Paulo. A presença de *R. helenae* e *Reophax* spp., consideradas como infaunais e detritívoras (Murray, 1991) nas estações reunidas neste grupo pode refletir disponibilidade de matéria orgânica refratária (Gooday, 1996). Nas demais estações do talude inferior, a associação de *Reophax* spp. e *Haplophragmoides* spp., também considerada como infaunal e detritívora (Murray, op. cit.) fazem-nos supor condições ambientais semelhantes às estações pertencentes ao Grupo IIA1.

No período chuvoso (TPC), os valores de densidade, diversidade, riqueza e BFHP são relativamente superiores em relação ao período seco (TPS), talvez refletindo condições relativamente menos estressantes quanto à disponibilidade de alimento para o talude inferior. Todavia, a distribuição dos grupos de estações do talude inferior e platô é semelhante aquela observada para o período seco (TPS). A presença de *Reophax* spp., *Trochammina* spp. e *Deuterammina ochracea*, espécies indicadoras de baixa concentração de carbono orgânico e alto conteúdo de oxigênio nas águas de fundo, e *Glomospira gordialis*, considerada como indicativa de ambientes com alta disponibilidade de oxigênio (Kaminski *et al.*, 1996) refletem também condições oligotróficas nesse setor no período chuvoso (TPC).

Por sua vez, no platô de São Paulo, nos períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC), a presença das espécies *P. irregularis*, e *Quinqueloculina* spp., consideradas epifaunais (Murray, 1991), refletem condições relativamente mais oligotróficas nesse setor, de acordo com o modelo TrOx (Jorissen *et al.*, 1995).

A baixa densidade de indivíduos tanto nos períodos seco (TPS) como no chuvoso (TPC) neste setor, parece refletir a reduzida disponibilidade de nutrientes e/ou conteúdo de M.O. no sedimento, . Todavia, são necessárias outras coletas para se confirmar este cenário e as possíveis diferenças sazonais, que contribuiriam na distribuição dos foraminíferos bentônicos em sua utilização como indicador de aporte de detritos antropogênicos.

4.3. Cânions

Diferenças na estrutura ecológica da comunidade de foraminíferos bentônicos presentes nos cânions e no talude aberto, demonstrada pela análise de variância, permitem-nos inferir condições ambientais diferenciadas entre esses sistemas na Ba-

cia de Campos. No período seco (TPS), a ocorrência nos cânions Almirante Câmara (CANAC) (entre as isóbatas de 400 m e 1.000 m), e Grussaí (CANG) (entre as isóbatas de 1.000 m e 1.300 m), de maior densidade e biomassa de foraminíferos, predomínio de calcários hialinos e diminuição nos valores de diversidade, em relação aos transectos adjacentes, leva-nos a supor condições relativamente mais eutróficas nos cânions do que no talude aberto (Kuhnt *et al.*, 1995). Segundo Schmiedl *et al.* (1997), o fluxo vertical de carbono orgânico pode desencadear o aumento na reprodução dos foraminíferos bentônicos e de sua biomassa.

Maior disponibilidade de matéria orgânica pode ser também inferida para a isóbata de 1.000 m no cânion Almirante Câmara (CANAC) em relação ao talude aberto, no período chuvoso (TPC), com base nos valores elevados de densidade e a presença de espécies calcárias hialinas (i.e., *Pullenia osloensis*) e aglutinantes (i.e., *Hormosira pilulifera*), características de pulsos de suprimento alimentar (Gupta, 2010). Entretanto, tais condições não foram constatadas para o cânion Grussaí (CANG) nesse período amostrado. As diferenças nas condições tróficas nos cânions em relação ao talude aberto devem-se provavelmente à morfologia em forma de vale profundo do cânion Almirante Câmara (CANAC), que teria sido escavado anteriormente pelo fluxo do rio Paraíba do Sul (Machado *et al.*, 2004), o que possibilitaria condições de maior deposição de matéria orgânica.

Os dados obtidos corroboram outros trabalhos (i.e., Schmiedl *et al.*, 2000; Fontanier *et al.*, 2005, 2008; Hess & Jorissen, 2009), que têm demonstrado mudanças na estrutura da comunidade de foraminíferos bentônicos em razão, muitas vezes, de condições tróficas diferenciadas nos sistemas cânions em comparação com o talude aberto.

5. Conclusões

As populações de foraminíferos bentônicos vivos estão distribuídas no talude continental da Bacia de Campos de acordo com um gradiente batimétrico. Diferenças na estrutura ecológica permitem reconhecer que esses microorganismos têm sua ocorrência segundo dois grandes setores na bacia, são eles, talude superior/médio (isóbatas de 400 m a 1.300 m) e talude inferior/Platô de São Paulo (isóbatas de 1.900 m a 3.000 m).

A disponibilidade e a qualidade de alimento são provavelmente os principais fatores condicionantes na distribuição dos foraminíferos no talude da bacia, sendo aparentemente secundária a influência das condições de oxigenação das águas de fundo e o subs-

trato. A maior abundância de espécies indicadoras de aporte de carbono orgânico no período chuvoso (TPC) sugere maior disponibilidade de alimento para o fundo oceânico nesse período, podendo estar relacionada à maior produtividade primária. Todavia, essa é uma questão que merece comprovação.

Nas estações mais rasas (400 m), há predomínio de foraminíferos calcários hialinos, com valores relativamente maiores de densidade de indivíduos, diversidade e riqueza, e composição de espécies preferencialmente infaunais, detritívoras, refletindo maior disponibilidade de alimento. Nas estações do talude médio (700 m), os valores de densidade, diversidade e riqueza decrescem, e a presença de espécies oportunistas associadas a pulsos de fitodetritos, são reflexos de um aporte alimentar sazonal. No talude médio, entre 1.000 m e 1.300 m, a densidade, diversidade e riqueza são ainda menores, bem como ocorre o predomínio de foraminíferos textularíneos, levando a supor restrições maiores ao aporte alimentar nessa região da bacia.

No talude inferior/Platô de São Paulo, os valores baixos de densidade de indivíduos e de diversidade e a alta dominância de espécies de foraminíferos aglutinantes epifaunais sugerem condições tipicamente oligotróficas, com fluxos de carbono orgânico baixos e alimento limitado. Os baixos valores de densidade nessa região da bacia não podem ser explicados pela profundidade de compensação da calcita, que estaria na região situada em aproximadamente 4.500 m de profundidade.

O cânion Almirante Câmara (CANAC), em função de sua topografia (fundo da calha do cânion em formato “U” um entalhamento em forma “V”), se revelou um local de aprisionamento de matéria orgânica, o que se reflete na densidade e biomassa de foraminíferos bentônicos.

Variações latitudinais da comunidade de foraminíferos bentônicos, notadamente no talude inferior, ao largo do Cabo de São Tomé, podem estar relacionadas à presença de meandros, que promoveriam o aporte de nutrientes para regiões mais profundas da bacia, entretanto, essa é ainda uma questão que demandará avaliações adicionais.

Agradecimentos

Os autores agradem especialmente a Helena Lavrado pelos comentários e sugestões. Nós também agradecemos a toda equipe do projeto HABITATS pelo apoio técnico na realização desse trabalho. Gostaríamos também de expressar nossa gratidão aos alunos de graduação e de pós-graduação do Laboratório de Bioindicadores Ambientais do IOUSP, pelo auxílio dado nas diferentes etapas de desenvolvimento do trabalho.

Referências bibliográficas

- Altenbach, A.V., Sarnthein, M., 1989. Productivity record in benthic foraminifera. In: Berger W.H., Smetacek V.S., Wefer G. (ed) Productivity of the ocean: present and past. Wiley, Chichester, pp 255–269.
- Altenbach, A. V., Struck, U., 2001. On the coherence of organic carbon flux and benthic foraminiferal biomass. *J. Foraminiferal Res.* 31, 79–85.
- Altenbach, A.V., Lutze, G. F., Schiebel, R., Schönfeld, J., 2003. Impact of interrelated and interdependent ecological controls on benthic foraminifera: an example from the Gulf of Guinea. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 197, 213–238.
- Barbosa, V.P., 1998. Foraminíferos Bentônicos Quaternários do Talude Continental da Bacia de Santos: Sistemática, Paleobatimetria e Paleoecologia. Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 427p.
- Barbosa, V.P., 2002. Sistemática, bioestratigrafia e paleoceanografia de foraminíferos do quaternário do talude continental das bacias de Santos e Campos. Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 247p.
- Boltovskoy, E., Guissani, G., Watanabe, S., Wright, R., 1980. Atlas of benthic shelf foraminifera of the southwest Atlantic. Boston-London, Dr W. Junk by Publishers. The Hague. First Edition.
- Burone, L., Sousa, S.H.M., Mahiques, M.M., Valente, P., Ciotti, A., Yamashita, C., 2011. Benthic foraminiferal distribution on the southeastern Brazilian shelf and upper slope. *Mar. Biol.* Vol 158, 159-179. DOI 10.1007/s00227-010-1549-7.
- Burone, L., Pires-Vanin, A.M.S., 2006. Foraminiferal assemblages in Ubatuba Bay, south-eastern Brazilian coast. *Sci Mar.* 70(2), 203–217.
- Caddah, L.F.G., Kowsmann, R.O., Viana, A.R., 1998. Slope sedimentary facies associated with Pleistocene and Holocene sea-level changes, Campos Basin, southeast Brazilian margin. *Sediment.Geol.* 115, 159–174.
- Calado, L., Silveira, I. C. A., Gangopadhyay, A., Castro, B. M., 2010. Eddy-induced upwelling off Cape São Tomé 22oS, Brazil. *Cont. Shelf Res.* 30, 1181–1188, doi:10.1016/j.csr.2010.03.007
-

-
- Campos, E.J.D., Velhote, D., Silveira, I. C. A., 2000. Shelf break upwelling driven by Brazil Current cyclonic meanders. *Geophys. Res. Lett.* 27 (5), 751-754.
- Ciotti, A.M., Kampel, M., 2001. Concurrent observations of ocean color and sea surface temperature between Cabo Frio e Cabo São Tomé. *Anais X SBSR.* 785-791.
- Corliss, B.H., 1991. Morphology and microhabitat preferences of benthic foraminifera from the northwest Atlantic Ocean. *Mar Micropaleontol.* 17, 195–236.
- Corliss, B.H., Chen, C., 1988. Morphotype patterns of Norwegian Sea deep-sea benthic foraminifera and ecological implications. *Geol.*, 16, 716-719.
- De Rijk, S., Jorissen, F.J., Rohling, E.J., Troelstra, S.R., 2000. Organic flux control on bathymetric zonation of Mediterranean benthic foraminifera. *Mar. Micropaleontol.* 40,151-166.
- Donnici, S., Barbero, R.S., 2002. The benthic foraminiferal communities of the northern Adriatic continental shelf. *Mar. Micropaleontol.* 44, 93-123.
- Dufrêne, M., Legendre, P., 1997. Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs.* 67(3), 345–366.
- Ellis, B. F., Messina, A. R., 1940. et. seq.. *Catalog of foraminifera.* American Museum of Natural History, Special Publication. New York.
- Fontanier, C., Jorissen, F. J., Licari, L., Alexandre, A., Anschutz, P., Carbonel, P., 2002. Live benthic foraminiferal faunas from the Bay of Biscay: faunal density, composition, and microhabitat. *Deep-Sea Res. I* 49, 751–785.
- Fontanier, C., Jorissen, F.J., Chaillou, G., David, C., Anschutz, P., Lafon, V., 2003. Seasonal and interannual variability of benthic foraminiferal faunas at 550 m depth in the Bay of Biscay. *Deep-Sea Res. I* 50, 457-494.
- Fontanier, C., Jorissen, F.J., Chaillou, G., Anschutz, P., Griveaud, C., 2005. Live foraminiferal faunas from a 2800m deep lower canyon station from the Bay of Biscay: faunal response to focusing of refractory organic matter. *Deep-Sea Res. I* 52, 1189–1227.
-

-
- Fontanier, C., Jorissen, F. J., Lansard, B., Mouret, A., Buscail, R., Schmidt, S., Kerherve', P., Buron, F., Zaragosi, S., Hunault, G., Ernoult, E., Artero, C., Anschutz, P., Rabouille, C., 2008. Live foraminifera from the open slope between Grand Rhone and Petit Rhone Canyons (Gulf of Lions, NW Mediterranean). *Deep-Sea Res. I* 55, 1532–1553.
- Gooday, A.J., 1988. A response by benthic foraminifera to the deposition of phytodetritus in the deep sea. *Nature* 332, 70–73.
- Gooday, A.J., 1993. Deep-sea benthic foraminiferal species which exploit phytodetritus: Characteristic features and controls on distribution. *Mar Microplaeontol.* 22, 187–205.
- Gooday, A.J., 1996. Epifaunal and shallow infaunal foraminiferal communities at three abyssal NE Atlantic sites subject to differing phytodetritus input regime. *Deep-Sea Res. I* 43 (9), 1395-1421.
- Gooday, A.J., Rathburn, A.E., 1999. Temporal variability in deep-sea benthic foraminifera: a review. In: van der Zwaan, G.J. and Graßlein, F. (Ed.), *Earth Sciences Review*, v.46, p. 187-212.
- Gooday, A.J., Turley, C.M., 1990. Responses by benthic organisms to inputs of organic material to the ocean floor: a review. *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, A331, 119–138.
- Gooday, A.J., Levin, L.A., Linke, P., Heeger, T., 1992. The Role of Benthic Foraminifera in Deep-Sea Food Webs and Carbon Cycling. *NATO Sci. Ser.* 360, 63-91, <doi: 10.1007/978-94-011-2452-2_5>.
- Gupta, A. K., 2010. Deep-sea faunal provinces and their inferred environments in the Indian Ocean based on distribution of Recent benthic foraminifera Soma. *Palaeogeo., Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 291, 429–442.
- Harloff, J., Mackensen, A., 1997. Recent benthic foraminiferal associations and ecology of the Scotia Sea and Argentine Basin. *Mar. Micropaleontol.* 31, 1-29.
- Herguera, J.C., Berger, W.H., 1991. Paleoproductivity from benthic foraminifera abundance; glacial to postglacial change in the west-equatorial Pacific. *Geol.* 19, 1173–1176.
-

-
- Hess, S., Jorissen, F.J., 2009. Distribution patterns of living benthic foraminifera from Cap Breton canyon, Bay of Biscay: faunal response to sediment instability. *Deep-Sea Res. I* 56, 1555–1578.
- Ishman, S.E., 1996. A benthic foraminiferal record of middle to late Pliocene (3.15–2.85 Ma) deep water change in the North Atlantic. *Mar. Micropaleontol.* 27, 165–180.
- Jones, R.W., 1994. *The Challenger foraminifera*. Oxford University Press, USA. First Edition.
- Jorissen, F.J., 1999. Benthic foraminiferal successions across Late Quaternary Mediterranean sapropel. *Mar. Geol.* 153, 91–101.
- Jorissen, F.J., Stigter, H.C., Widmark, J.G.V., 1995. A conceptual model explainin benthic foraminiferal microhabitats. *Mar. Micropaleontol.* 26, 3–15.
- Jorissen, F.J., Wittling, I., Peypouquet, J., Rabouille, C., Relexans, J.C., 1998. Live benthic foraminiferal faunas off Cap Blanc, NW Africa: community structure and microhabitats. *Deep-sea Res.* 45, 2157–2188.
- Kaminski, M.A., Kuhnt, W. and Radley, J., 1996. Paleocene-Eocene deep water agglutinated foraminifera from the Numidian Flysch (Rif, Northern Morocco): their significance for the Paleooceanography of the Gibraltar Seaway. *J. Micropalaeontol.* 15, 1–19.
- Kampel, M., 2003. Estimativa da produção primária e biomassa fitoplanctônica através de sensoriamento remoto da cor do oceano e dados in situ. Tese apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor (versão revisada), Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 259 p.
- Kowsmann, R.O.; Machado, L.C.R., Vianna, A.R., Almeida, W., Vicalvi, M.A., 2002. Control on Mass- Wasting in Deep Water of Campos Basin. OTC 14030.
- Kuhnt, W.; Moullade, M.; Kaminski, M., 1995. Ecological structuring and evolution of deep sea agglutinated foraminifera – A review. *Revue de Micropaléontologie* 39 (4), 271–281.
- Kuhnt, T., Schmiedl, G., Ehrmann, W. Hamann, Y., Hemleben, C., 2007. Deep-sea ecosystem variability of the Aegean Sea during the past 22 kyr as revealed by Benthic Foraminifera. *Mar. Micropaleontol.* 64, 141–162.
-

-
- Kurbjeweit, F.; Schimiedl, G.; Schiebel, R.; Hemleben, C. H.; Pfannkuche, O.; Wallmann, K.; Schöfer, P., 2000. Distribuion, biomass and diversity of benthic foraminifera in relation to sediment in relation to sediment geochemistry in the Arabia Sea. *Deep Sea Res. II* 46, 2913-2955.
- Linke, P., Lutze, G.F., 1993. Microhabitat preferences of benthic foraminifera — a static concept or a dynamic adaptation to optimize food acquisition? *Mar. Micropaleontol.*, 20, 215–234.
- Loeblich, A.R., Tappan, H., 1964. Sarcodina, chiefly “Thecamoebians” and Foraminiferida, In Moore, R. C. (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part C, Protista 2*, Geological Society of America and University of Kansas Press.
- Loeblich, A.R., Tappan, H., 1988. *Foraminiferal genera and their classification*, first ed. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Machado, L.C.R., Kowsmann, R.O., Almeida Jr, W., Murakami, C.Y., Schreiner, S., Miller, D.J., Piauilino, P.O.V., 2004. Geometria da porção proximal do sistema deposicional turbidítico modern da Formação Carapebus, Bacia de Campos; modelo para heterogeneidade de reservatório. *B. Geoci. Petrobras*, Rio de Janeiro 12 (2), 287-315.
- Mackensen, A., Schimiedl, G., Harloff, J., Giese, M., 1995. Deep-sea foraminifera in the South Atlantic Ocean: ecology and assemblage generation. *Micropaleontol.* 41 (4), 342–358.
- Margulis, L., Schwartz, K.V., 2001. *Cinco Reinos: Um Guia Ilustrado dos Filos da Vida na Terra*. Guanabara Koogan S. A. ed, Rio de Janeiro.
- Martinez, P., Bertrand, P., Shimmiedl, G.B., Cochrane, K., Jorissen, F.J., Foster, J., Dignan, M., 1999. Upwelling intensity and ocean productivity changes off Cape Blanc (northwest Africa) during the last 70,000 years: geochemical and micropalaeontological evidence. *Mar. Geol.*, 158, 57–74.
- Martins, M.V.A., Gomes, V.C.R.D., 2004. *Foraminíferos da margem Continental NW Ibérica: sistemática, ecologia e distribuição*. First ed, Gomes, C.S.F.(Ed), 377 pp
-

-
- Martins, V, Dubert, J., Jouanneau, J., Weber O., Silva, E. F., Patinha, C., Dias, J. M. A., Rocha, F., 2007. A multiproxy approach of the Holocene evolution of shelf-slope circulation on the NW Iberian Continental Shelf. *Mar. Geol.*, 239, 1–18.
- Mello, R. M., 2006. Caracterização da Fauna de Foraminíferos Bentônicos do Talude da Bacia de Campos, RJ, e sua Correlação com os Parâmetros das Massas d'água do Atlântico Sul. Tese apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre. Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 260 p.
- Murray, J.W., 1968. Living Foraminifers of Lagoons and Estuaries. *Micropal.*14(4), 435-455.
- Murray, J.W., 1973. Distribution and ecology of Living Benthic Foraminifera. Heinemann, London.
- Murray, J.W., 1991. Ecology and palaeocology of benthic foraminifera. Longman Scientific Technical. New York.
- Murray, J.W., 1992. Ecology and distribution of benthic foraminifera: a review. In: Takayanagi, Y., Saito, T. (Ed.), *Studies in benthic foraminifera. BENTHOS '90*, Sendai, Tokai University Press, Tokai, pp. 33-41.
- Murray, J. W., 2003. An illustrated guide to the benthic foraminifera of the Hebridean shelf, West of Scotland, with notes on their mode of life. *Palaeontol. Electronica*, 5 (1).
- Palma, E.D., Matano, R.P., Piola, A.R., 2008: A numerical study of the Southwestern Atlantic Shelf circulation: stratified ocean response to local and offshore forcing. *J. Geophys. Res.* 113, (C11010), 1-22.
- Schmiedl, G., Mackensen, A., Müller P. J., 1997. Recent benthic foraminifera from the eastern South Atlantic Ocean: Dependence on food supply and water masses. *Mar. Micropaleontol.* 32, 249-289.
- Schmiedl, Gerhard; De Bovée, F; Buscail, Rosaline; Charrière, B; Hemleben, Christoph; Medernach, L; Picon, P., 2000. Trophic control of benthic foraminiferal abundance and microhabitat in the bathyal Gulf of Lions, western Mediterranean Sea. *Mar. Micropaleontol.* 40 (3), 167-188.
- Schönfeld, J., 2002. Recent benthic foraminiferal in deep high-energy environments from the Gulf of Cadiz (Spain). *Mar. Micropaleontol.* 44, 141–162.
-

-
- Schröder, C.J., Scott, D.B., Medioli, F.S., 1987. Can smaller benthic foraminifera be ignored in paleoenvironmental analyses? *J. Foram. Res.* 17 (2), 101-105.
- Sen Gupta, B.K., 1999. Introduction to modern Foraminifera. In: Sen Gupta, B. K. (ed.) *Modern foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, p. 3-6.
- Shannon, C., Weaver, W., 1963. *The Mathematical Theory of Communication*, 5th Ed. University of Illinois Press. 144 p.
- Silveira, I.C.A., 2007. O Sistema Corrente do Brasil na Bacia de Campos, RJ. Tese apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Livre Docente. Instituto Oceanográfico Universidade de São Paulo. São Paulo, 160 p.
- Silveira, I.C.A., Calado, L., Castro, B.M., Cirano, M., Lima, J.A.M., Mascarenhas, A.S., 2004. On the baroclinic structure of the Brazil Current-Intermediate Western Boundary Current System at 22°–23°S. *Geophys. Res. Lett.* 31, L14308–L14313.
- Silveira, I.C.A., Lima, J.A.M., Schmidt, A.C.K., Ceccopieri, W., Sartori, A., Francisco, C.P.F., Fontes, R.F.C., 2008. Is the meander growth in the Brazil Current system off Southeast Brazil due to baroclinic instability? *Dynamics of Atmospheres and Oceans* 45, 187-207.
- Sousa, S.H.M., Passos, R.F., Fukumoto, M., Silveira, I.C.A., Figueira, R.C.L., Koutsoukos, E.A.M., Mahiques, M.M., Rezende, C.E., 2006. Mid-lower bathial benthic foraminifera of the Campos Basin, Southeastern Brazilian margin: Biotopes and controlling ecological factors. *Mar. Micropaleontol.*, 61, 40-57.
- Sumida, P.Y.G., Yoshinaga, M.Y., Ciotti, A.M., Gaeta, S.A., 2005. Benthic response to upwelling events off the SE Brazilian coast. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 291, 35-42.
- van Morkhoven, F.P.C.M., Berggren, W.A., Edwarλ, A.S., 1986. Cenozoic cosmopolitan deep-water benthic foraminifera *Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine, Mem.*, 11, 421.
- Viana, A.R., Faugères, J.C., Kowsmann, R.O., Lima, J.A.M., Cada, L.F.G., Rizzo, J.G., 1998. Hydrology, morphology and sedimentology of the Campos continental margin, offshore Brazil. *Sediment. Geol.* 115, 133–157.
-

Walton, W.R., 1952. Techniques for recognition of living foraminifera. Contr. Cushman Found. Form. Res., 3 (2), 56-64.

Yamashita, C., 2011. Distribuição dos foraminíferos bentônicos vivos no talude continental e Platô de São Paulo, Bacia de Campos (23° 12'-24° 30' e 39° 59'-41° 20'): fatores ambientais condicionantes. Tese apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. São Paulo, 122 p.

Anexo 1 – Lista das espécies de foraminíferos bentônicos mais abundantes na Bacia de Campos.

Adercotryma glomeratum (Brady, 1878)
Ammobaculites agglutinans (d'Orbigny, 1846)
Ammodiscus anguillae Höglund, 1947
Baggina philippinensis (Cushman, 1921)
Bigenerina cylindrica Cushman, 1922
Bolivina albatrossi Cushman, 1922
Bolivina currai Sellier & Civrieux 1976
Bolivina dilatata Reuss, 1850
Bolivina minima Phleger & Parker, 1951
Bolivina ordinaria Phleger & Parker, 1952
Bolivina pacifica Cushman & McCulloch, 1942
Bolivina seminuda Cushman, 1911
Brizalina subaenariensis (Cushman, 1922)
Bulimina aculeata d'Orbigny, 1826
Bulimina marginata d'Orbigny, 1826
Bulimina mexicana Cushman, 1922
Cassidulina crassa d'Orbigny, 1839
Cassidulina laevigata d'Orbigny, 1826
Cassidulina teretis Tappan, 1951
Cassidulinoides bradyi (Norman, 1881)
Cassidulinoides tenuis Phleger & Parker, 1951
Ceratobulimina arctica Green, 1959
Cibicidoides robertsonianus (Brady, 1881)
Deuterammia discorbis Earland, 1934
Epistominella exigua (Brady, 1884)

Fursenkoina riggii (Boltovskoy, 1954)
Fursenkoina rotundata (Parr, 1950)
Gavelinopsis lobatula (Parr, 1950)
Globocassidulina subglobosa (Brady, 1881)
Gyroidina umbonata (Silvestri, 1898)
Gyroidina spp.
Hoeglundina elegans (d'Orbigny, 1878)
Hormosina pilulifera (Brady, 1884)
Hormosinella guttifera (Brady, 1881)
Ioanella tumidula (Brady, 1884)
Islandiella norcrossi (Cushman, 1933)
Lagena simplex Buchner, 1940
Lenticulina reussi (Haque 1956)
Lenticulina spp.
Liebusella soldanii (Jones and Parker, 1860)
Loxostomina bradyi (Asano 1938)
Marginulina glabra d'Orbigny, 1826
Massilina amygdaloides (Brady, 1884)
Miliolinella spp.
Neolenticulina variabilis (Reuss, 1850)
Nonionella atlantica Cushman, 1936
Nonionella clavata Cushman, 1931
Nonionella iridea Heron-Allen & Earland, 1932
Nonionella opima Cushman, 1947
Nonionella stella Cushman & Moyer, 1930
Nonionoides grateloupii (d'Orbigny, 1839)

Oolina globosa (Montagu, 1803)

Parafissurina tectulostoma Loeblich & Tappan, 1953

Paumotua terebra (Cushman, 1930)

Planulinoides spp.

Proteonina micacea Cushman, 1918

Pullenia bulloides (d'Orbigny, 1846)

Pullenia osloensis Feyling-Hanssen, 1954

Pullenia quadriloba Reuss, 1867

Pullenia quinqueloba (Reuss, 1851)

Pyrgo depressa (d'Orbigny, 1826)

Pyrgo spp.

Pyrgoella irregularis (d'Orbigny, 1839)

Pyrulina angusta (Egger, 1857)

Pyrulina spp.

Quinqueloculina akneriana d'Orbigny, 1846

Quinqueloculina laevigata d'Orbigny, 1839

Quinqueloculina lata Terquem, 1876

Quinqueloculina seminulangulata McLean, 1956

Quinqueloculina seminula (Linnaeus, 1758)

Reophax agglutinatus Cushman, 1913

Reophax caribensis Seiglie and Bermtldez, 1969.

Reophax dentaliniformis Brady, 1881

Reophax excentricus Cushman, 1910

Reophax eximius Zheng, 1988

Reophax helenae Rhumbler, 1931

Reophax minimus Zheng, 1988

Reophax pilulifera Brady, 1884

Reophax scorpiurus de Montfort, 1808

Reophax spiculotestus Cushman, 1910

Reophax spp.

Rhumlerella humboldti (Todd & Bronnimann, 1957)

Robertina spp.

Saccamina glenisteri Crespin 1961

Seabrookia earlandi (Wright, 1891)

Siphonina bradyana Cushman, 1927

Sphaeroidina bulloides d'Orbigny, 1826

Stainforthia complanata (Egger, 1893)

Subreophax aduncus (Brady, 1882)

Technitella spp.

Textularia torquata Parker, 1952

Thurammia albicans Brady, 1879

Thurammia spp.

Trifarina angulosa (Williamson, 1858)

Trifarina bradyi Cushman, 1923

Trifarina pauperata (Heron-Allen & Earland, 1932)

Triloculina oblonga (Montagu, 1803)

Triloculina spp.

Triloculina trigonula (Lamarck, 1804)

Triloculinella circularis (Bornemann, 1855)

Triloculinella sublineata (Brady, 1884)

Tritaxis antarctica Brönnimann & Whittaker, 1988

Tritaxis australis Bronnimann & Whittaker, 1984

Trochammina globorotaliformis Zheng, 1988

Trochammina hadai Uchio, 1962

Trochammina inflata (Montagu, 1808)

Trochammina pusilla Höglund, 1947

Trochammina quadriloba Höglund, 1948

Trochammina sorosa Parr, 1950

Trochammina spp.

Trochammina subturbinata Cushman, 1920

Trochamminoides olszewskii (Grzybowski, 1898)

Trochamminopsis quadriloba (Höglund, 1948)

Turrispirillina depressa Parr, 1950

Uzbekistania charoides (Jones & Parker, 1860)

Uvigerina auberiana d'Orbigny, 1839

Uvigerina bradyana Fornasini, 1900

Uvigerina peregrina Cushman, 1923

Uvigerina peregrina var. *parvula* Cushman, 1923

Uvigerina subperegrina Cushman & Kleinpell, 1934

Vaginulina spp.

Vaginulinopsis albatrossi (Cushman, 1923)

Valvulineria glabra Cushman, 1927

Valvulineria minuta (Schubert, 1904)

Veleroninoides jeffreysii (Williamson, 1856)

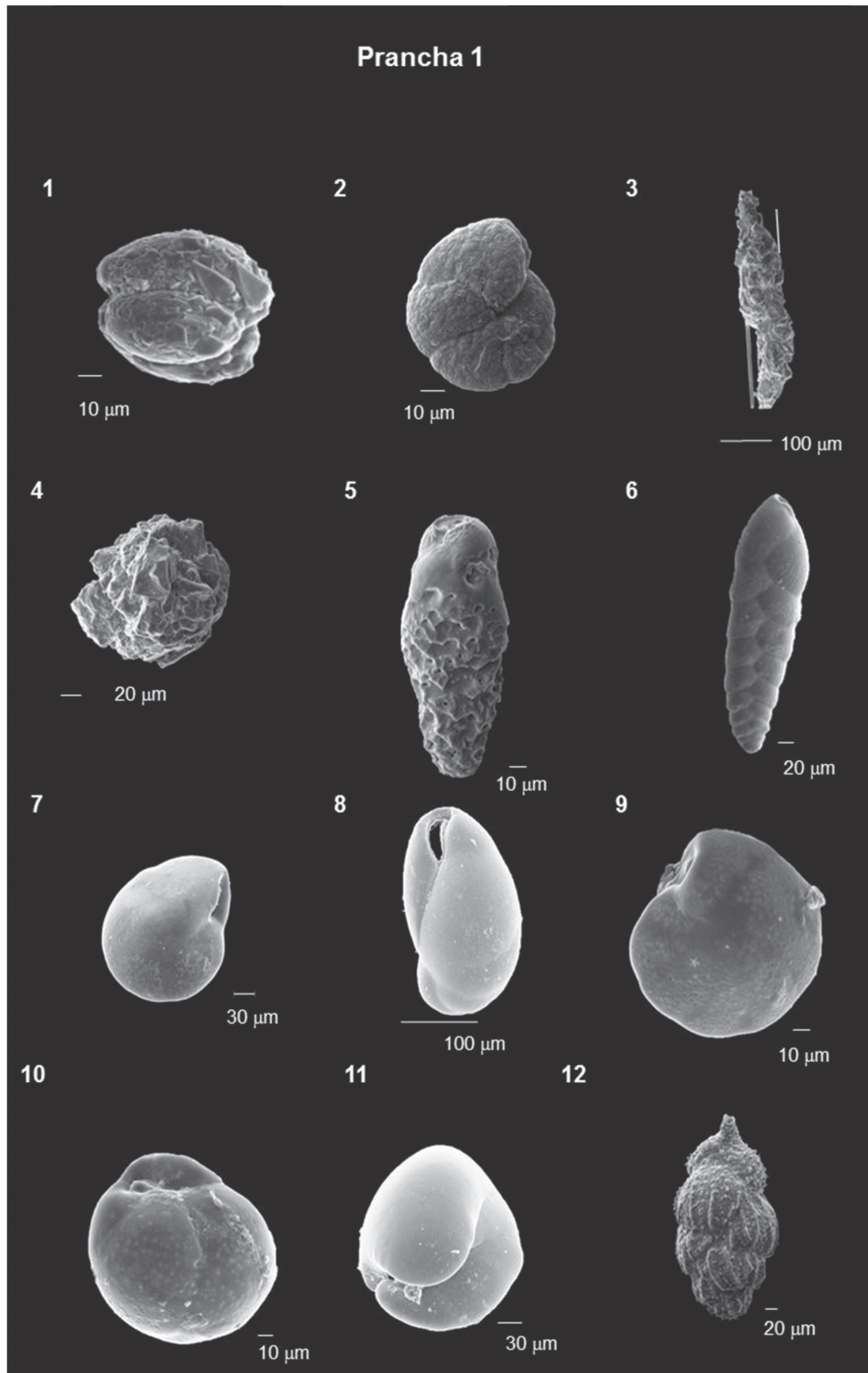
Veleroninoides scitulus (Brady, 1881)

Veleroninoides wiesneri (Parr, 1950)

Verneuilina propinqua Brady, 1884

Vulvulina sinensis Zheng, 1988

Anexo 2 – Fotomicrografias de foraminíferos bentônicos da Bacia de Campos, retiradas no MEV (Campanha 2008 e 2009)



1. *Adercotryma glomerata* (Brady) subsp. Antarctica Saidova, 1975; 2. *Arenoparrella oceanica* Uchio, 1960; 3. *Reophax spiculotestus* Cushman, 1910; 4. *Psammosphaera fusca* Schulze, 1875; 5. *Bolivina albatrossi* Cushman, 1922; 6. *Bolivina pacifica* Cushman & McCulloch, 1942; 7. *Epistominella exigua* (Brady, 1884); 8. *Evolocassidulina bradyi* (Norman, 1881); 9. *Islandiella norcrossi* (Cushman, 1933); 10. *Globocassidulina subglobosa* (Brady, 1881); 11. *Nonionella opima* Cushman, 1947; 12. *Uvigerina peregrina* Cushman, 1923;

V. MEIOFAUNA DA PLATAFORMA CONTINENTAL, COM ÊNFASE EM NEMATODA

RESUMO

A meiofauna da plataforma continental da Bacia de Campos foi analisada nas profundidades 25, 50, 75, 100 e 150 m ao longo de 9 transectos e em dois períodos de coleta (seco e chuvoso). O objetivo desse trabalho foi analisar a composição da meiofauna, com ênfase nos Nematoda. Dentre os 29 grupos zoológicos que compuseram a meiofauna, o filo Nematoda foi o mais abundante, e possivelmente, o que apresentou maior riqueza de gêneros. As densidades da meiofauna e dos nematóides apresentaram uma tendência a diminuir com o aumento da profundidade. Considerando todas as amostras, foram identificados 268 gêneros distribuídos em 46 famílias. Em ambos os períodos, Chromadoridae, Desmodoridae e Xyalidae apresentaram o maior número de gêneros (≥ 20), muito embora a composição dentro de cada família tenha variado entre os períodos e em função da batimetria. Não foi detectado qualquer padrão espacial da riqueza total e da diversidade quanto à batimetria. A densidade e biomassa não apresentaram o mesmo padrão entre os períodos, a primeira apresentou os maiores valores no período chuvoso (com exceção das isóbatas de 25 m e 100 m); enquanto que a segunda teve maiores valores no período seco, exceto na isóbata de 50 m. Em ambos os períodos e em todas as isóbatas os depositívoros (seletivos e não-seletivos) representaram mais de 50% da comunidade; entretanto, no período chuvoso, os seletivos (1A) foram mais abundantes 37,6%, enquanto os não-seletivos (1B) foram mais expressivos no período seco 40,28%. Na análise multidimensional (nMDS), diagnosticou-se a formação de três grupos, que foram diferenciados estatisticamente pelo ANOSIM, em ambos os períodos analisados. *Microlaimus* e *Sabatieria* foram os gêneros que mais contribuíram para as dissimilaridades dos diferentes grupos observados. Os gêneros responsáveis pela similaridade da plataforma média-externa e sul apresentaram uma correlação positiva com areia muito fina, silte, argila, carbono orgânico e fitopigmentos. Já na plataforma interna os gêneros dominantes mostraram-se positivamente correlacionados, com areia muito grossa, areia grossa e areia média. Portanto, as estações ao sul da plataforma, mesmo àquelas que corresponderiam a plataforma interna, foram mais similares às da plataforma média-externa do que as demais situadas na porção interna, quanto a composição dos Nematoda.

Palavras-chave: Meiofauna; Nematoda; Plataforma continental; Bacia de Campos.

1. INTRODUÇÃO

A plataforma continental corresponde à região que se estende desde o nível médio da baixa-mar até o talude continental. Embora este compartimento represente apenas cerca de 8% da superfície oceânica é o mais rico em termos biológicos (Castro e Huber, 2003). Este ambiente está sob a influência de vários fatores como a descarga de água doce (pluvial e fluvial), passagem de sistemas frontais e correntes marinhas (Tessler e Mahiques, 2009). De acordo com Moreno *et al.* (2011), estes fatores modelam as condições ambientais da plataforma continental, influenciando a densidade, a diversidade, a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas e de suas comunidades.

A entrada de água doce na plataforma continental promove o transporte de sedimento, nutrientes e poluentes oriundos do continente (Castro e Huber, 2003). Os sistemas frontais geram ondas oceânicas, as principais responsáveis pela remobilização de sedimento (Tessler e Mahiques, 2009). Em algumas áreas, dependendo da profundidade, podem existir fluxos rápidos que tem a capacidade de erodir o sedimento e deslocar os organismos bentônicos (Thistle, 2003). De acordo com Ingels (2010), este tipo de fluxo apresenta um efeito positivo nos animais bentônicos, pois aumenta a entrada de alimento. Além disso, uma maior mistura na coluna d'água pode enriquecer a camada eufótica, fomentando a produção primária pelágica (Valiela, 1995). Entretanto, Valiela (1995) ainda sugere que fluxos violentos podem erodir o fundo inconsolidado em algumas regiões e impactar o bentos, particularmente organismos muito pequenos.

A meiofauna foi definida por Mare (1942) como o conjunto de animais retidos entre as malhas de 0,044 mm a 0,5 mm. Este grupo é considerado um importante componente dos ecossistemas bentônicos por apresentar uma alta abundância e produtividade, desempenhando um importante papel na cadeia alimentar marinha bentônica (Gee, 1989). Além disso, atuam na remineralização de detritos orgânicos tornando-os disponíveis para o mesmo nível trófico e para níveis tróficos superiores (Tenore *et al.*, 1977). Sua importância também pode estar relacionada ao seu pequeno tamanho e taxa de reprodução, além de mostrar alta diversidade (Flach *et al.*, 2002).

Além dos Nematoda, fazem parte da meiofauna permanente de sedimentos inconsolidados os grupos zoológicos: Copepoda, Ostracoda, Isopoda, Rotifera Turbellaria, Loricifera, Kinorhyncha, Tardigrada, Gastrotricha, Annelida e Mollusca (Giere, 2009).

No mar, esta comunidade ocorre desde o supralitoral até as grandes profundida-

des abissais (Giere, 2009) e sua distribuição, seja ela temporal ou espacial, dentro dos diferentes habitats é consequência dos fatores regulatórios, abióticos e bióticos (Alongi, 1989). Para alguns autores (Coull e Chandler, 1992; Schratzberger *et al.*, 2009; Thistle *et al.*, 1999), os organismos da meiofauna são considerados organismos ideais para acessar o efeito das condições ambientais, podendo ser usada como uma importante ferramenta no monitoramento ambiental.

Em sistemas de plataforma continental, a composição taxonômica, a densidade e a biomassa da meiofauna são parcialmente moduladas por fatores ambientais tais como: a profundidade (Alongi, 1989; Tenore *et al.*, 1978), a entrada de nutrientes e/ou detritos através de sistemas frontais ou de origem continental (Alongi, 1989, 1990), produção bacteriana local e características dos sedimentos (Vanreusel *et al.*, 1995), entre outros.

De acordo com Soltwedel (2000), o fluxo de matéria orgânica da superfície para o assoalho marinho exerce um controle considerável sobre a meiofauna bentônica. Adicionalmente, diferenças nas condições tróficas dos indivíduos presentes e no alimento disponível no sedimento têm sido usadas para explicar variações na abundância e na biomassa da meiofauna (Pusceddu *et al.*, 2009; Vanreusel *et al.*, 1995). Esta relação pode ser mantida para a plataforma e talude continental, como também para ambientes de planos abissais e para sistemas de cânions (Garcia *et al.*, 2007; Ingels, 2010; Soetaert *et al.*, 1991).

O tipo de sedimento, especialmente o tamanho do grão e o grau de seleção, também pode afetar a quantidade e a composição da meiofauna no ambiente (Castro e Huber, 2003; Heip *et al.*, 1985; Heip e Decraemer, 1974). Segundo Little (2000), os sedimentos finos, por reterem maior quantidade de matéria orgânica, propiciam o desenvolvimento de uma fauna mais densa, porém, menos diversificada do que em sedimentos mais grossos. Sedimentos pobremente selecionados possuem espaços intersticiais mais heterogêneos do que os bem selecionados e podem suportar uma alta diversidade de espécies (Gray, 2000). A ocorrência de distúrbios físicos no sedimento em função do hidrodinamismo (Aller e Aller, 1986; Guidi-Guilvard e Buscail, 1995; Thistle *et al.*, 1995) também afetam os organismos bentônicos.

Os Nematoda são numericamente (tanto em densidade quanto em diversidade) mais importantes (Danovaro *et al.*, 2000a; Galéron *et al.*, 2001; Heip *et al.*, 1982; Moens e Vincx, 1997). Representa geralmente de 50% a 90% do total da meiofauna (Coull, 1988; Dye e Furstenburg, 1981; Fleege e Decho, 1987), sendo um dos táxons

mais abundantes e com maior riqueza específica dentre os metazoários (Coomans, 2002; Hugot *et al.* 2001; Lamshead, 2004; Vanreusel *et al.*, 2010). Vários fatores estão relacionados à dominância dos Nematoda sobre os outros grupos da meiofauna, entre eles o tipo de sedimento (Fleeger e Decho, 1987; Giere, 1993; Little, 2000). Coull (1988) aponta a existência de uma íntima relação de dominância entre esses grupos em função da granulometria, com os Nematoda preferindo os sedimentos com predomínio de partículas finas. A densidade de nematódeos marinhos é usualmente alta em sedimentos finos e a diversidade é maior em sedimentos grossos (Heip *et al.*, 1985). Entretanto, Boucher e Lamshead (1995) sugerem que somente o tipo de sedimento não é um fator que afeta a diversidade.

Os Nematoda são um dos poucos animais que se tornam proporcionalmente mais abundantes com o aumento da profundidade (Carman *et al.*, 1987; Heip *et al.*, 1985). Além disso, são mais tolerantes do que outros indivíduos da meiofauna a certos distúrbios, como a anoxia (Giere, 2009; Moodely *et al.*, 1997). Levin *et al.* (1991) não observaram respostas a distúrbio na nematofauna mesmo em baixa quantidade de oxigênio, sugerindo que a fonte de alimento seria um fator mais importante. Jensen (1987) estudando ambientes em baixas profundidades e pouca concentração de oxigênio registrou que a abundância dos nematódeos não foi afetada. Cook *et al.* (2000) não encontraram evidências de que a abundância de Nematoda dependia da quantidade de oxigênio. Contudo, Soetaert *et al.*, (2002) lançaram a proposta de alguns gêneros conseguem migrar verticalmente no sedimento para tentar escapar, temporariamente, de condições anóxicas.

De acordo com Heip *et al.* (1985), os Nematoda de vida livre apresentam complexo hábito alimentar, apesar de sua morfologia básica, e ocupam diferentes papéis e posições tróficas nos sedimentos, fator este que influencia no sucesso ecológico e na conquista de diversos ecossistemas. Muitas espécies se alimentam de bactérias, algas ou de ambos, comem detritos e, possivelmente, matéria orgânica dissolvida. Um número considerável são predadores, alimentando-se de outros nematódeos, oligoquetas, poliquetas, etc. Esse elevado número de nichos ocupados, assim como a tolerância a vários tipos de estresses ambientais, são reflexos desta elevada diversidade (Bouwman, 1983; Moens *et al.*, 2006).

Os Nematoda, assim como a meiofauna, também possuem várias características favoráveis para serem usados como bioindicadores em monitoramentos ambientais (Schratzberger *et al.*, 2000). Segundo Esteves e Fonseca-Genevois (2006), os nema-

tódeos têm sido considerados excelentes indicadores de impacto, devido a sua íntima associação com os sedimentos marinhos e altas diversidade e densidade. A rapidez do ciclo biológico constitui outra vantagem de utilizar estes organismos em estudos ambientais, refletindo em um grande número de gerações ao ano (Silva *et al.*, 1997). Além disso, todo o seu ciclo de vida ocorre dentro do sedimento, e, portanto, os efeitos do meio ambiente sobre os mesmos não são mascarados pela migração durante uma fase larval planctônica, por exemplo (Vincx e Heip, 1987).

A determinação da diversidade é um dos caminhos praticados em estudos ecológicos, bem como na avaliação de impactos, no entanto, o grande esforço necessário para a identificação específica representa uma “grande barreira” para o uso desses organismos (Coull e Chandler, 1992). Contudo, alguns autores afirmam que a utilização de níveis taxonômicos superiores (acima de espécie) produz uma resposta bastante eficiente (Herman e Heip, 1988; Moore e Bett, 1989; Warwick, 1988, 1993). Somerfield e Clarke (1995) utilizaram diferentes níveis taxonômicos para determinar as respostas de comunidades de nematódeos marinhos às perturbações antrópicas. Estes autores observaram que os resultados obtidos com o uso de categorias acima de espécies (p. ex., gêneros) são bastante semelhantes aos resultados encontrados quando usados os dados de espécies. Além disso, o uso de categorias não taxonômicas, como por exemplo, os tipos tróficos de Wieser (1953), apesar de mostrarem padrões diferentes daqueles observados para os níveis de gêneros e espécies, foram capazes de separar a estação que sofre o maior impacto das demais estações, em um estudo realizado por Somerfield e Clarke (1995).

A grande maioria dos estudos de meiofauna em plataforma continental foi realizada em regiões temperadas do mundo (Albertelli *et al.*, 1999; Arlt *et al.*, 1982; Danovaro *et al.*, 1998; Danovaro *et al.*, 2000b; De Leonardis *et al.*, 2008; Elmgren *et al.*, 1984; Franco *et al.*, 2008; Gomoiu *et al.*, 2004; Lampadariou e Tselepides, 2006; Liu *et al.*, 2007; Rodrigues *et al.*, 1982; Rudnick *et al.*, 1985; Steyaert *et al.*, 1999; Vanreusel *et al.*, 1995). Uma análise recente sobre a distribuição da meiofauna em plataformas continentais revelou poucos trabalhos realizados no Atlântico Sudoeste, sendo estes restritos a porção central da América (principalmente no golfo do México) e a porção sul dos Estados Unidos (Mokievsky *et al.*, 2004). Para o Brasil, alguns estão no litoral norte de São Paulo (Corbisier, 1993; Moellmann *et al.*, 2001; Pires-Vanin *et al.*, 1997; Silva, 1996; Yaginuma, 2010), outros contemplam as regiões nordeste (Fonsêca-Genevois e Lucena, 1990; Sobral, 2010) e norte brasileira (Aller e Aller, 1986; Aller e Stukapoff,

1996). No entanto, ainda são incipientes os resultados que evidenciam de forma ecológica e taxonômica os Nematoda da plataforma continental do país.

O objetivo desse capítulo foi caracterizar a meiofauna e a nematofauna da Plataforma Continental da Bacia de Campos, em escala regional, de forma a auxiliar o entendimento da dinâmica do Bentos deste ecossistema.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Uma descrição detalhada da área estudada pode ser encontrada no capítulo 1 deste volume enquanto o desenho amostral, metodologia de coleta, preparação de amostras, controle de qualidade de triagem e metodologia de análise de dados encontram-se detalhadamente descritos e ilustrados no capítulo 2 deste volume.

Contextualizando de forma breve, destaca-se que o estudo da meiofauna da plataforma continental foi realizado com 264 amostras coletadas em nove transectos (A - I) perpendiculares à costa, amostrados no período seco (PPS) que equivale à época com menor pluviosidade e frequência de ressurgência, coincidindo com o período de inverno e no período chuvoso (PPC) que equivale ao período com maior pluviosidade e ressurgências mais frequentes, coincidindo com o período de verão.

Em cada transecto foram amostradas cinco isóbatas (25 m, 50 m, 75 m, 100 m e 150 m) com busca-fundo tipo Van Veen modificado (funcionamento semelhante ao de um box-corer). Em cada estação, três amostras com área de 100 cm² foram obtidas em lançamentos independentes. O sedimento foi coletado e fixado com formol 4 %.

Para o processamento inicial das amostras foram utilizadas duas peneiras superpostas, sendo a superior com uma abertura de malha de 300 µm e a inferior com abertura de malha de 45 µm. O material retido na peneira de menor abertura passou pela técnica de flotação, com o uso de uma solução de sílica coloidal, de densidade 1,18 (Giere, 2009). Após esse procedimento, as amostras foram fracionadas em 4 sub-amostras, utilizando-se um fracionador de Folsom. Com isso, 25% do total da amostra foram utilizadas para a triagem/contagem dos grupos dessas amostras. Na triagem da meiofauna, cada amostra foi colocada em placa de Dolffus para identificação e contagem dos animais (em nível taxonômico mais inclusivo, filo ou classe). Os grupos da meiofauna foram contados apenas nos transectos A, C, E, G e H (em todas as isóbatas). Além da contagem por grupo, 150 Nematoda foram cuidadosamente retirados, das amostras de todos os transectos (A a I), para posterior identificação.

Para a preservação e a visualização das estruturas internas dos Nematoda, apli-

cou-se o método de diafanização descrito por De Grisse (1969). Na montagem das lâminas adotaram-se os procedimentos descritos por Cobb (1917). Na identificação, no nível de gênero, utilizou-se a chave pictorial de Warwick *et al.* (1998), além de outras bibliografias pertinentes. A classificação taxonômica foi baseada em De Ley *et al.* (2006) e Lorenzen (1994). A biomassa dos Nematoda foi calculada por um método volumétrico, utilizando uma versão da fórmula por Andrassy (1956). No estabelecimento da estrutura trófica, foi utilizada a classificação de Wieser (1953).

A abundância relativa (%) de cada gênero foi calculada na base de seu valor de contagem/identificação extrapolado para a densidade total de Nematoda em cada amostra. Foram calculados os seguintes índices biológicos dos Nematoda: riqueza total (número de gêneros presentes na amostra/réplica); densidade (número total de indivíduos por 10 cm² em cada amostra/réplica); biomassa (peso total de indivíduos por 10 cm² em cada amostra/réplica, em peso úmido); diversidade (índice de Shannon-Wiener, log₂); equitabilidade (índice de Pielou) e dominância (índice de Simpson). Para uma abordagem multivariada, foi aplicado o índice de similaridade de Bray-Curtis (Clarke e Warwick, 1994), aos dados do número de indivíduos por gênero em cada réplica por estação de coleta e campanha realizada. A partir da matriz de similaridade obtida com os dados de fauna, foi realizada uma análise de ordenação não métrica multidimensional (nMDS) considerando os transectos e isóbatas, em cada período de coleta (chuvoso e seco). As diferenças entre os grupos de amostras foram avaliadas, quanto à significância, pelo uso do teste ANOSIM (Clarke e Warwick, 1994). A análise SIMPER foi aplicada para indicar quais gêneros foram representativos dos grupos formados pela análise multidimensional (nMDS). Para uma avaliação da relação, entre a estrutura da comunidade bentônica e as variáveis ambientais, foi feito o procedimento BIOENV, que realiza uma correlação (teste de Spearman) entre a matriz de similaridade da fauna e a matriz das variáveis ambientais (Clarke e Warwick, 1994). Todas essas análises/ rotinas foram realizadas a partir do programa PRIMER 6.0 for Windows.

3. RESULTADOS

3.1. Composição quanti-qualitativa da meiofauna

No período chuvoso, a meiofauna da Plataforma Continental da Bacia de Campos foi composta por 29 grupos zoológicos: Acari, Aplacophora, Amphipoda, Bivalve, Cladocera, Cnidaria, Copepoda, Cumacea, Echiura, Enteropneusta, Gastropoda, Gastrotricha, Gnathostomulida, Hydrozoa, Isopoda, Kinorhyncha, Loricifera, Mystacocarida,

Nematoda, Nemertea, Oligochaeta, Ostracoda, Polychaeta, Priapulida, Rotifera, Sipuncula, Tanaidacea, Tardigrada e Turbellaria. No período seco, foram identificados 25 grupos, todos aqueles observados no período anterior, exceto por Cladocera, Echiura, Enteropneusta, Gnathostomulida e Hydrozoa. Em ambos os períodos, Nematoda foi dominante sobre os demais grupos em todas as estações amostradas (61 a 99%), no entanto, no período seco sua porcentagem na comunidade foi superior ao do período chuvoso. Copepoda possuiu uma maior representatividade na isóbata de 150 m no período chuvoso (Figura 1).

A riqueza dos demais táxons da meiofauna variou entre as isóbatas nos dois períodos analisados (17 a 23 grupos, no período chuvoso e de 15 a 18 grupos, no período seco). A maior diferença entre os períodos ocorreu na isóbata de 150 m, onde na chuvosa se registrou 23 táxons, e na seca 15. A 25 m, Gastrotricha foi o mais representativo em ambos os períodos, assim como em 50 m no Período chuvoso. Nas demais isóbatas, Polychaeta foi mais abundante (Figura 2).

A densidade média da meiofauna variou entre 319 a 1753 ind./10 cm² no período chuvoso e no seco foi de 408 a 1415 ind./10 cm². Comparando a densidade média entre os períodos, pôde-se observar que nas isóbatas de 25 m, 50 m e 75 m os valores foram maiores no período chuvoso. Nas estações da plataforma externa, a 100 m e 150 m de profundidade, a densidade foi superior no período seco. Entretanto, nos dois períodos estudados, a partir da isóbata de 75 m, foi observada uma diminuição da densidade média da meiofauna com o aumento da profundidade (Figura 3).

Não houve diferenças significativas referentes a densidade média de meiofauna entre os períodos amostrados ($F = 1,11$; $p = 0,29$) e tão pouco interação significativa dos períodos com as isóbatas ($F = 1,82$; $p = 0,13$). Contudo, a análise de variância indicou diferenças significativas ($F = 19,74$; $p = <0,001$) com a isóbata de 25 m, mostrando valores significativamente maiores que as demais isóbatas ($p < 0,05$).

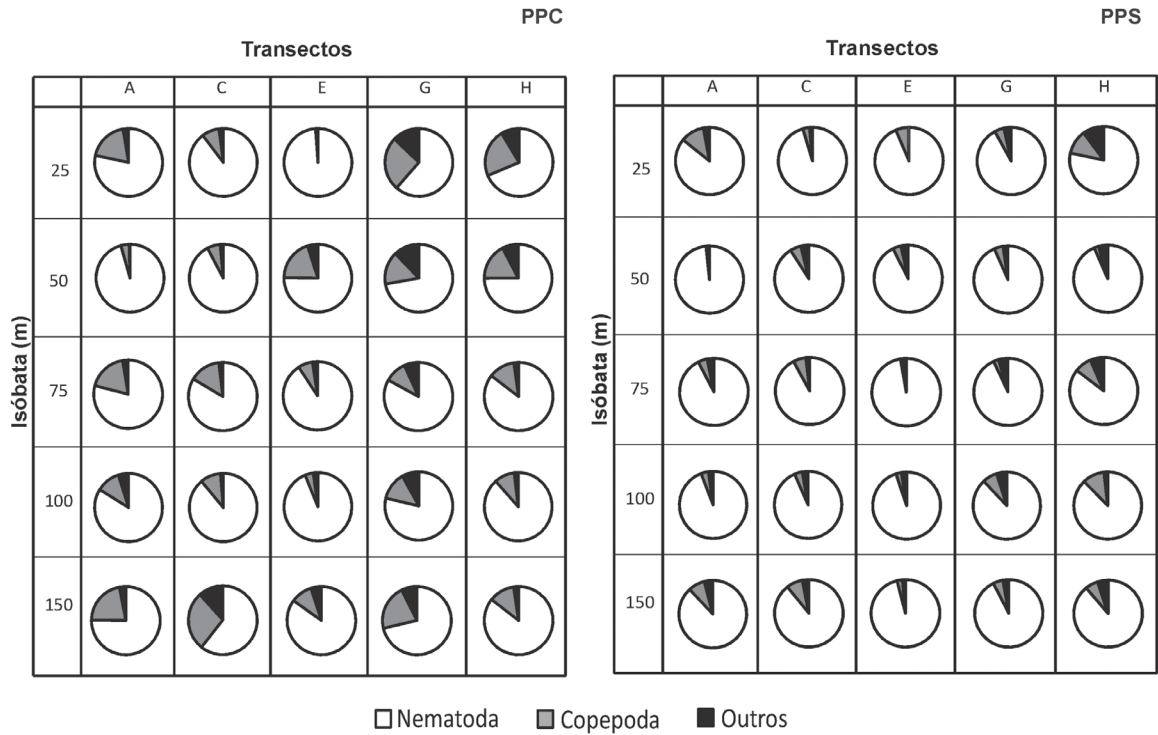


Figura 1 - Abundância relativa de Nematoda em relação aos outros grupos da meiofauna na plataforma continental da Bacia de Campos, considerando os períodos chuvoso (PPC) e seco (PPS).

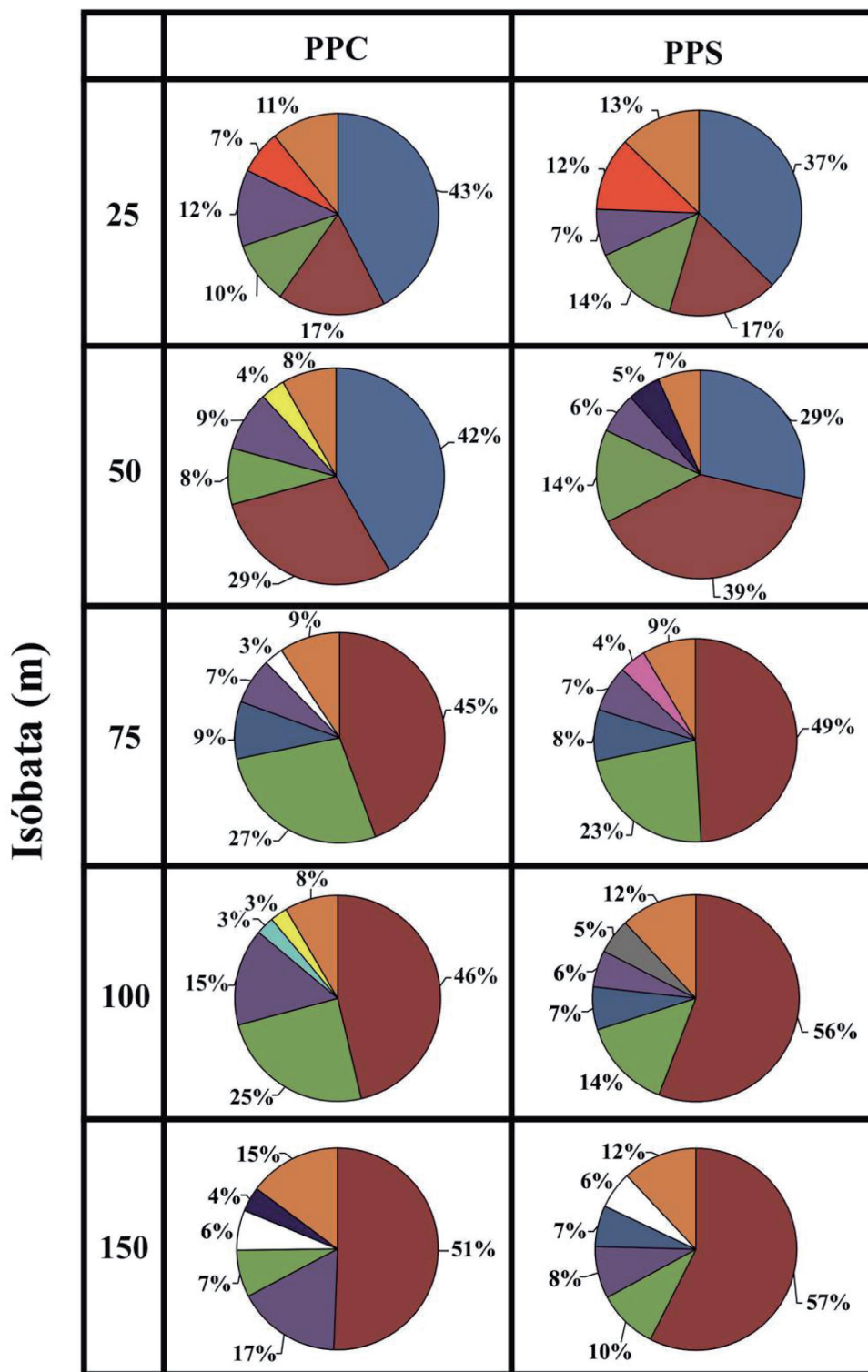


Figura 2 - Abundância relativa dos grupos da meiofauna (exceto Nematoda e Copepoda) com mais de 1% de representatividade por isóbata na plataforma continental da Bacia de Campos, considerando os períodos chuvoso (PPC) e seco (PPS).

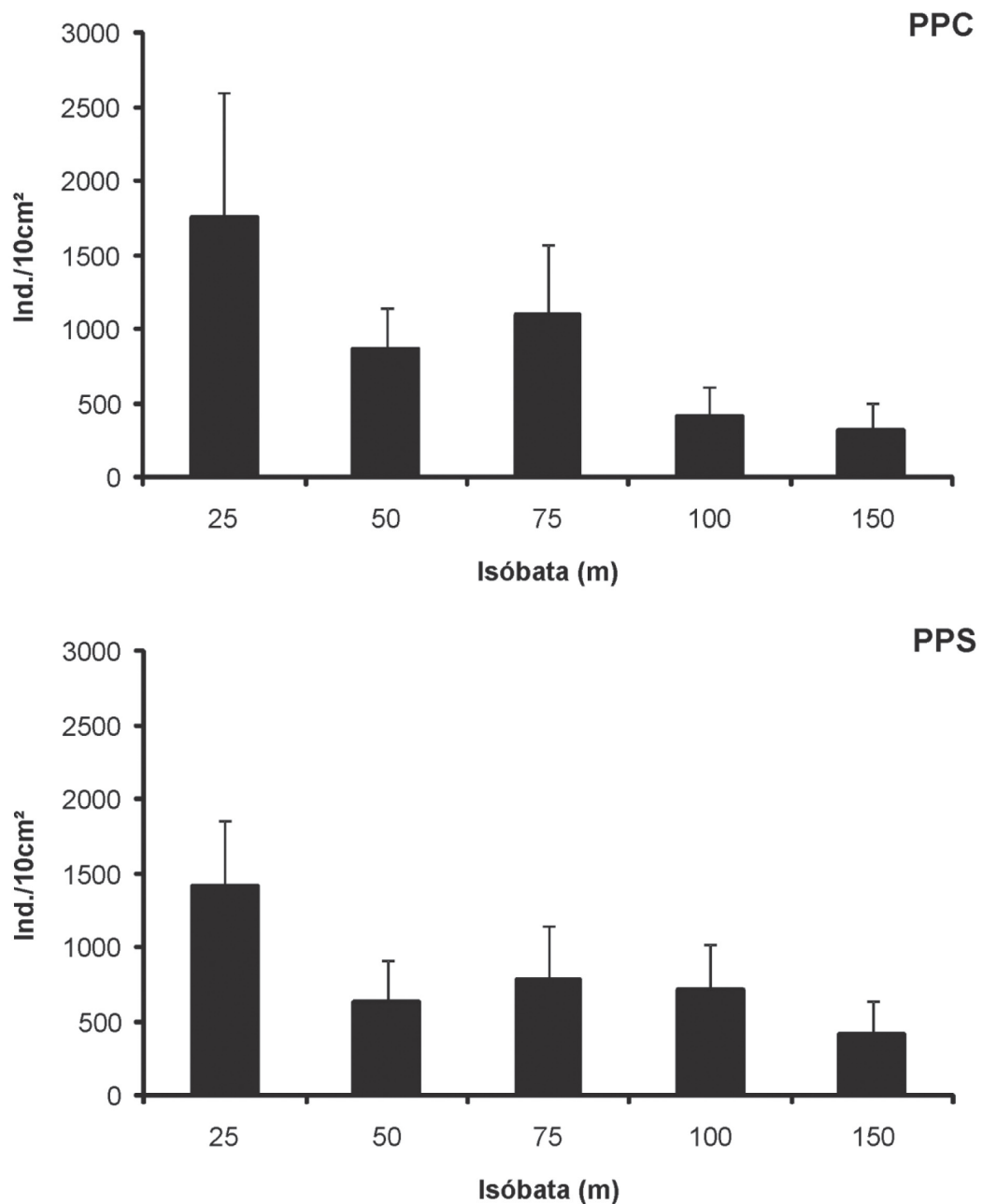


Figura 3 - Densidade média (+erro-padrão) da meiofauna por isóbata na plataforma continental da Bacia Campos nos períodos chuvoso (PPC) e seco (PPS).

3.2. Nematoda

Foram identificados, no total, 268 gêneros distribuídos em 46 famílias (Anexo 1). Durante o período chuvoso foram determinados 249 gêneros e 45 famílias, enquanto que, no período seco foram 245 gêneros e 44 famílias.

Em ambos os períodos, as famílias Chomadoridae, Desmodoridae e Xyalidae tiveram o maior número de gêneros (≥ 20) (Figura 4). Os gêneros *Ptycholaimellus* (Chro-

madoridae) e *Molgolaimus* (Desmodoridae) foram os mais abundantes de suas respectivas famílias, sendo os maiores percentuais observadas no período chuvoso. Em Xyalidae, o gênero *Daptonema* foi o mais abundante (28,9 %) no período chuvoso e *Paramonohystera* (30,9%) no período seco (Figura 4).

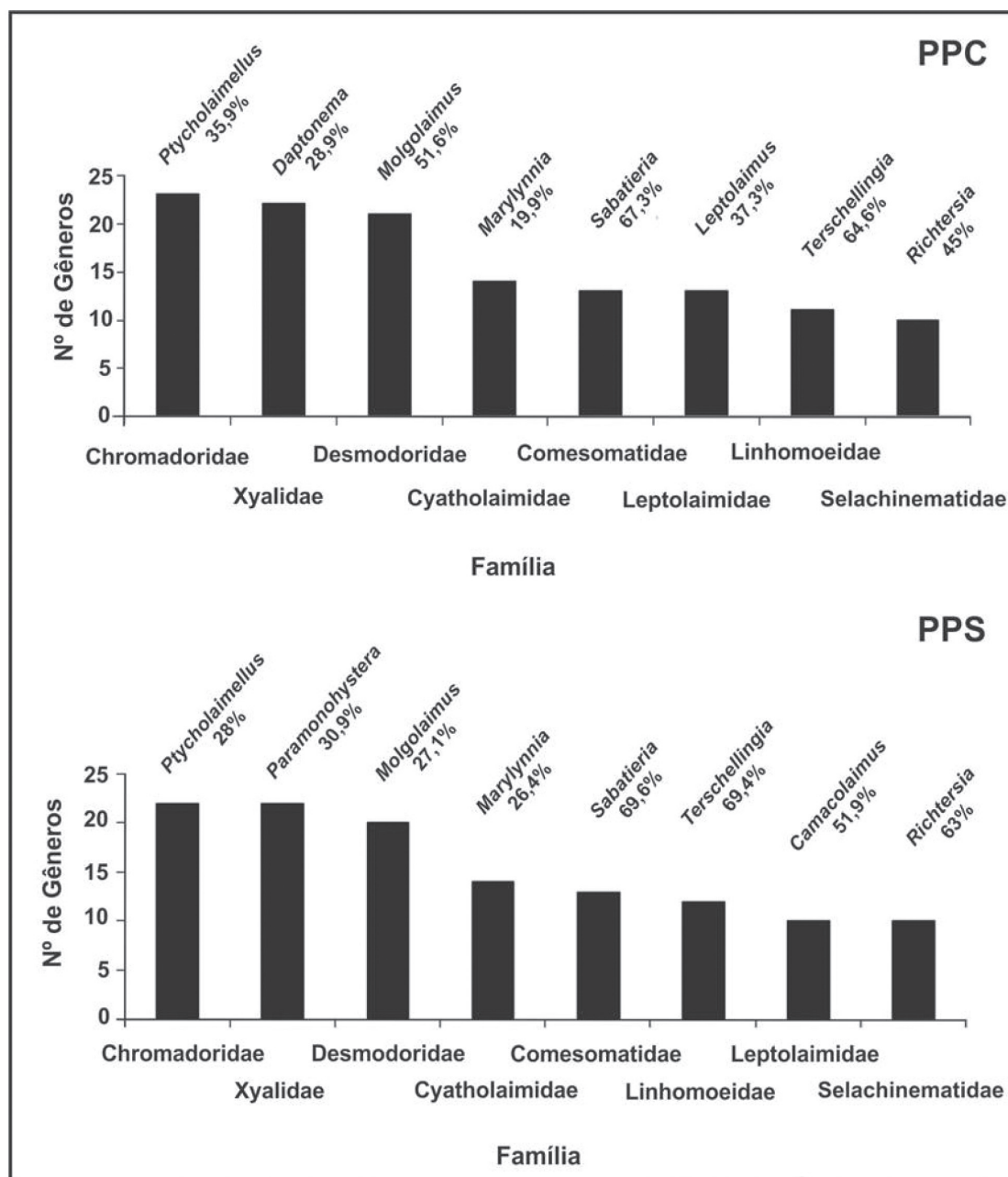


Figura 4 - Número de gêneros por família e o gênero mais abundante (%) de cada família, nos períodos chuvoso (PPC) e seco (PPS).

Sabatieria foi o gênero mais representativo dos Nematoda, sendo dominante na maioria das isóbatas, porém em maiores percentuais no período seco, principalmente nas isóbatas mais profundas (Figura 5).

Outros gêneros também se destacaram com relação à abundância (Figura 5): na plataforma interna (25 m e 50 m) foram *Microlaimus* e *Ptycholaimellus*; na plataforma média e externa (75 m, 100 m, 150 m) *Richtersia* foi um dos gêneros mais abundantes no período seco e a 150 m no chuvoso e *Pselionema* também se destacou como um dos mais abundantes no período chuvoso.

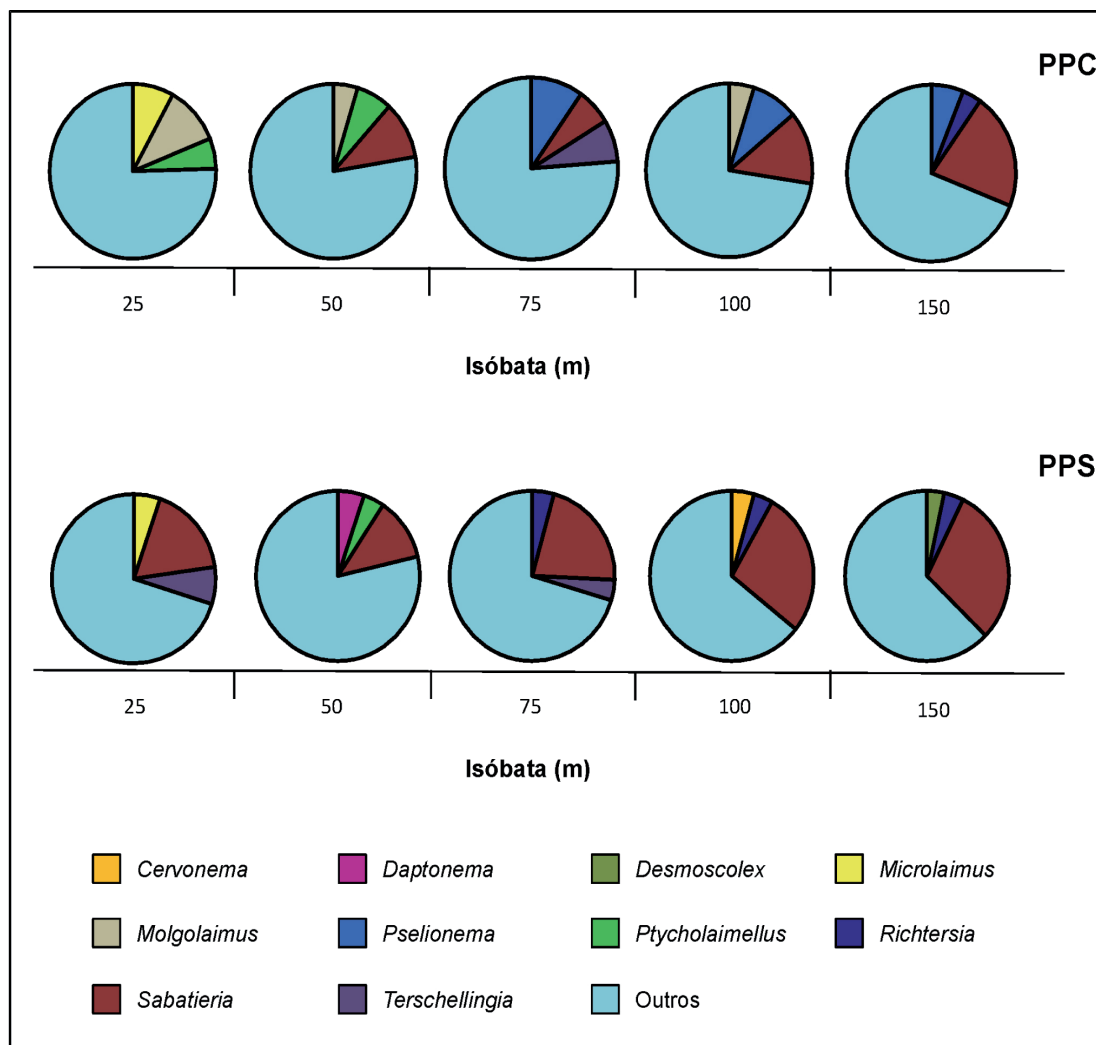


Figura 5 - Abundância relativa dos gêneros dos Nematoda presentes nas isóbatas, considerando os períodos chuvoso (PPC) e seco (PPS).

3.2.1. Riqueza Total

Nos dois períodos analisados, a riqueza de gêneros não exibiu variação batimétrica. Em média, o menor e o maior valor foram observados a 25 m e 50 m (plataforma interna), respectivamente. Na maioria das estações foram identificados mais de 25 gêneros (Figura 6).

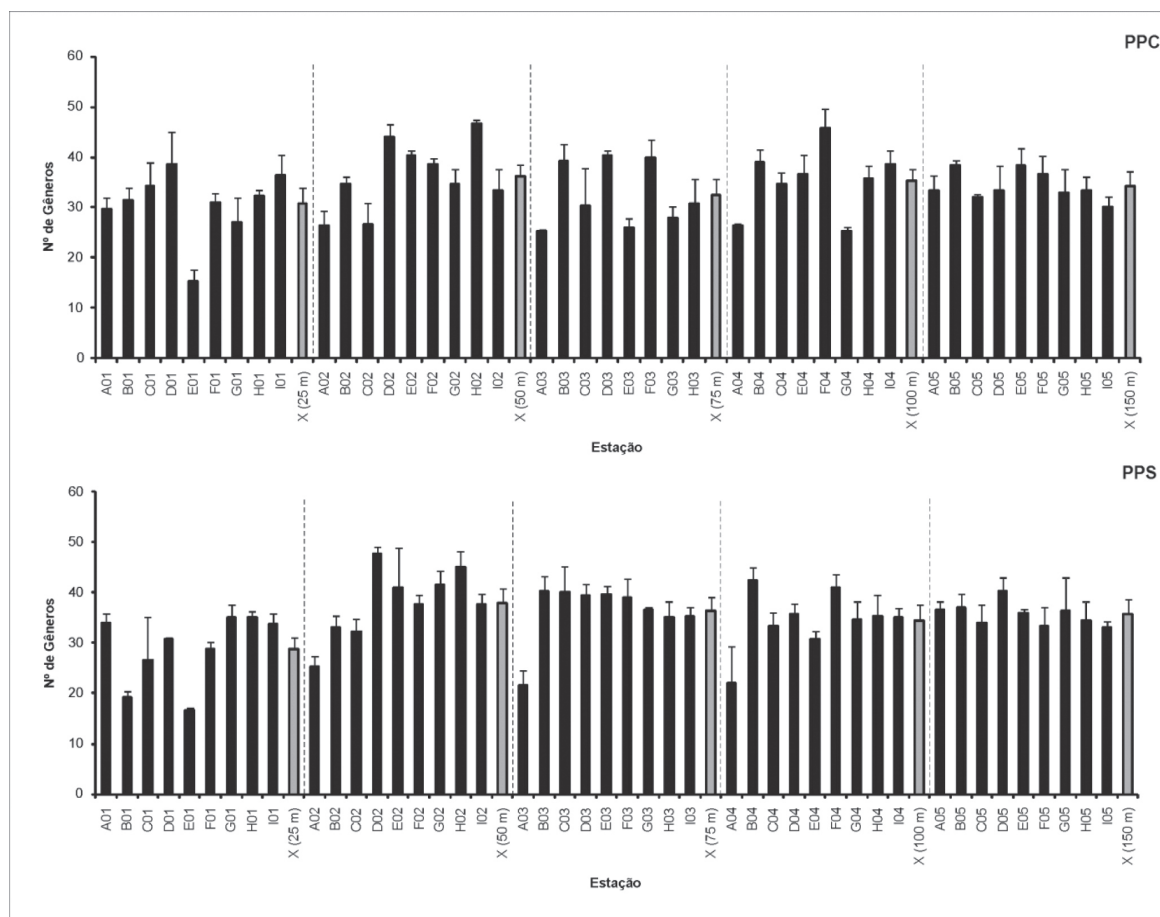


Figura 6 - Riqueza média (+erro-padrão) de Nematoda na plataforma continental da Bacia de Campos, nos períodos chuvoso (PPC) e seco (PPS).

3.2.2. Diversidade

Em ambos os períodos, não foi observado uma variação batimétrica para a diversidade. Assim como para riqueza, a menor e a maior diversidade média foram observadas na plataforma interna (25 m e 50 m, respectivamente). A maior parte das estações apresentou valores de diversidade entre três e cinco (Figura 7).

No período chuvoso (Figura 7), E01 foi a única estação com diversidade inferior a três, sendo esta significativamente diferente da maioria das estações analisadas. A mais diversa foi a estação H02 (> 5), significativamente diferente das estações com diversidade inferior a quatro ($F = 4,33$; $p < 0,0001$).

No período seco (Figura 7), B01 foi a única estação com diversidade inferior a três. Esta, juntamente com A03, A04, E01 não foram significativamente diferentes entre si, porém apresentaram diferenças significativas da maioria das estações amostradas ($F = 4,96$; $p < 0,0001$).

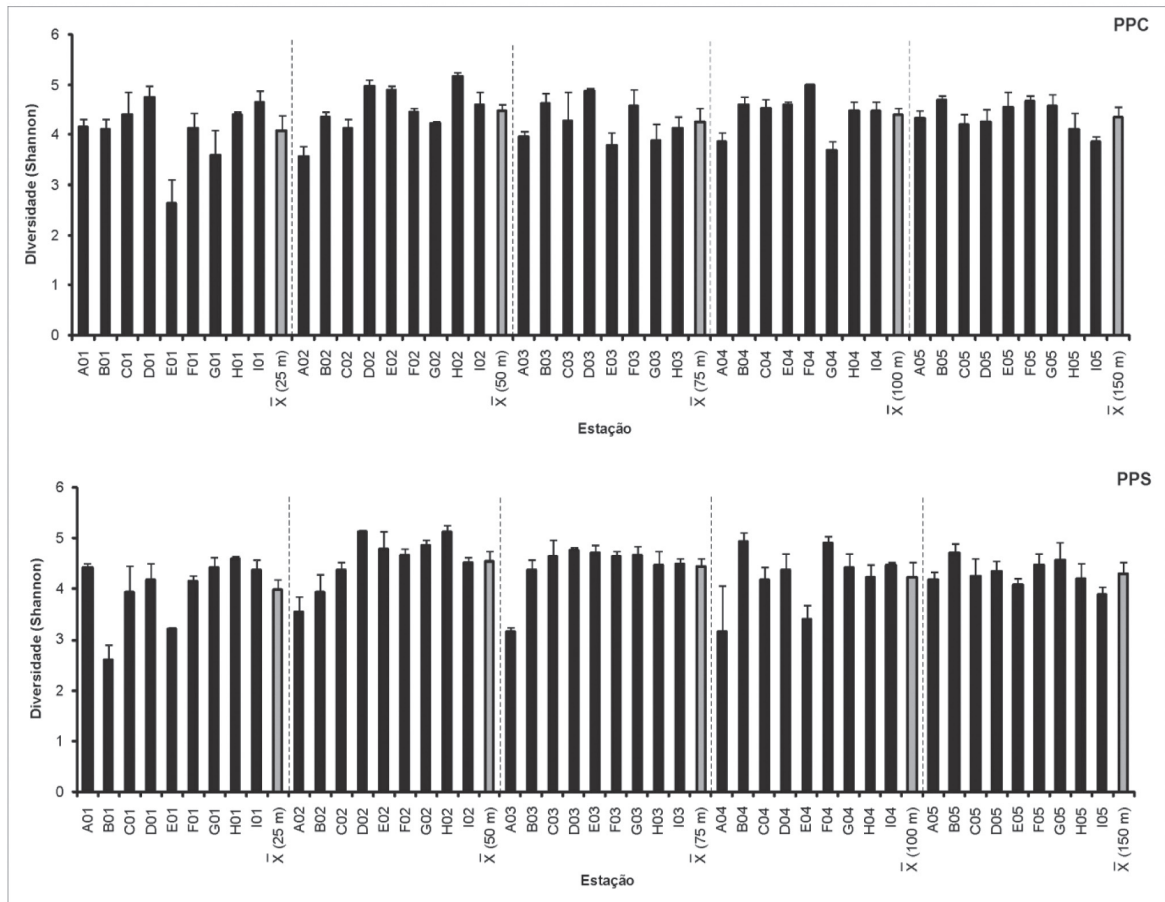


Figura 7 - Diversidade média (+erro-padrão) de Nematoda na plataforma continental da Bacia de Campos, nos períodos chuvoso (PPC) e seco (PPS).

3.2.3. Dominância

De um modo geral, foi detectada uma baixa dominância nos dois períodos analisados. Na maioria das estações amostradas, os valores de dominância foram inferiores a 0,1, sendo os maiores valores médios observados a 25 m (Figura 8).

No período chuvoso (Figura 8), foi constatado o maior valor em E01 (0,28), sendo este significativamente diferente da maioria das estações amostradas ($F = 2,33$; $p = 0,003$). Nesta estação, *Molgolaimus* representou 41% da comunidade.

No período seco (Figura 8), os maiores valores de dominância foram registrados em B01 e E04 (0,34 e 0,24 respectivamente), sendo ambas significativamente diferentes da maioria das estações analisadas ($F = 4,55$; $p < 0,0001$). Em ambas, o gênero *Sabatieria* representou aproximadamente 50% dos nematóides.

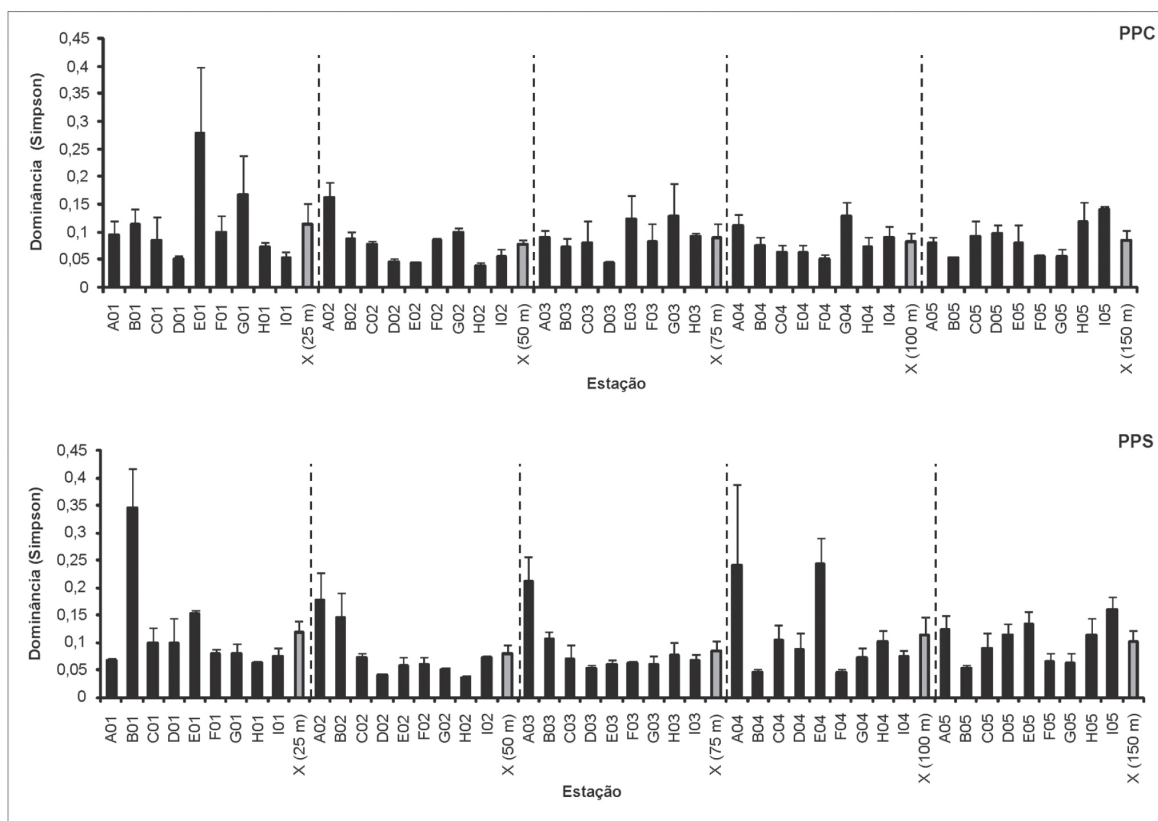


Figura 8 - Dominância média (+erro-padrão) de Nematoda por estação e isóbata na plataforma continental da Bacia de Campos, nos períodos chuvoso (PPC) e seco (PPS).

3.2.4. Densidade e Biomassa

No período chuvoso (Figura 9), apenas duas estações (E01 e A03) tiveram densidades superiores a 1500 ind./10 cm², tendo sido significativamente diferentes das demais ($F = 10,98$; $p < 0,0001$, a exceção foi a estação G01 que não diferiu de A03).

No período seco (Figura 9), três estações (A03, C01 e E01) apresentaram densidades superiores a 1200 ind./10cm². Estas foram significativamente diferentes da maioria estações analisadas ($F = 5,57$; $p < 0,0001$).

Além disso, foi constatado que a densidade média decresceu com o aumento da profundidade no período chuvoso. No período seco essa tendência de diminuição foi quebrada com um aumento na isóbata de 75 m, entretanto, seu valor tornou a diminuir nas isóbatas de 100 m e 150 m (Figura 9). Em média, a densidade foi menor no período chuvoso, apenas nas isóbatas de 25 m e 100 m, porém não houve diferença significativa para nenhuma isóbata entre os períodos estudados ($F = 0,01$; $p = 0,918$).

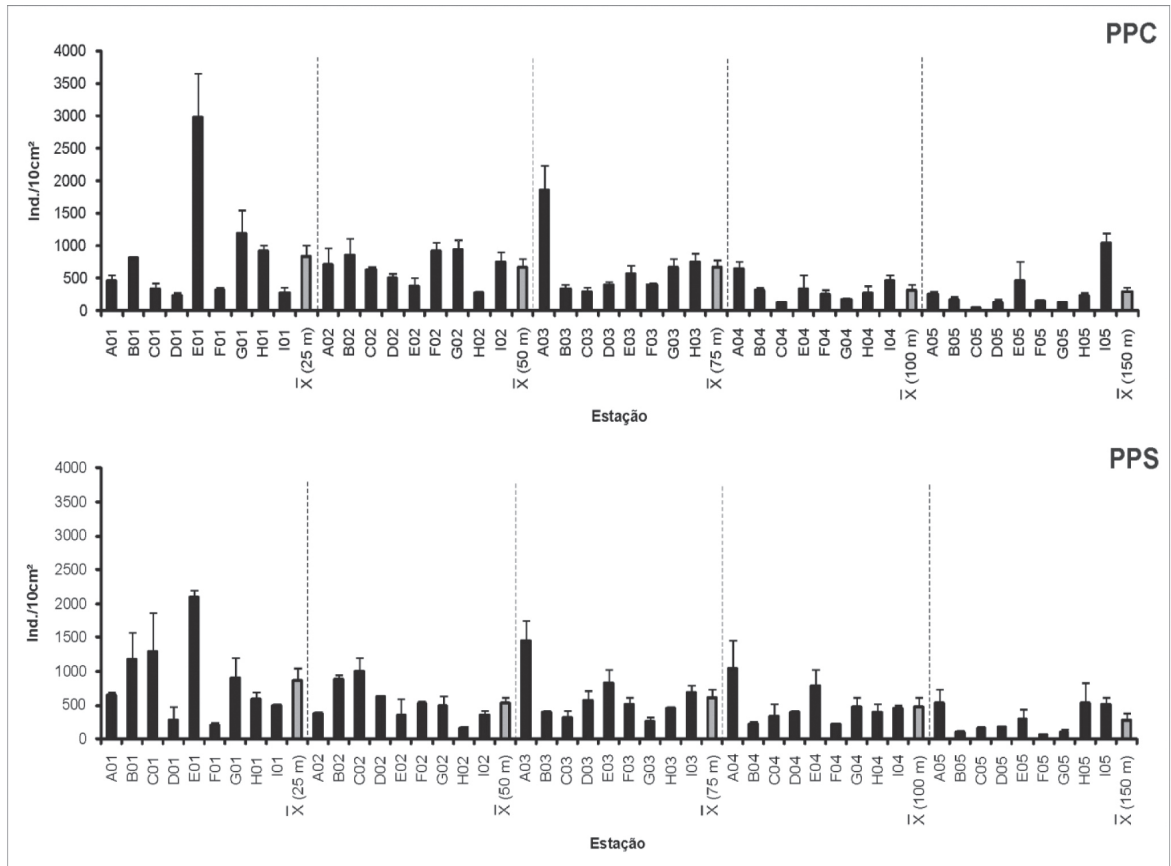


Figura 9 - Densidade média (+erro-padrão) de Nematoda na plataforma continental da Bacia de Campos, nos períodos chuvoso (PPC) e seco (PPS).

No período chuvoso, a biomassa variou de maneira diferente da densidade média apenas na última isóbata, decrescendo com aumento da profundidade até 100 m e aumentando um pouco na isóbata de 150 m. No período seco, a biomassa diminuiu de 25 m para 50 m, aumentou em 75 m e voltou a diminuir (Figura 10).

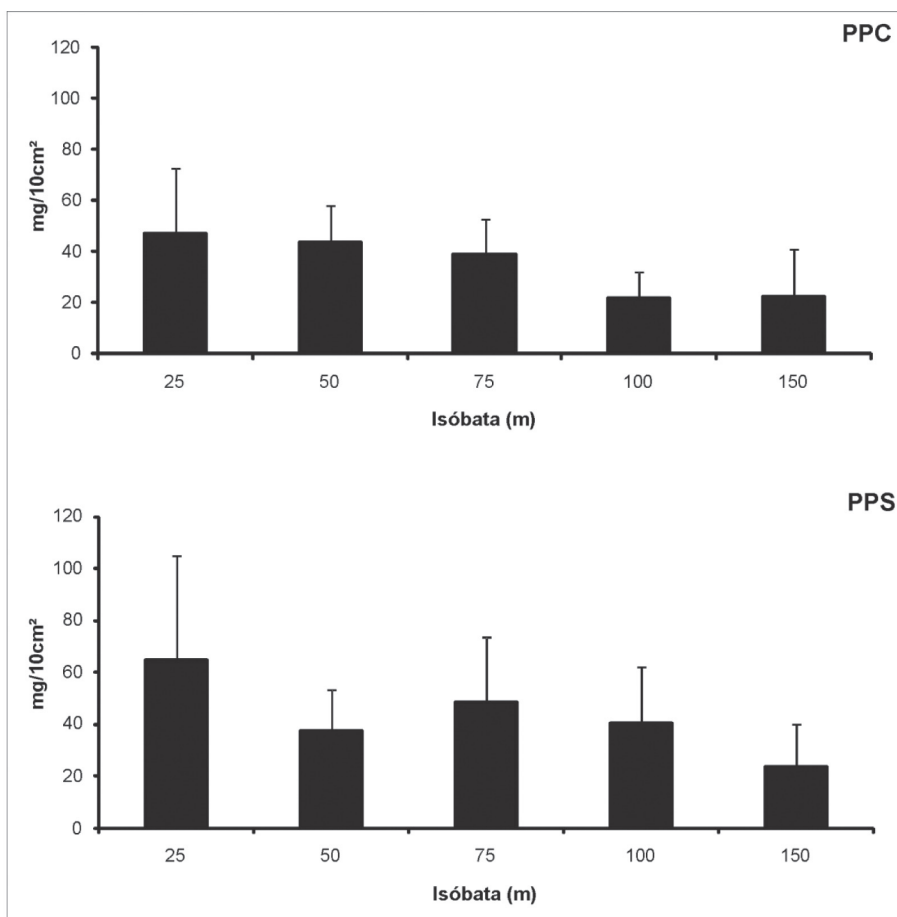


Figura 10 - Biomassa média (+erro-padrão) de Nematoda ao longo das isóbatas na plataforma continental da Bacia de Campos, nos períodos chuvoso (PPC) e seco (PPS).

3.2.5. Grupos Tróficos

Em ambos os períodos e em todas as isóbatas os depositívoros (seletivos e não-seletivos) representaram mais de 50% da comunidade, entretanto, no período chuvoso os seletivos (1A) foram mais abundantes e no período seco foram os não-seletivos (1B) (Figura 11).

Com relação à profundidade, no período chuvoso os percentuais de indivíduos 1B foram maiores nas estações mais profundas da plataforma externa (100 m e 150 m), enquanto os indivíduos 2B representaram uma maior porcentagem nas menores profundidades (plataforma interna (25 m e 50 m). Os indivíduos 1A e 2A não tiveram variação batimétrica (Figura 11).

No período seco (Figura 11), o grupo 1B foi dominante praticamente em todas as profundidades analisadas, exceto em 50 m, e com maiores percentuais nas estações mais profundas. A partir da isóbata de 50 m, os indivíduos que se alimentam de epis-trato (2A) foram gradativamente diminuindo sua porcentagem relativa na comunidade.

de com o aumento da profundidade. Os predadores e/ou onívoros (2B) tiveram um maior percentual na isóbata mais rasa (25 m) e com o aumento da profundidade este percentual diminuiu, mas manteve-se constante. Para o grupo 1A não foi observado qualquer variação.

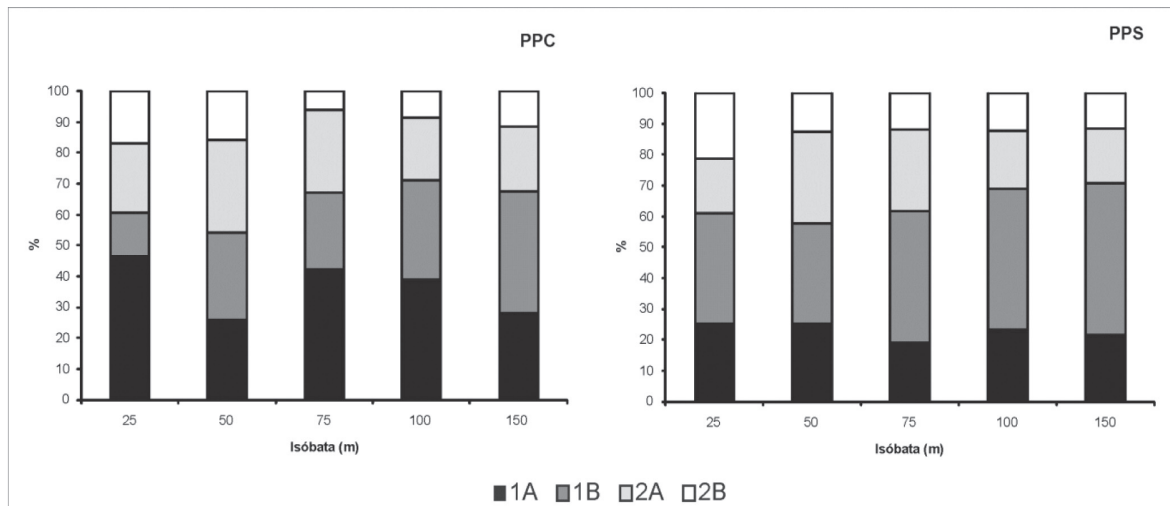


Figura 11 - Abundância relativa dos grupos tróficos de Nematoda na plataforma continental da Bacia de Campos por isóbata, nos períodos chuvoso (PPC) e seco (PPS). Depositívoros seletivos (1A); depositívoros não-seletivos (1B); comedores de epístrato (2A); predadores e/ou onívoros (2B).

3.2.6. Abordagem multivariada (nMDS; ANOSIM; SIMPER)

Na plataforma continental da Bacia de Campos foi observada, nos dois períodos analisados, a separação dos grupos de estações em três regiões: a plataforma interna (25 m e 50 m), a média-externa (75 m, 100 m e 150 m) e a sul (transectos A, B e C) (Figuras 12 e 13). A maior dissimilaridade foi detectada entre a região interna e sul da plataforma (Tabela 1).

No período chuvoso, os gêneros que mais contribuíram (%) para a similaridade do grupo I foram *Microlaimus*, *Sabatieria*, *Ptycholaimellus*, *Ceramonema*, *Desmodora* e *Chromadorita* (em ordem decrescente), que conjuntamente contribuíram em 49,61% para a similaridade da plataforma interna (Tabela 2).

No período seco, *Microlaimus*, *Ptycholaimellus*, *Tricoma*, *Ceramonema*, *Paracytholaimoides*, *Chromadorita* e *Sabatieria* juntos contribuíram em 50,95% para a similaridade da plataforma interna (Tabela 3).

Os gêneros que contribuíram para a similaridade da plataforma média-externa (grupo II) foram: *Sabatieria*, *Pselionema*, *Richtersia*, *Desmoscolex*, *Paradesmodo-*

ra, *Spirinia* e *Terschellingia*, no período chuvoso (Tabela 2); e *Sabatieria*, *Richtersia*, *Desmoscolex*, *Thalassomonhystera* e *Cervonema*, no período seco (Tabela 3). A porcentagem cumulativa foi de 48% em ambos os períodos (Tabela 2 e 3). No grupo III, plataforma sul, *Sabatieria* foi o gênero com maior percentual de contribuição para a similaridade desse grupo, tanto no período chuvoso como no seco (Tabela 2 e 3).

Tabela 1 - Teste ANOSIM (Valores de R, nível de significância adotado = $p < 0,05$) para os grupos observados no MDS dos Nematoda na plataforma continental da Bacia de Campos, no período chuvoso e seco. Grupos I (plataforma interna = 25 m e 50 m), II (plataforma média-externa = 75 m, 100 m e 150 m) e III (parte sul, plataforma interna-média dos transectos A, B e C).

Grupos	Período Chuvoso (Rglobal = 0,489; p = 0,0001)		Período Seco (Rglobal = 0,588; p = 0,0001)	
	R	Significância	R	Significância
I, III	0,763	0,0001	0,965	0,0002
I, II	0,453	0,0001	0,577	0,0001
II, III	0,441	0,001	0,473	0,0004

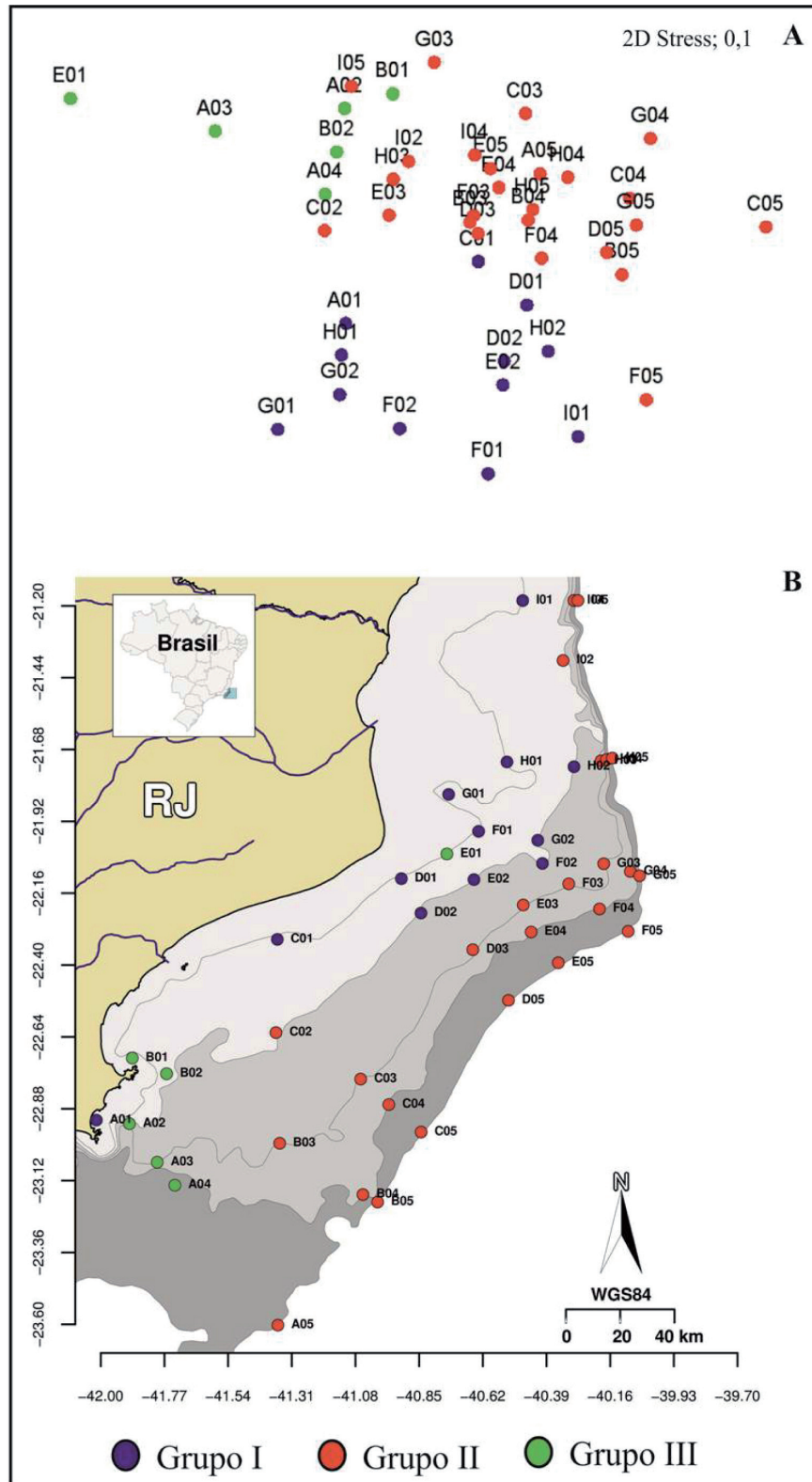


Figura 12 - A - Análise multivariada (MDS) dos Nematoda na Plataforma Continental da Bacia de Campos no período chuvoso. Grupos I (plataforma interna = 25 m e 50 m), II (plataforma média-externa = 75 m, 100 m e 150 m) e III (parte sul, plataforma interna-média dos transectos A, B e C). B - Representação dos grupos visualizados na análise MDS sobre a malha amostral da Plataforma, no período chuvoso.

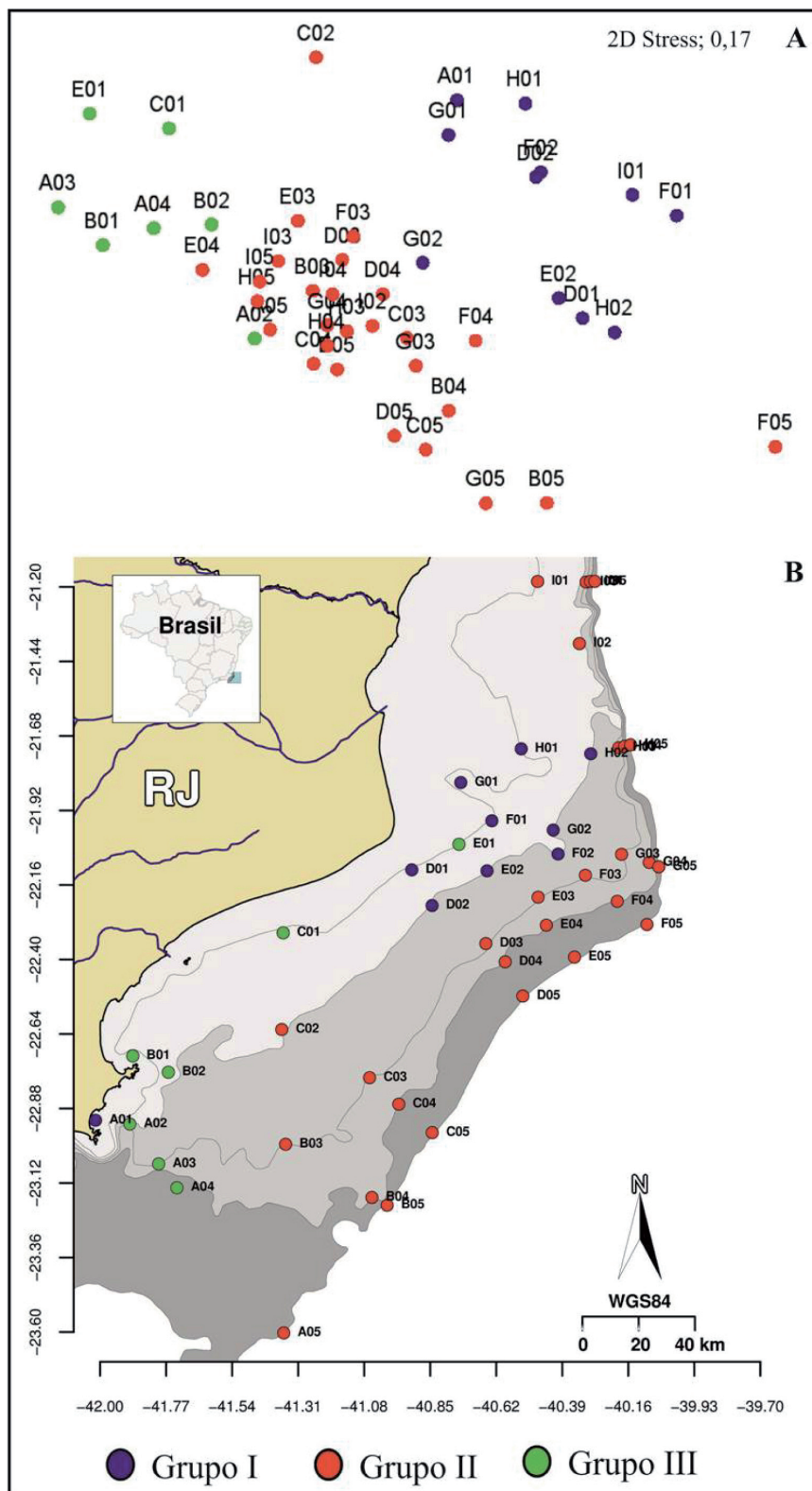


Figura 13 - A - Análise multivariada (MDS) dos Nematoda na plataforma continental da Bacia de Campos no período seco. Grupos I (plataforma interna = 25m e 50 m), II (plataforma média-externa = 75 m, 100 m e 150 m) e III (parte sul, plataforma interna-média dos transectos A, B e C). B - Representação dos grupos visualizados na análise MDS sobre a malha amostral da Plataforma, no período seco.

Tabela 2 - Resultados do SIMPER destacando os gêneros que contribuíram (em %) para as similaridades dos grupos observados no MDS para o Período Chuvoso. Grupos I (plataforma interna = 25m e 50 m), II (plataforma média-externa = 75 m, 100 m e 150 m) e III (parte sul, plataforma interna-média dos transectos A, B e C).

PERÍODO CHUVOSO			
Grupos	Gêneros	% Contribuição individual	% Contribuição Acumulativa
I Similaridade média 33,97	<i>Microlaimus</i>	12,9	12,9
	<i>Sabatieria</i>	8,84	21,74
	<i>Ptycholaimellus</i>	8,52	30,25
	<i>Ceramonema</i>	8,48	38,73
	<i>Desmodora</i>	5,66	44,39
	<i>Chromadorita</i>	5,22	49,61
	<i>Pomponema</i>	4,45	54,06
	<i>Paracyatholaimoides</i>	3,53	57,59
	<i>Molgolaimus</i>	3,12	60,71
II Similaridade média 35,14	<i>Sabatieria</i>	20,63	20,63
	<i>Pselionema</i>	7,3	27,93
	<i>Richtersia</i>	5,38	33,31
	<i>Desmoscolex</i>	4,39	37,70
	<i>Paradesmodora</i>	4,14	41,84
	<i>Spirinia</i>	3,5	45,34
	<i>Terschellingia</i>	3,36	48,70
	<i>Cervonema</i>	2,9	51,60
	<i>Thalassomonhystera</i>	2,8	54,40
	<i>Thalassoalaimus</i>	2,8	57,20
	<i>Halalaimus</i>	2,79	59,99
	<i>Halichoanolaimus</i>	2,18	62,18
III Similaridade média 32,98	<i>Sabatieria</i>	24,48	24,48
	<i>Terschellingia</i>	11,02	35,20
	<i>Pselionema</i>	9,27	44,48
	<i>Microlaimus</i>	7,77	52,25
	<i>Molgolaimus</i>	6,56	58,81
	<i>Richtersia</i>	4,26	63,07

Tabela 3 - Resultados do SIMPER destacando os gêneros que contribuíram (em %) para as similaridades dos grupos observados no MDS para o Período Seco. Grupos I (plataforma interna = 25m e 50 m), II (plataforma média-externa = 75 m, 100 m e 150 m) e III (parte sul, plataforma interna-média dos transectos A, B e C).

PERÍODO SECO			
Grupos	Gêneros	% Contribuição individual	% Contribuição Acumulativa
I Similaridade média 39,00	<i>Microlaimus</i>	11,36	11,36
	<i>Ptycholaimellus</i>	8,05	19,41
	<i>Tricoma</i>	7,88	27,29
	<i>Ceramonema</i>	6,93	34,22
	<i>Paracyatholaimoides</i>	6,9	41,12
	<i>Chromadorita</i>	5,11	46,23
	<i>Sabatieria</i>	4,71	50,95
	<i>Desmodora</i>	4,16	55,11
	<i>Marylynnia</i>	3,82	58,93
	<i>Actinonema</i>	3,37	62,3
II Similaridade média 41,16	<i>Sabatieria</i>	28,33	28,33
	<i>Richtersia</i>	6,55	34,88
	<i>Desmoscolex</i>	5,68	40,57
	<i>Thalassomonhystera</i>	3,71	44,27
	<i>Cervonema</i>	3,61	47,88
	<i>Tricoma</i>	3,45	51,33
	<i>Halalaimus</i>	3,2	54,53
	<i>Terschellingia</i>	3,12	57,65
	<i>Daptonema</i>	2,79	60,44
	<i>Paradesmodora</i>	2,76	63,20
III Similaridade média 47,65	<i>Sabatieria</i>	53,65	53,65
	<i>Terschellingia</i>	8,61	62,27
	<i>Paramonohystera</i>	7,74	70,01
	<i>Hopperia</i>	4,02	74,02
	<i>Daptonema</i>	3,95	77,97

3.2.8. Correlações com variáveis ambientais do sedimento

Nessas análises são utilizadas as seguintes variáveis ambientais: percentuais das frações granulométricas (areia grossa, areia média, silte, etc), parâmetros estatísticos do sedimento (tamanho médio e grau de seleção), carbonatos, carbono orgânico total (COT) e fitopigmentos, as quais foram apresentadas no volume 6 da presente série.

Os resultados do BIOENV mostraram que no período chuvoso as variáveis ambientais que mais se correlacionaram com a estrutura da comunidade foram areia grossa, areia média, silte e carbonato. No período seco, areia muito grossa, grau de seleção e fitopigmentos foram as variáveis que apresentaram uma maior correlação com os Nematoda (Tabela 4).

Tabela 4 - Resultados do BIOENV por período.

Valor da correlação	Nível de significância	Variáveis Ambientais	Período
0,423	0,01	Areia grossa, Areia média, Silte, carbonato	Chuvoso
0,558	0,01	Areia muito grossa, grau de seleção, fitopigmentos	Seco

No período chuvoso (Tabela 5), foram detectados dois resultados de correlações dos gêneros que contribuíram para a similaridade dos grupos (I, II e III) com os parâmetros ambientais.

Na plataforma interna (grupo I), os gêneros tiveram uma correlação positiva com a areia muito grossa, areia grossa e areia média (destacado em cinza), e uma correlação negativa com areia muito fina, silte, argila, grau de seleção, carbono orgânico e carbonato. *Microlaimus* só apresentou correlação significativa com fitopigmentos, carotenóides (ambas positiva) e carbonato (negativa) e *Molgolaimus* com silte (ambas positiva) (Tabela 5).

Na plataforma média-externa (grupo II), os gêneros tiveram uma correlação positiva com areia muito fina, silte, argila, tamanho médio do grão, grau de seleção, carbono orgânico, e fitopigmentos (destacado em azul), e uma correlação negativa com a areia muito grossa, areia grossa, areia média e carbonato. *Thalassomonhystera* e *Thalassolaimus* só apresentaram correlação significativa com areia grossa, carbonato (negativa) e carotenóides (positiva) e *Spirinia* com grau de seleção (positiva) (Tabela 5).

Na plataforma sul (Grupo III), todos os gêneros que contribuíram para a similaridade deste grupo também foram representativos para a similaridade dos outros grupos. *Microlaimus* e *Molgolaimus* também contribuíram para a similaridade da plataforma interna, sendo suas correlações com os parâmetros ambientais mencionados anteriormente. O mesmo ocorreu com *Sabatieria*, *Terschellingia*, *Pselionema* e *Richtersia* para média-externa (Tabela 5).

No período seco os mesmos padrões de correlações foram observados, entretanto, *Microlaimus* só apresentou correlação significativa com carbonato (negativa). *Desmoscolex*, que só contribuiu para a similaridade da plataforma média-externa no

Tabela 6 - Correlação (Spearman) dos gêneros que contribuíram para a similaridade dos grupos apresentados no MDS (plataforma interna, média-externa e sul) com os fatores ambientais no período seco. (AMG) areia muito grossa; (AG) areia grossa; (AM) areia média; (AMF) areia muito fina; (S) silte; (A) argila; (TMG) tamanho médio do grão; (GS) grau de seleção; (COT) carbono orgânico; (FITO) fitopigmentos; (CARB) carbonato; (*) valores entre 0,17 e -0,17 que representam correlações não significativas.

	AMG	AG	AM	AMF	S	A	TMG	GS	COT	FITO	CARB
Ceramonema	0,33	0,40	0,44	-0,28	-0,32	-0,32	-0,25	-0,41	-0,30	-0,25	-0,39
Chromadorita	*	*	*	*	-0,21	-0,20	*	-0,35	-0,19	-0,18	-0,37
Desmodora	0,27	0,25	0,21	-0,21	-0,22	-0,21	-0,20	*	-0,19	-0,18	-0,19
Microlaimus	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	-0,40
Paracyatholaimoides	0,25	0,32	0,31	-0,23	-0,25	-0,26	-0,19	-0,35	-0,26	-0,24	-0,35
Ptycholaimellus	*	*	0,41	*	-0,19	-0,19	*	-0,28	*	-0,18	-0,25
Marylynnia	*	*	*	*	0,25	0,27	0,29	*	*	0,53	*
Sabatieria	-0,25	-0,43	-0,42	0,39	0,62	0,60	0,65	*	0,34	0,64	*
Cervonema	-0,20	-0,24	-0,19	0,19	0,18	0,22	0,19	0,26	-	0,28	*
Daptonema	*	-0,26	-0,22	0,30	*	*	0,27	*	*	*	-0,23
Desmoscolex	-0,19	-0,20	*	*	*	*	*	0,24	*	*	0,22
Halalaimus	*	-0,20	-0,19	*	0,35	0,24	0,24	0,20	*	*	*
Richtersia	-0,20	-0,32	*	0,21	*	*	0,25	*	*	*	*
Terschellingia	*	-0,26	-0,25	0,30	0,33	0,20	0,34	*	*	0,24	*
Thalassomonhystera	*	-0,22	*	*	0,20	0,26	0,27	*	0,19	0,21	*
Hopperia	*	-0,25	-0,27	*	0,46	0,43	0,42	*	0,28	0,45	*
Paramonhystera	*	-0,25	-0,26	0,22	0,40	0,34	0,41	*	0,25	0,33	*

4. DISCUSSÃO

Na plataforma continental da Bacia de Campos foram identificados 29 grupos de metazoários bentônicos pertencentes à meiofauna, uma riqueza elevada quando comparada às encontradas em outras regiões de plataforma no mundo: 7 grupos para o Mar do Caribe (3 a 14 m) (Armenteros *et al.*, 2009), 8 grupos no Mar Arábico, Índia (Sebastian, 2003); 9 grupos na baía de Narragansett (Rudnick *et al.*, 1985); 15 grupos taxonômicos no Mar Negro (14 a 107 m) (Gomoiu *et al.*, 2004) e 20 grupos no Oceano Ártico (Vanreusel *et al.*, 2000). Nos trabalhos em plataforma continental brasileira, na região sudeste foram identificados 21 grupos por Corbisier (1993), 16 táxons por Moellmann *et al.* (2001), enquanto que na plataforma continental ao longo do nordeste Sobral (2010) encontrou 21 grupos zoológicos.

Os trabalhos compilados por Rudnick *et al.* (1985), com o intervalo de profundidade aproximado ao deste estudo, demonstram valores muito variados de densidade

da meiofauna (Tabela 7). Em trabalhos realizados em plataformas continentais do sudeste brasileiro, a densidade da meiofauna também apresentou uma faixa de variação discrepante e ampla (Tabela 7).

Tabela 7 - Valores médios de densidade observados em outros estudos de meiofauna em Plataforma Continental.

Autores	Valores (ind./10cm ²)	Intervalo de profundidade (m)	Local
Rudnick <i>et al.</i> (1985)	30 a 60	18 a 230	Baia de Bengala, Costa da Índia
	200 a 300	24 a 166	Mar Clyde (costa do Reino Unido)
	700 a 900	61 a 121	Mar da Irlanda (costa do Reino Unido)
	1200	5 a 220	Baia de Bothian, Mar Báltico
	4300	5 a 100	Mar Báltico
Corbisier (1993)	48 a 2436	16 a 52	
Moellmann <i>et al.</i> (2001)	86,5 a 1311	8 a 40	São Paulo, Bacia de Santos, Brasil
Yaginuma (2010)	653 a 5209	17 a 94	
Este estudo	319 a 1753	25 a 150	Bacia de Campos, Brasil

A densidade média da meiofauna, após a isóbata de 75 m, mostrou uma tendência à diminuição com o aumento da profundidade nos dois períodos analisados. Sebastian (2003) observou um padrão similar para densidade e biomassa da meiofauna do Mar Árabe, Índia, em isóbatas muito similares a deste estudo (30 m, 50 m, 75 m, 100 m, 150 m e >150m), porém a diminuição foi gradativa a partir da primeira isóbata. Yaginuma (2010) constatou que as maiores densidade foram encontradas em isóbatas intermediárias no desenho amostral (17 m, 29 m, 31 m, 32 m, 56 m e 94 m) realizado na plataforma continental da Bacia de Santos. Moellmann *et al.* (2001), em seu estudo realizado no canal de São Sebastião (SP) nas profundidades de 8 a 40 m, observaram as maiores densidades de meiofauna na isóbata mais profunda. De acordo com Heip *et al.* (1985) e Vanreusel (1991), a densidade da meiofauna na plataforma parece ser melhor correlacionada com a estrutura do sedimento. Para Fleeger e Decho (1987) este fator é o parâmetro mais representativo para o efeito coletivo de todas as características do habitat que determinam a estrutura da comunidade.

A Água Central do Atlântico Sul (ACAS) que se caracteriza por uma baixa temperatura (Matsuura, 1986; Silveira *et al.*, 2000) e altas concentrações nutrientes (Moser e Ganesella-Galvão, 1997), nos meses de inverno fica restrita a profundidades maiores, mas durante o verão, a maior frequência dos ventos do quadrante N-E provoca correntes em direção à costa e resulta na intrusão da ACAS (Castro Filho, 1990; Castro *et al.*,

2006). Neste período, foi reportado um aumento na biomassa fitoplanctônica (Moser e Giancesella-Galvão, 1997), o que pode acarretar no aumento da disponibilidade de recursos alimentares oriundos da coluna de água para o bentos.

No inverno, Yaginuma (2010) constatou, através dos dados de temperatura e salinidade, a presença da Água Costeira (AC) na porção interna da plataforma (17 a 56 m), porém em 56 m também foi detectada a presença da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) no fundo, e na estação mais profunda (94 a 95 m), as quais apresentaram uma água mais salina e com baixas temperaturas. No verão, foi observado que a ACAS se aproximou da costa, até 30 m de profundidade.

O filo Nematoda foi o taxon mais abundante da meiofauna em todas as estações analisadas, corroborando com o padrão global de abundância relativa dos grandes grupos da meiofauna (Coull, 1988; Fleeger e Decho, 1987; Heip *et al.*, 1982).

Vanreusel *et al.* (2010) relataram 210 gêneros em 43 amostras de plataformas continentais de vários locais no mundo, enquanto no Brasil, na plataforma continental em frente ao sistema estuarino de Santos, Yaginuma (2010) registrou 134 gêneros e 31 famílias em 36 amostras. A lista taxonômica dos Nematoda encontrada em 88 estações ao longo da plataforma continental do nordeste brasileiro soma 170 gêneros distribuídos em 37 famílias (Sobral, 2010). Neste estudo, realizado na plataforma continental da Bacia de Campos, foram identificados 268 gêneros e 46 famílias, ou seja, um valor maior quando comparado aos de outros estudos realizados na costa brasileira. É possível que essas diferenças numéricas sejam explicadas, principalmente, pelo esforço amostral do presente estudo, onde um total de 266 amostras foi analisado. Essa relação entre as estimativas de diversidade do bentos marinho e o esforço amostral (incluindo a área total amostrada) é bem documentada na literatura (Scheiner, 2003).

Em ambos os períodos (chuvoso e seco), Chomadoridae, Desmodoridae e Xyalidae foram as famílias que apresentaram o maior número de gêneros, sendo as mesmas relatadas por Sobral (2010) na plataforma continental do nordeste do Brasil, o que indica uma ampla distribuição destas famílias ao longo da plataforma continental brasileira.

Sabatieria foi o gênero mais abundante, assim como o observado por Vanreusel *et al.* (2010) em várias plataformas continentais do mundo. No período chuvoso, que corresponde ao verão da região sudeste, *Microlaimus* e *Molgolaimus* também foram gêneros abundantes e no período seco (inverno) foram os gêneros *Terschellingia* e *Richtersia*. Na plataforma continental ao largo de Santos os gêneros mais abundantes

foram *Microlaimus*, *Chromadorita* (nos dois períodos analisados), *Molgolaimus* (no inverno) e *Ptycholaimellus* (no verão) (Yaginuma, 2010).

A diversidade dos Nematoda na plataforma continental da Bacia de Campos variou entre 2,6 a 5 (média 4,3), similar à encontrada por Yaginuma (2010) na plataforma ao largo de Santos (3,71 a 5,14) e próxima a reportada por Boucher e Lamshead (1995) para áreas infralitorais de regiões tropicais (média 4,44). Em ambos os períodos, não foi observado um padrão batimétrico para a diversidade média, o que pode ser explicado pela heterogeneidade do substrato ao longo das isóbatas. Assim como para riqueza, a menor e a maior diversidade média foram observadas na plataforma interna (25 e 50 m, respectivamente). As estações que foram destacadas com as menores diversidades e riqueza de gêneros nos dois períodos analisados (A03, A04, B01 e E01) apresentaram um sedimento com areia fina ou lamosa. Enquanto, as estações com os maiores valores apresentaram sedimento com areia média a grossa e cascalho. Tietjen (1977) verificou a existência de duas unidades faunísticas básicas: uma lamosa caracterizada pela elevada dominância e baixa diversidade e uma arenosa caracterizada por uma baixa dominância e elevada diversidade. Coull (1988), Heip *et al.* (1985) e McLachlan *et al.* (1977) ressaltaram que sedimentos arenosos apresentam maior espaço entre os grãos, e por conseguinte promovem uma maior variedade de nichos, ou seja, um habitat mais heterogêneo.

De um modo geral, os Nematoda apresentaram uma baixa dominância de gêneros em ambos os períodos analisados. Nas estações E01 (no período chuvoso) e B01 (no período seco), *Molgolaimus* e *Sabatieria*, respectivamente, foram gêneros dominantes, representando mais de 40% da comunidade. Juário (1975) e Ward (1973) destacaram a abundância destes mesmos gêneros em sedimentos com areia fina e teores elevados de silte.

A densidade dos Nematoda nas estações de coleta ao longo da plataforma continental da Bacia de Campos variou entre 55 a 2987 ind./10 cm², entretanto, em aproximadamente 90% das estações a densidade oscilou entre 200 e 1000 ind./10 cm². Rudnick *et al.* (1985) verificou que a densidade dos nematoides segue o padrão observado para meiofauna, entretanto, há uma grande variação entre os diferentes locais estudados no mundo: 20 ind./10 cm² na Baía de Bengala, Costa da Índia; 200 a 300 ind./10 cm² no Mar Clyde e 500 a 700 ind./10 cm² no Mar da Irlanda, ambos na costa do Reino Unido; 20 a 690 ind./10 cm² na região centro/oeste do Mar Báltico; até 900 ind./10 cm², na Baía de Bothian, Mar Báltico e até 3800 ind./10 cm² também no Mar Báltico. Ainda

podemos citar outros estudos, como no Mar do Caribe, onde são registrados valores entre 21 a 4596 ind./10 cm² (Armenteros *et al.*, 2009), na Ilha de Socorro-México, valores entre 125 a 2375 ind./10 cm² (Jesús-Navarrete, 2007) e na plataforma continental da Bacia de Santos, valores de 571 a 4946 ind./10 cm² (Yaginuma, 2010).

As densidades médias dos Nematoda por isóbata variaram entre 280-858 ind./10 cm², com tendência a diminuir com a profundidade nos dois períodos analisados, padrão já observado por vários autores (Sebastian, 2003; Sommer e Pfannkuche, 2000; Tietjen, 1992; Vincx *et al.*, 1994). As estações com os maiores valores de densidade (por exemplo: B01, C01, E01 e A03) apresentaram sedimentos lamosos, corroborando com o relatado por Heip *et al.* (1985), que os nematódeos apresentam uma tendência em aumentar de densidade nas áreas de sedimentos finos.

Como mencionado anteriormente, a densidade média dos Nematoda sofreu pouca variação entre os períodos estudados, no entanto, a composição genérica em termos de abundância variou entre os dois períodos. Por exemplo, os gêneros mais abundantes no período chuvoso foram *Sabatieria*, *Molgolaimus*, *Microlaimus* e *Pselionema*, enquanto no período seco foram *Sabatieria*, *Terschellingia*, *Richtersia* e *Paramonohystera*. Esses dados nos levam a crer que as alterações sofridas pelos parâmetros ambientais em decorrência da intrusão da ACAS, bem como o maior aporte de águas continentais no período chuvoso (Volume 2 da presente série), foram suficientes para alterar a composição da comunidade, promovendo a diminuição da abundância de alguns gêneros e o aumento de outros.

A biomassa (média), de uma maneira geral, acompanhou a mesma distribuição da densidade ao longo dos transectos, diminuindo com a profundidade, sendo esta diminuição já relatada por vários autores (Sebastian, 2003; Soetaert e Heip, 1995; Vanaverbeke *et al.*, 1997; Vanreusel *et al.*, 2000). Contudo, o comportamento da densidade e biomassa, entre os períodos, foi diferente: sendo a densidade maior no período chuvoso, exceto nas isóbatas de 25 m e 100 m; e a biomassa maior no período seco, exceto na isóbata de 50 m, possivelmente refletindo diferenças de tamanho dos gêneros predominantes.

Em ambos os períodos e em todas as isóbatas os depositívoros (seletivos e não-seletivos) representaram mais de 50% da comunidade. Soetaert e Heip (1995) também observaram que a comunidade foi dominada por detritívoros em todas as profundidades estudadas ao longo do Atlântico norte e Mar Mediterrâneo. No mar do Caribe, Armenteros *et al.* (2009) também observou este padrão.

Heip *et al.* (1985) relata que a correlação entre a composição do sedimento e a estrutura trófica da comunidade tem sido estudado por vários pesquisadores. Em geral, eles afirmam que sedimentos lamosos são dominados pelos detritívoros não-seletivos (50-60%) e os arenosos são dominados por comedores de epistrato (50-60%), na maioria dos biótopos, comedores de depósitos seletivos e onívoros-predadores são numericamente menos importantes. Esse padrão parecer ser também observado na Bacia de Campos, onde há predominância de detritívoros (seletivos ou não seletivos) nas isóbatas mais profundas, as quais apresentam um sedimento mais fino do que os observado na plataforma interna. Já os comedores de epistrato (2A) foram mais abundantes na isóbata de 50 m, em ambos os períodos analisados, representando cerca de 30% da comunidade.

Através da análise de escalonamento multidimensional (nMDS) foi observada, nos dois períodos analisados, a formação de três grupos,: a plataforma interna (25 m e 50 m), a média-externa (75 m, 100 m e 150 m) e a sul (estações A02, A03 e A04; B01 e B02, E01 e C01 no período seco). A análise ANOSIM confirmou a diferença significativa entre os grupos. As dissimilaridades entre as regiões foram maiores no período seco, o que pode ser resultado do aporte da ACAS para regiões mais rasa no período chuvoso (verão) (Castro Filho, 1990).

Na porção sul da plataforma, a areia fina e a lama foram predominantes nos dois períodos de coleta. Na região adjacente a Bacia de Campos, entre a Ponta de Saquarema e Cabo Frio, Muehe e Carvalho (1993) observaram que há um predomínio da areia média nesta região entre a praia e a batimétrica de 45 m, com exceção da extremidade leste da área de estudo, nas proximidades de Arraial do Cabo, onde passa a predominar a areia fina. A gradativa redução do tamanho médio dos grãos em direção a leste sugere uma acentuada tendência de transporte residual em direção a Cabo Frio. Esta região com predomínio de areia fina é adjacente à porção sul da Bacia de Campos, onde predomina o mesmo tipo de sedimento.

Sabatieria foi um gênero que contribuiu para a similaridade de todos os grupos observados na análise nMDS, entretanto, a maior porcentagem de contribuição foi observada na plataforma sul (sedimento fino), seguida pela média-externa (sedimento médio). Vários autores destacaram a abundância de *Sabatieria* em sedimentos lamosos (Boucher, 1972; Heip *et al.*, 1984; Juario, 1975; Lorenzen, 1974; Schuurmans Stekhoven, 1950; Tietjen, 1980; Vitiello, 1974; Ward, 1973; Warwick e Buchanan, 1970, 1971). Tietjen (1980) relata que a família Comesomatidae, a qual pertence *Sabatieria*,

também são importantes em areia média. No presente estudo, apesar de *Sabatieria* ter apresentado uma correlação negativa com areia muito grossa, grossa e média, e positiva com areia muito fina, silte e argila, esteve presente em todas as profundidades.

Microlaimus, *Ptycholaimellus*, *Ceramonema*, *Desmodora*, *Chromadorita* e *Paracyatholaimoides* contribuíram para a similaridade da plataforma interna. Estes apresentaram uma correlação positiva com areia muito grossa, areia grossa e areia média. *Microlaimus* não apresentou correlação significativa com estas variáveis, mas foi o único gênero da plataforma interna que foi positivamente correlacionado com a fitopigmentos (período chuvoso). Jensen (1974) destaca a dominância de Chromadoridae (*Chromadorita*, *Neochromadora*, *Ptycholaimellus* e *Dichromadora*), *Desmodora*, *Chromaspirina* (ambos Desmodoridae) e *Microlaimus* em estações arenosas no Mar do Norte. Alguns destes também destacados nos trabalhos de Boucher (1980) e (Ward, 1973) para sedimento arenoso. Yaginuma (2010) verificou a predominância de *Microlaimus*, *Chromadorita* e *Ptycholaimellus* em areia fina e muito fina, com altos valores de fitopigmentos.

Além de *Sabatieria*, *Richtersia* e *Desmoscolex* contribuíram para a similaridade da plataforma média-externa nos dois períodos analisados. *Paradesmodora*, *Spirinia* e *Terschellingia*, contribuíram apenas no período chuvoso e *Pselionema*, *Thalassomonhystera* e *Cervonema*, no período seco. Destes, *Sabatieria*, *Richtersia* e *Pselionema* foram destacados por Soetaert e Heip (1995) com um dos gêneros mais abundantes na região da quebra da plataforma. *Terschellingia*, *Spirinia* e *Richtersia* foram abundantes em sedimentos com areia fina e lamosos (Juario, 1975; Lorenzen, 1974; Tietjen, 1980), porém *Richtersia* também foi abundante em sedimentos arenosos (Boucher, 1980; Ward, 1973).

No geral, os gêneros que contribuíram para a similaridade da plataforma média-externa apresentaram uma correlação positiva com areia muito fina, silte, argila, carbono orgânico, e fitopigmentos, oposto ao observado na plataforma interna.

A maioria dos gêneros responsáveis pela similaridade da plataforma sul também contribuíram para a similaridade da plataforma média-externa. *Paramonohystera* e *Hopperia*, que só contribuíram para a similaridade da porção sul, apresentaram as mesmas correlações com as variáveis ambientais descritas para a plataforma média-externa, o que explica a maior similaridade entre a região sul e a média-externa da plataforma.

Segundo Heip *et al* (1985), sedimentos lamosos costeiros são caracterizados por alguns gêneros dominantes que pertencem às famílias Comesomatidae, Linhomoeidae, Xyalidae, Desmodoridae (Spiriinae). Este conjunto parece ocorrer em todo o mundo, indicando a existência de comunidades paralelas (Vincx, 1989). A maioria dos gêneros que contribuíram para as similaridades da plataforma média-externa e sul, positivamente correlacionados com sedimentos lamosos, pertence às famílias citadas acima.

5. CONCLUSÕES

- A plataforma continental da Bacia de Campos possui uma riqueza elevada de grupos da meiofauna quando comparada a outras regiões de plataforma no mundo, em função da heterogeneidade ambiental.
- A riqueza de gêneros de Nematoda foi elevada (268 gêneros). As famílias Chomadoridae, Desmodoridae e Xyalidae apresentaram o maior número de gêneros, muito embora a composição dentro de cada família tenha variado entre os períodos e em função da batimetria.
- Não foi detectada qualquer tendência de variação batimétrica para riqueza total, diversidade e dominância, apesar da densidade e biomassa dos Nematoda demonstrarem uma tendência à diminuição com a profundidade. A riqueza e a diversidade mostraram valores mínimos em estações isoladas, geralmente situadas na região sul da plataforma.
- Em ambos os períodos e em todas as isóbatas os comedores de depósitos (seletivos e não-seletivos) representaram mais de 50% da comunidade.
- A análise da comunidade de Nematoda revelou três ambientes distintos: a plataforma interna (25 m e 50 m), a média-externa (75 m, 100 m e 150 m) e a plataforma sul (estações A02, A03 e A04; B01 e B02, E01 e C01) sendo esta última a de menor diversidade e maior abundância. Os gêneros que contribuíram para as similaridades da plataforma interna apresentaram uma correlação positiva com sedimentos mais arenosos. Por outro lado, aqueles responsáveis pela similaridade da plataforma média-externa e sul, apresentaram uma correlação positiva com sedimentos mais finos e ricos em carbono orgânico e fitopigmentos.

6. REFERÊNCIAS

- Albertelli, G., Covazzi-Harriague, A., Danovaro, R., Fabiano, M., Frascchetti, S., Pusceddu, A., 1999. Differential responses of bacteria, meiofauna and macrofauna in a shelf area (Ligurian Sea, NW Mediterranean): role of food availability. *J. Sea Res.* 42, 11–26.
- Albuquerque, E.F., Pinto, A.P.B., Perez, A.A.Q., Veloso, V.G., 2007. Spatial and temporal changes in interstitial meiofauna on a sandy ocean beach of South America. *Braz. J. Oceanogr.* 55, 121-131.
- Aller, J.Y., Aller, R.C., 1986. General characteristics of benthic faunas on the Amazon inner continental shelf with comparison to the shelf off the Changjiang River, East China Sea. *Cont. Shelf Res.* 6, 291-310.
- Aller, J.Y., Stukapoff, I., 1996. The distribution and season characteristics of benthic communities on the Amazon shelf as indicator of physical processes. *Cont. Shelf Res.* 16, 717-751.
- Almeida, Z.S., 1996. Alimentação de *Achirus lineatus* (Teleostei, Pleuronectiforme: Achiridae) em Itapissuma – PE. Recife: UFPE. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, 129 pp.
- Alongi, D.M., 1989. Ecology of tropical soft-bottom benthos: a review with emphasis on emerging concepts. *Rev. Biol. Trop.* 37, 85-100.
- Alongi, D.M., 1990. The ecology of tropical softbottom benthic ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol.* 28:381-496
- Andrassy, I., 1956. The determination of volume and weight of nematodes. *Acta Zool. Acad. Sci.H.* 2, 1–15.
- Arlt, G., Müller, B., Warnack, K.H., 1982. On the distribution of the Meiofauna in the Baltic Sea. *Int. Rev. Ges. Hydrobio.* 67, 97-111.
- Armenteros, M., Ruiz-Abierno, A., Fernández-Garcés, R., Pérez-García, J.A., Díaz-Asencio, L., Vincx, M., Decraemer, W., 2009. Biodiversity patterns of free-living marine nematodes in a tropical bay Cienfuegos, Caribbean Sea. *Estuar. Coast. Shelf S.* 85: 179-189.
- Boucher, G., 1972. Distribution quantitative et qualitative dês nématodes d'une station de vase terrigène côtière de Banyuls-sur-Mer. *Cah. Biol. Mar.* 13, 457-474.
-

-
- Boucher, G., 1980. Facteurs d'équilibre d'un peuplement de nematodes des sables sublittoraux. *Memoir. Mus. Natl. Hist.* 114, 1-81.
- Boucher, G., Lamshead, P.J.D., 1995. Ecological biodiversity in marine nematode samples from temperate, tropical and deep-sea regions. *Conserv. Biol.* 9, 1594-1604.
- Bouwman, L. A., 1983. Systematic, ecology and feeding biology of estuarine nematodes. *Biologisch Onderzoek Ems-Dollard Estuarium. Publicaties en Verlagen* pp. 1-173
- Carman, K.R., Sherman, K.M., Thistle, D., 1987. Evidence that sediment type influences the horizontal and vertical distribution of nematodes at a deep-sea site. *Deep-Sea Res.* 34, 45-53.
- Castro, F.J.V., 2003. Variação temporal da meiofauna e da nematofauna em uma área mediolitorânea da Bacia do Pina (Pernambuco, Brasil). Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociência, 110pp.
- Castro Filho, B.M.C., 1990. Estado atual do conhecimento dos processos físicos das águas da plataforma continental sudoeste do Brasil. In: *Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira, Aciesp.* 71, 1-19.
- Castro, P., Huber, M. E., 2003. *Marine Biology*, fourth ed. The McGraw-Hill Companies, New York.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 1994. *Chance in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.* Bourne Press, Bournemouth.
- Cobb, N.A., 1917. Notes on nemas. *Contrib. Sci. Nematol.* 5, 117-128.
- Cook, A. A., John P., Lamshead D., Hawkins, L. E., Mitchell, N., Levin, L.A., 2000. Nematode abundance at the oxygen minimum zone in the Arabian Sea. *Deep-Sea Res. Pt. II* 47, 75-85.
- Coomans, A., 2002. Present status and future of nematode systematics. *Nematology.* 4, 573-582.
- Corbisier, T.N., 1993. Meiofauna da plataforma continental interna do litoral norte de São Paulo – verão/89. *Publ. Espec. Inst. Oceanogr. São Paulo* 10, 123-135.
- Coull, B. C., 1988. The ecology of the marine meiofauna, in: Higgins, R. P., Thiel, H. (Eds.), *Introduction to the study of meiofauna.* Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 18-38.
-

-
- Coull, B.C., 1999. Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. *Aust. J. Ecol.* 24, 327-343.
- Coull, B.C., Chandler, T., 1992. Pollution and meiofauna: field, laboratory and mesocosm studies. *Oceanogr. Mar. Biol.* 30, 191-271.
- Curvêlo, R.R., Corbisier, T.N., 2000. The meiofauna associated with *Sargassum cymosum* at Lazaro Beach, Ubatuba, São Paulo. *Rev. Bras. Oceanog.* 48, 119-130.
- Danovaro, R., Marrale, D., Della Croce, N., Dell'anno, A., Fabiano, M., 1998. Heterotrophic nanoflagellates, bacteria, and labile organic compounds in continental shelf and deep-sea sediments of the eastern Mediterranean. *Microb. Ecol.* 35, 244-255.
- Danovaro, R., Marrale, D., Dell'Anno, A., Della Croce, N., Tselepides, A., Fabiano, M. 2000a. Bacterial response to seasonal changes in labile organic matter composition on the continental shelf and bathyal sediments of the Cretan Sea. *Prog. Oceanogr.* 46, 345-366.
- Danovaro, R., Tselepides, A., Otegui, A., Croce, N. D., 2000b. Dynamics of meiofaunal assemblages on the continental shelf and deep-sea sediments of the Cretan Sea (NE Mediterranean): relationships with seasonal changes in food supply. *Prog. Oceanogr.* 46, 367-400.
- De Grisse, A.T., 1969. Redescription ou modification de quelques techniques utilisés dans l'étude des nématodes phytoparasitaires. *Medelingen Rijksfakuyiteit Landbouwwetenschappen Gent* 34, 251-369.
- De Leonardis, C., Sandulli, R., Vanaverbeke, J., Vincx, M., De Zio, S., 2008. Meiofauna and nematode diversity in some Mediterranean subtidal areas of the Adriatic and Ionian Sea. *Sci. Mar.*, 72, 5-13.
- De Ley, P., Decraemer, W., Eyualem-Abebe., 2006. Introduction: Summary of Present Knowledge and Research Addressing the Ecology and Taxonomy of Freshwater Nematodes, in: Eyualem-Abebe, Traunspurger, W., Andrassy, I. (Eds.), *Freshwater Nematodes: Ecology and Taxonomy*. CABI Publishing, Oxfordshire, pp. 3-30.
- Dye, A.H., Furstenburg, J.P., 1981. Estuarine meiofauna, in: Day, J.H. (Ed.), *Estuarine ecology: with particular reference to southern Africa*. A.A. Balkema, Cape Town, pp 179-186.
-

-
- Elmgren, R., Rosenberg, R., Andersin, A. B., Evans, S., Kangas, P., Lassig, J., Leppäkoski, E., Varmo, R. 1984. Benthic macro- and meiofauna in the Gulf of Bothnia (Northern Baltic). *Finn. Mar. Res.* 250, 3-18.
- Esteves, A.M., 2002. Nematofauna da planície de maré de Coroa Grande, Baía de Sepetiba, RJ. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 117pp.
- Esteves, A.M., Fonseca-Genevois, V., 2006. Os nematódeos e sua importância nos ecossistemas marinhos. *Flor. Amb.* 13, 113 – 120.
- Flach, E., Muthumbi, A., Heip, C., 2002. Meiofauna and macrofauna community structure in relation to sediment composition at the Iberian margin compared to the Goban Spur (NE Atlantic). *Progr. Oceanogr.* 52, 433-457.
- Fleeger, J.W., Decho, A.W., 1987. Spatial variability of interstitial meiofauna: a review. *Stygologia* 3, 35-54.
- Fonseca-Genevois, V., Lucena, A., 1990. Enfoques demográficos e ecológicos dos Turbellaria meiofaunísticos na plataforma continental do N/NE do Brasil. *Biológica brasílica* 2, 39-60.
- Franco, M.A., Soetaert, K., Van Oevelen, D., Van Gansbeke, D., Costa, M.J., Vincx, M., Vanaverbeke, J., 2008. Density, vertical distribution and trophic responses of metazoan meiobenthos to phytoplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 358, 51–62.
- Gage J.D., Tyler P.A., 1991. *Deep-Sea Biology: a natural history of organisms at the deep-sea floor.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Galéron. J., Sibuet, M., Vanreusel, A., Mackenzie, K., Gooday, A.J., Dinet, A., Wolff, G.A., 2001. Temporal patterns among meiofauna and macrofauna taxa related to changes in sediment geochemistry at an abyssal NE Atlantic site. *Prog. Oceanogr.* 50, 303-324.
- Garcia, R., Koho, K.A., De Stigter, H.C., Epping, E., Koning, E., Thomsen, L., 2007. Distribution of meiobenthos in the Nazaré canyon and adjacent slope (western Iberian Margin) in relation to sedimentary composition. *Mar. Ecol.-Progr. Ser.* 340, 207-220.
- Gee, J.M., 1989. An ecological and economic review of the meiofauna as food fish. *Zool. J. Linn. Soc.-Lond.* 93, 243-261.
- Giere, O., 1993. *Meiobenthology: The microscopic fauna in aquatic sediments.* Springer, Berlin.
-

-
- Giere, O., 2009. *Meiobenthology: the microscopic motile fauna of aquatic sediments*, second ed. Springer, Berlin.
- Gomes, T.P., Rosa-Filho, J.S., 2009. Composição e variabilidade espaço-temporal da meiofauna de uma praia arenosa na região amazônica (Ajuruteua, Pará). *Iheringia Ser. Zool.* 99, 210-216.
- Gomoiu, M. T., Secrieru. D., Paraschiv, G., Opreanu, P., Puschiaza, D.. 2004. Some remarks on the ecological state of benthic populations recorded during the IAEA '98 Black sea cruise of "Prof. Vodyanitskiy" R/V *Revista GEO-ECO-MARina* , Constantza Branch, nº 9-10.
- Grassle J.F., 1989. Species diversity in deep-sea communities. *Trends Ecol. Evol.* 4, 12–15.
- Gray, J.S., 2000. The measurement of marine species diversity, with an application to the benthic fauna of the Norwegian continental shelf. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 250:23–49.
- Guidi-Guilvard, L.D., Buscail, R., 1995. Seasonal survey of metazoan meiofauna and surface sediment organics in a non-tidal turbulent sublittoral prodelta (northwestern Mediterranean). *Cont. Shelf Res.* 15: 633-653.
- Heip, C., Vincx, M., Smol, N., Vranken, G., 1982. The systematics and ecology of free-living marine nematodes. *Helminthological Abstracts – Series B, Plant Nematology.* 51, 1-31.
- Heip, C., Herman, R., Vincx, M., 1984. Variability and productivity of meiobenthos in the Southern Bight of the North Sea. *Rapp. P.-v. Reun. Cons. perm. into Explor. Mer*, 183, 51-56.
- Heip, C., Vincx, M., Vranken, G., 1985. The ecology of marine nematodes. *Oceanogr. Mar. Biol.* 23, 399–489.
- Heip, C.H.R., Duineveld, G., Flach, E., Graf, G., Helder, W., Herman, P.M.J., Lavaleye, M., Middelburg, J.J., Pfannkuche, O., Soetaert, K., Soltwedel, T., de Stigter, H., Thomsen, L., Vanaverbeke, J., Wilde, P., 2001. The role of the benthic biota in sedimentary metabolism and sediment-water exchange processes in the Goban Spur area (NE Atlantic). *Deep-Sea Res. Pt. II* 48, 3223–3243.
- Heip, C., Decraemer, W., 1974. The diversity of Nematode communities in the southern North Sea. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 54,251-255.
-

-
- Herman, P.M.J., Heip, C., 1988. On the use of the meiofauna in ecological monitoring: Who needs taxonomy? *Mar. Poll. Bull.* 19, 665-668.
- Hugot, J. P., Baujard, P., Morand, S., 2001. Biodiversity in helminths and nematodes as a field of study: an overview. *Nematology* 3, 199-208.
- Ingels, J., 2010. Structural and functional biodiversity of metazoan meiobenthic communities in submarine canyon and slope sediments. Evidence from field studies and experiments. Tese de Doutorado. University of Ghent, Marine Biology, 210 pp.
- Jensen.P., 1974. Bijdrage tot de kennis van de nematodenfauna uit een slibrijke en zandrijke zeebodem in de zuidelijke Noordzee. Tese de Doutorado. State University Ghent, 95 pp.
- Jensen, P., 1987. Differences in microhabitat, abundance, biomass and body size between oxybiotic and thiobiotic free-living marine nematodes. *Oecologia* 71, 564-567.
- Jesús-Navarrete, A., 2007. Littoral free living nematode fauna of Socorro Island, Colima, México. *Hidrobiológica* 17, 61-66.
- Juario, J.V., 1975. Nematode species composition and seasonal fluctuation of a sublittoral meiofauna community in the German Bight. *Veröff Inst. Meeresforsch. Bremerh.* 15, 283-337.
- Kapusta, S.C., Würdig, N.L., Bemvenuti, C.E., Ozorio, C.P., 2005. Meiofauna structure in Tramandaí-Armazém estuary (South of Brazil). *Acta Limnol. Bras.* 17, 349-359.
- Lage, L.M., 2005. Distribuição espaço-temporal da meiofauna associada a algas epilíticas em costão rochoso, com ênfase aos Nematoda livres (Arraial do Cabo – Rio de Janeiro, Brazil). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, 65pp.
- Lambshhead, P.J.D., 2004. Marine nematode biodiversity, in: Chen, Z.X., Chen, S.Y., Dickson, D. W. (Eds.), *Nematode morphology, physiology and ecology*. Tsinghua University Press, Tsinghua, pp. 438-492.
- Lampadariou, N., Tselepides, A., 2006. Spatial variability of meiofaunal communities at areas of contrasting depth and productivity in the Aegean Sea (NE Mediterranean). *Prog. Oceanogr.* 69, 19-36.
-

-
- Levin, L.A., Huggett, C.L., Wishner, K.F., 1991. Controls of deep-sea benthic community structure by oxygen and organic-matter gradients in the eastern Pacific Ocean. *J. Mar. Res.* 49, 763-800.
- Lima, A., 1991. Meiofauna da Coroa do Avião. Itamaracá-PE. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 113pp.
- Little, C., 2000. *The biology of soft shores and estuaries*. Oxford University Press, Oxford.
- Liu, X.S., Zhang, Z.N., Huang, Y., 2007. Sublittoral meiofauna with particular reference to nematodes in the southern Yellow Sea, China. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 71, 616-628.
- Lorenzen, S., 1974. Die Nematodenfauna der sublittoralen Region der Deutschen Bucht, insbesondere im Titan-Abwassergebiet bei Helgoland. *Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh.* 14: 305-327.
- Lorenzen, S. 1994. *The phylogenetic systematics of freeliving Nematodes*. The Ray Society, London.
- Lucena, A., Fonsêca-Genevois, V., 1993. Estudos quali-quantitativo sobre a meiofauna da Coroa do Avião – Canal de Santa Cruz (Litoral Norte de Pernambuco). In: *Resumos Congresso de Iniciação Científica*, Universidade Federal Rural de Pernambuco, pág.103.
- Maranhão, G.M.B., 2003. Distribuição espaço-temporal da meiofauna e da nematofauna do ecossistema recifal de Porto de Galinhas, Ipojuca, Pernambuco, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociência, 98pp.
- Mare, M.F., 1942. A study of marine benthic community with special reference to the micro-organisms. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 25, 517-554.
- Maria, T.F., 2007. Nematofauna de 3 praias arenosas da Baía de Guanabara, RJ: uma abordagem taxonômica e ecológica. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 201pp.
- Masunari, S., 1982. Organismos do fital *Amphiroa beauvoisii* Lamouroux 1816 (Rhodophyta: Corallinaceae), 1: autoecologia. *Bol. Zool.* 7, 57-148.
-

-
- Matsuura, Y., 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região Sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). *Cienc. Cult. (São Paulo)* 38, 1439-1450.
- McLachlan, A., Winter, P.E.D., Botha, L., 1977. Vertical and horizontal distribution of sublittoral meiofauna in Algoa Bay. *Mar. Biol.* 40, 355-364.
- McLachlan, A., Wooldridge, T., Dye, A.H., 1981. The ecology of sandy beaches in Southern Africa. *S. Afr. J. Zool.* 16, 219–231.
- Medeiros, L.R. de A., 1997. Nematofauna de Praia Arenosa da Ilha Anchieta, São Paulo. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 388pp.
- Moellmann, A.M., 2003. Variação espacial e temporal da meiofauna de duas praias arenosas do estado de São Paulo e efeito do turismo sobre a meiofauna e os nematoda durante o verão. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 155pp.
- Moellmann, A.M., Corbisier, T.N., Curvelo, R.R., 2001. Variação especial entre verão e inverno da meiofauna do Canal de São Sebastião - SP. *Rev. Bras. Oceanogr.* 49, 75-85.
- Moens, T., Vincx, M., 1997. Observations on the feeding ecology of estuarine nematodes. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 77, 211-227.
- Moens, T., Bergtold, M., Traunspurger, W., 2006. Feeding ecology of free-living benthic nematodes, in Eyualem-Abebe, Andrassy, I., Traunspurger, W. (Eds.), *Freshwater Nematodes: Ecology and Taxonomy*. CABI Publishing, Oxfordshire, pp. 105-131.
- Mokievsky, V., Udalov, A. A.; Azovsky, A., 2004. On the quantitative distributions of meiobenthos on the shelf of the world. *Oceanology* 44, 99-109.
- Moore, C.G., Bett, B.J., 1989. The use of meiofauna in marine pollution impact assessment. *Zool. J. Linn. Soc.-London* 96,263-280.
- Moreno, M., Semprucci, F., Vezzulli, L., Balsamo, M., Fabiano, M., Albertelli, G., 2011. The use of nematodes in assessing ecological quality status in the Mediterranean coastal ecosystems. *Ecol. Indic.* 11, 328-336.
- Moser, G.A.O., Giancesella-Galvão, S.M.F., 1997. Biological and oceanographic upwelling indicators at Cabo Frio (RJ). *Rev. Bras. Oceanog.* 45, 11-23.
-

-
- Muehe, D., Carvalho, V. G., 1993. Geomortologia, cobertura sedimentar e transporte de sedimentos na plataforma continental interna entre a Ponta de Saquarema e o Cabo Frio (RJ). Bol. Inst. Oceanog. 41, 1-12.
- Murrell, M.C., Fleeger, J.W., 1989. Meiofauna abundance on the Gulf of Mexico continental shelf affected by hypoxia. Cont. Shelf Res. 9, 1049–1062.
- Nunes, J.L.S., 2003. Colonização da meiofauna em ambientes algal e mimético do infralitoral da ilha de Cabo Frio, Arraial do Cabo-RJ, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociência, 105pp.
- Oliveira, D.A.S. de., 2007 Meiofauna associada a macroalgas na Praia do Cupê (Ipojuca-PE-Brasil) com referência aos Tardigrada e Nematoda livres. Monografia. (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal Rural de Pernambuco, 47pp.
- Pereira, L.L., 2008. Distribuição vertical de Nematoda em uma praia arenosa tropical (Maracaípe – Pernambuco – Brasil). Monografia. (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Pernambuco, 55pp.
- Pereira, N.S., Marins, Y.O., Silva, A.M.C., Oliveira, P.G.V., Silva, M.B., 2008. Influência do ambiente sedimentar na distribuição dos organismos meiobentônicos do atol das rocas. Est. Geol. 18, 67-80.
- Pfannkuche, O., 1985. The deep-sea meiofauna of the Porcupine Seabight and abyssal plain (NE Atlantic): population structure, distribution, standing stocks. Oceanol. Acta 8, 343-353.
- Pfannkuche, O., Sommer, S., Kähler, A., 2000. Coupling between phytodetritus and the small-sized benthic biota in the deep Arabian Sea: analyses of biogenic sediment compound. Deep-Sea Res. Pt. II. 47, 2805-2833.
- Pinto, T.K.O., Benvenuti, C.E., 2003. Effects of burrowing macrofauna on meiofauna community structure. Acta Limnol. Bras. 15, 41-51.
- Pinto, T.K.O., Santos, P.J.P., 2006. Meiofauna community structure variability in a brazilian tropical sandy beach. Atlântica 28, 117-127.
- Pires-Vanin, A.M.S., Corbisier, T.N., Arasaki, E., Moellmann, A.M., 1997. Composição e distribuição espaço-temporal da fauna bêntica no Canal de São Sebastião. Relat. Téc. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 41: 29-46.
-

-
- Pusceddu, A., Dell'Anno, A., Fabiano, M., Danovaro, R., 2009. Quantity and bioavailability of sediment organic matter as signatures of benthic trophic status. *Mar. Ecol.-Progr. Ser.* 375, 41–52.
- Radziejewska, T., Fleeger, J.W., Rabalais, N.N., Carman, K.R., 1996. Meiofauna and sediment chloroplastic pigments on the continental shelf off Louisiana, USA. *Cont. Shelf Res.* 16, 1699-1723.
- Remane, A., Schlieper, C., 1971. *Biology of brackish water*, second ed. John Wiley & Sons, New York.
- Rodrigues, C.L., Harkantra, S.N., Parulekar, A.H., 1982. Sub-littoral meiobenthos of the northeastern Bay of Bengal. *Indian J. Mar. Sci.* 11, 239-242
- Rosa, L.C., Benvenuti, C.E., 2005. Meiofauna in the soft-bottom habitats of the Patos Lagoon estuary (south Brazil). *Acta Limnol. Bras.* 17, 115-122.
- Rowe, G., Sibuet, M., Deming, J., Khripounoff, A., Tietjen, J., Macko, S., Theroux, R., 1991. Total sediment biomass and preliminary estimates of organic carbon residence time in deep-sea benthos. *Mar. Ecol.-Progr. Ser.* 79, 99–114.
- Rudnick, D.T., Elmgren, R., Frithsen, J.B., 1985. Meiofaunal prominence and benthic seasonality in a coastal marine ecosystem. *Oecologia*, 67, 157-168.
- Scheiner, S. M. 2003. Six types of species-area curves. *Global Ecol. Biogeogr.* 12, 441-447.
- Schratzberger, M., Gee, J.M., Rees, H.L., Boyd, S.E., Wall, C.M., 2000. The structure and taxonomic composition of sublittoral meiofauna assemblages as an indicator of the status of marine environments. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 80, 969–980.
- Schratzberger, M., Lampadariou, N., Somerfield, P.J., Vandepitte, L., Vanden Berghe, E., 2009. The impact of seabed disturbance on nematode communities: linking field and laboratory observations. *Mar. Biol.* 156, 709-724.
- Schuermans Stekhoven, J.H., 1950. The freeliving marine nemas of the Mediterranean. I. The Bay of Villefranche. *Mém. Inst. R. Sci. Nat. Belg.* 37, 1-220.
- Sebastian, S., 2003. *Meiobenthos of the shelf waters of west coast of the India with special reference to free-living marine nematodes*. Tese de Doutorado. Cochin University of Science and Technology, Marine Biology), 248pp.
-

-
- Sharma, J., Baguley, J., Bluhm, B.A., Rowe, G., 2011. Do Meio- and Macrobenthic Nematodes Differ in Community Composition and Body Weight Trends with Depth? PLoS ONE 6(1): e14491. doi:10.1371/journal.pone.0014491
- Silva, J. da, 1996. Meiofauna da Enseada do Flamengo, Ubatuba - SP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 110pp.
- Silva, M.C., 2004. A Meiofauna como Estoque Alimentar para Peixes Juvenis (Gobiidae e Gerreidae) do Canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco com Ênfase aos Nematoda Livres. Recife, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, 92pp.
- Silva, V.M.A.P.; Grohmann, P.A., Esteves, A.M., 1997 Aspectos gerais do estudo da meiofauna de praias arenosas. Oecol. Bras. 3, 67-92.
- Silveira, I.C.A., Schmidt, A.C.K., Campos, E.J.D., Godoi, S.S., Ikeda, Y., 2000. A corrente do Brasil ao largo da costa leste brasileira. Rev. Bras. Oceanogr. 48, 171-183.
- Sobral, L.D.T. 2010. Avaliação quali-quantitativa da meiofauna, com ênfase aos Nematoda de plataforma continental (Programa REVIZEE – Nordeste, Brasil). Recife, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, 92pp.
- Soetaert, K. Heip, C., 1995. Nematode Assemblages of Deep-sea and shelf break sites in the North-Atlantic and Mediterranean-sea. Mar. Ecol.-Progr. Ser. 125, 171-183.
- Soetaert, K., Heip, C., Vincx, M., 1991. Diversity of Nematode Assemblages along a Mediterranean Deep-sea transect. Mar. Ecol.-Progr. Ser. 75, 275-282.
- Soetaert, K., Muthumbi, A., Heip, C., 2002. Size and shape of ocean margin nematodes: morphological diversity and depth related pattern. Mar. Ecol.-Progr. Ser. 242, 179-193.
- Soltwedel, T., 2000. Metazoan meiobenthos along continental margins a review. Prog. Oceanogr. 46, 59-84.
- Somerfield, P.J., Clarke, K.R., 1995. Taxonomic levels, in marine community studies, revisited. Mar. Ecol.-Progr.Ser.127, 113–119.
-

-
- Sommer, S., Pfannkuche, O., 2000. Metazoan meiofauna of the deep Arabian Sea: Standing stocks, size spectra and regional variability in relation to monsoon induced enhanced sedimentation regimes of particulate organic matter. *Deep-Sea Res. Pt. II* 47:2957-2977.
- Steyaert, M., Garner, N., Gansbeke, D., Vincx, M., 1999. Nematode communities from the North Sea: environmental controls on species diversity and vertical distribution within the sediment. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 79, 253-264.
- Tenore, K.R., Tietjen, J.H., Lee, J.J., 1977. Effect of meiofauna in incorporation of aged eelgrass, *Zoostera Marina*, detritus by the polychaete *Nephtys incise*. *J. Fish Res. Bd Can.*, 34, 563-567.
- Tenore, K.R., Chamberlain, C.F., Dunstan, W.M., Hanson, R.B., Sherr, B., Tietjen, J.H., 1978. Possible effects of Gulf Stream intrusions and coastal runoff on the benthos of the continental shelf of Georgia Bight, in: Wiley, M.L. (Ed.), *Estuarine interactions*. Academic Press, New York, pp. 577-598.
- Tessler, M.G., Mahiques, M., 2009. Processos oceânicos e produtos sedimentares, in: Teixeira, W., Fairchild, T.R., Toledo, M.C.M., Taioli, F. (Orgs.), *Decifrando a Terra*, segunda ed., Companhia Editora Nacional, São Paulo, pp. 376-399.
- Thistle, D., Weatherly, G.L., Wonnacott, A., Ertman, S.C., 1995. Suspension by winter storms has an energetic cost for adult male benthic harpacticoid copepods at a shelf site. *Mar. Ecol.-Progr. Ser.* 125, 77-86.
- Thistle, D., Levin, L.A., Gooday, A.J., Pfannkuche, O., Lamshead, P.J.D., 1999. Physical reworking by near-bottom flow alters the metazoan meiofauna of Fieberling Guyot (northeast Pacific). *Deep-Sea Res. Pt. I* 46, 2041-2052.
- Thistle, D., 2003. The deep-sea floor: an overview, in: Tyler, P. A. (Ed.), *Ecosystems of the World* 28, Elsevier Science, pp. 5-37.
- Tietjen, J.H., 1977. Population distribution and structure of the free-living nematodes of Long Island Sound. *Mar. Biol.* 43, 123-136.
- Tietjen, J.H., 1980. Microbial-meiofaunal interrelationships: a review. In: VIII Conf. Am. Soc. Microbiol. on Ecology. Washington D.C., 335-338.
- Tietjen, J.H., 1992. Abundance and biomass of marine metazoan meiobenthos in the deep sea, in: Rowe G.T., Pariente, V. (Eds.), *Deep-sea food chains and the global cycle*. Kluwer, Leiden, pp. 45-62.
-

-
- Valiela, I., 1995. Marine ecological processes, second ed. Springer, New York.
- Vanaverbeke J., Soetaert K., Heip C., Vanreusel A., 1997. The metazoan meiobenthos along the continental slope of the Goban Spur (NE Atlantic). *J. Sea Res.* 38, 93-107.
- Vanreusel, A., 1991. Ecology of the free-living marine nematodes in The Voordelta (Southern Bight of the North Sea). II. Habitat preferences of the dominant species. *Nematologica* 37, 343-359.
- Vanreusel, A., Vincx, M., Schram, D., Van Gansbeke, D., 1995. On the vertical distribution of the metazoan meiofauna in the shelf break and upper slope habitats of the NE Atlantic. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 80, 313-326.
- Vanreusel, A., Clough, L., Jacobsen, K., Ambrose, W., Jivaluk, J., Ryheul, V., Herman, R., Vincx, M., 2000. Meiobenthos of the central Arctic Ocean with special emphasis on nematode community structure. *Deep-Sea Res. Pt. I* 47, 1855–1879.
- Vanreusel, A., Fonseca, G., Danovaro, R., Silva, M. C., Esteves, A. M., Ferrero, T., gad, G, Galtsova, V., Gambi, C., Genevois, V., Ingels, I., Ingole, B., Lampadariou, N., Merckx, B., Miljutin, D. M., Miljutina, M., Muthumbi, A. Netto, S. A., Potnova, D., Radziejewska, T., Raes, M., Tchesunov, A., Vanaverbeke, J., Van Gaever, S., Venekey, V., Bezerra, T., Flint, H., Copley, J., Pape, R., Zeppeli, D., Martinez, P., Galeron, J., 2010. The contribution of deep-sea macrohabitat heterogeneity to global nematode diversity. *Mar. Ecol.* 31, 6-20.
- Venekey, V., 2007. Atualização do conhecimento taxonômico dos Nematoda na costa brasileira e sua ecologia na praia de Tamandaré-PE (Brasil). Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociência, 144pp.
- Venekey, V., Fonsêca-Genevois, V., Da Rocha, C.M.C., Santos, P.J.P., 2008. Distribuição espaço-temporal da meiofauna em *Sargassum polyceratum* montagne (Fucales, Sargassaceae) de um costão rochoso do nordeste do Brasil. *Atlântica* 30, 53-67.
- Vincx, M., 1989. Free-living marine nematodes from the southern bight of the North Sea. *Klasse der Wetenschappen* 51, 39-62.
-

-
- Vincx, M., Bett, B.J., Dinet, A., Ferrero, T., Gooday, A.J., Lamshead, P.J.D., Pfannkuche, O., Soltwedel, T., Vanreusel, A., 1994. Meiobenthos of the Deep Northeast Atlantic. *Adv. Mar. Biol.* 30, 1-88.
- Vincx, M., Heip, C., 1987. The use of meiobenthos in pollution monitoring studies: a review *ICES J. Mar. Sci.* 16, 50-67.
- Vitiello, P., 1974. Peuplements de nematodes Marins des fonds envases de provenance I sediments vaseux de mode calme et vases terrigenes cotiers. *Ann. Inst. Oceanogr.* 50: 145-172.
- Ward, A. R., 1973. Studies on the sublittoral free-living nematodes of Liverpool Bay. I. The structure and distribution of the nematode populations. *Mar. Biol.* 22, 53-66.
- Warwick, R. M. 1988. The level of taxonomic discrimination required to detect pollution effects on marine benthic communities. *Mar. Pollut. Bull.* 19, 259-268.
- Warwick, R.M., 1993. Environmental impact studies on marine communities. *Australian J. Ecol.* 18, 63-80.
- Warwick, R. M., Buchanan, J. B., 1970. The meiofauna off the coast of Northumberland. I. The structure of the nematode population. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 50, 129-146.
- Warwick, R. M., Buchanan, J. B., 1971. The meiofauna off the coast of Northumberland. II. Seasonal stability of the nematode population. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 51. 355-362.
- Warwick, R.M., Platt, H.M., Somerfield, P.J., 1998. Free-living marine nematodes. Part III. British Monhysterids. *Synopses of the British Fauna (New Series) No. 53.* The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Science Association, Shrewsbury.
- Wieser, W., 1953. Die Beziehung zwischen Mundhoehlenstalt, Ernahrungsweise und Vorkommen bei frelebenden marinen Nematoden. Eine oekologisch – morphologische studie. *Ark. Zool.* 4, 439-484.
- Yaginuma, L.E. 2010. Os Nematoda da plataforma continental ao largo do sistema estuarino de Santos. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico, 103pp.
-

Anexo 1 - Lista dos principais gêneros de Nematoda (80% da abundância total) da Bacia de Campos, entre 25 e 150 m de profundidade.

Identificações taxonômicas finalizadas, em janeiro/2011, pelos especialistas listados nas páginas iniciais deste volume.

Actinonema Cobb, 1920

Camacolaimus De Man, 1889

Ceramonema Cobb, 1920

Cervonema Wieser, 1954

Chromadorita Filipjev, 1922

Chromaspirina Filipjev, 1918

Comesa Gerlach, 1956

Daptonema Cobb, 1920

Desmodora Cobb, 1933

Desmodorella Vitiello, 1969

Desmoscolex Claparède, 1863

Diplopeltula Gerlach, 1950

Dorylaimopsis Ditlevsen, 1918

Elzalia Gerlach, 1957

Halalaimus De Man, 1888

Halichoanolaimus De Man, 1886

Hopperia Vitiello, 1969

Laimella Cobb, 1920

Latronema Wieser, 1954

Leptolaimus De Man, 1876

Marylynnia Hopper, 1977

Metacyatholaimus Stekhoven, 1942

Metadasynemella De Coninck, 1942

Metalinhomoeus De Man, 1907

Metasphaerolaimus Gourbault & Boucher, 1981

Microlaimus De Man, 1880

Molgolaimus Ditlevsen, 1921

Nannolaimoides Ott, 1972

Neochromadora Micoletzky, 1924

Nudora Cobb, 1920

Odontophora Butschli, 1974

Paracyatholaimoides Gerlach, 1953

Paradesmodora Stekhoven, 1950

Paralinhomoeus De Man, 1907

Paramesonchium Hopper, 1967

Paramonohystera Steiner, 1916

Pomponema Cobb, 1917

Pselionema Cobb, 1933

Ptycholaimellus Cobb, 1920

Quadricoma Filipjev, 1922

Richtersia Steiner, 1916

Sabatieria Rouville, 1903

Sphaerolaimus Bastian, 1865

Spilophorella Filipjev, 1917

Spirinia Gerlach, 1963

Terschellingia De Man, 1888

Thalassomonhystera Jacobs, 1987

Theristus Bastian, 1865

Tricoma Cobb, 1893

Viscosia De Man, 1890

VI. MEIOFAUNA DO TALUDE CONTINENTAL E CÂNIONS COM ÊNFASE EM NEMATODA

Resumo

A estrutura da meiofauna da Bacia de Campos foi estudada nas regiões do talude, no Platô de São Paulo e nos cânions Grussaí e Almirante Câmara, durante o período seco de 2008 e o período chuvoso de 2009. Os objetivos do presente estudo foram avaliar a estrutura da comunidade quanto à composição taxonômica, riqueza, densidade, diversidade, biomassa, assim como as possíveis correlações dos Nematoda com os descritores ambientais nos diferentes períodos amostrados, além de comparar a comunidade presente nos cânions e em áreas adjacentes. Nesses ambientes a meiofauna foi representada por 25 grandes grupos zoológicos. Em todos os transectos e isóbatas, Nematoda dominou entre 83 a 96% sobre os demais grupos. No talude, incluindo as estações dos cânions foram determinados 243 gêneros. A comunidade de Nematoda caracterizou-se por apresentar: alta riqueza, baixa dominância, alta densidade e alta biomassa. No talude, a densidade e biomassa decresceram de forma inversamente proporcional ao aumento da profundidade. A análise de escalonamento multidimensional (MDS) evidenciou dois grupos de estações distintos em ambos os períodos: (1) isóbatas do Talude Superior e Médio (400 m, 700 m, 1000 m) e (2) isóbatas do Talude Inferior e Platô (1900 m, 2500 m, 3000 m). *Sabatieria* foi dominante de 400 até 1900 m, com densidade máxima a 1000 m e *Acantholaimus* dominou a partir de 1900 m, com altas densidades em 2500 m e 3000 m. Para os cânions e suas áreas adjacentes, a análise MDS revelou a formação de grupos diferentes no período seco, com os cânions Grussaí e Almirante Câmara se diferenciando das áreas de talude adjacentes, enquanto no período chuvoso, os cânions e estas áreas adjacentes mantiveram-se agrupados. Os depositívoros seletivos (1A), juntamente, com os comedores não-seletivos (1B) foram igualmente abundantes de 400 m até 1900 m. Enquanto que nas isóbatas de 2500 m e 3000 m o grupo de comedores de epistratos (2A) cresceu em importância. Os fatores ambientais que melhor explicaram a estrutura da comunidade foram referentes à quantidade de fitopigmentos, e ao grau de seleção do sedimento no talude. Nos cânions, tais correlações foram estabelecidas com o tamanho médio do grão, a assimetria e fitopigmentos.

1. Introdução

O termo meiofauna refere-se aos animais bentônicos que são retidos em peneiras com malhas de abertura inferior a 1000 μm (Higgins e Thiel, 1988). Limites menores e maiores variam dependendo das formas, estado de desenvolvimento e dimensões corpóreas do grupo zoológico a ser estudado (Giere, 2009). Para mar profundo, alguns autores apontam limites máximos de 1000 μm e mínimo de 32 μm , neste intervalo é que se concentram os Nematoda (Rice *et al.*, 1994; Soltwedel, 2000).

Dados de distribuição da meiofauna estão disponíveis para um número considerável de regiões geográficas. Para o noroeste do Atlântico existem os resultados de Wigley & McIntire (1964), Tietjen, (1971), Coull *et al.* (1977) e Thistle *et al.* (1985); para o oceano Pacífico: Thiel (1975) e Shirayama (1984); para o mar Mediterrâneo e mar Vermelho: Dinet *et al.* (1973), Thiel (1975), Dinet (1976), Vivier, (1978), Thiel (1979), Thiel (1983), Thiel *et al.* (1987), Soetaert *et al.* (1991a e b), Pfannkuche (1993); para o Mar da Noruega (Dinet 1979); para o Mar da Groelândia, Noruega e Oceano Índico: Thiel (1975), Jensen (1988); para o Oceano Ártico: Pfannkuche e Thiel (1987) e o sudoeste do oceano Atlântico: Soltwedel (1993). Embora estudos taxonômicos do meiobentos de mar profundo fossem raros, alguns novos táxons foram descritos entre os tardigrados (Renaud-Mornant, 1975), copépodos harpacticoides (Bodin, 1968), ostracodos (Kornicker, 1989; Van Harten, 1990) e nematódeos (Decraemer, 1983).

Os Nematoda são os metazoários mais abundantes e provavelmente os mais diversos da biota bentônica (Lamshead, 1993, 2004). As maiores densidades da meiofauna estão geralmente associadas às grandes densidades dos Nematoda, tanto em áreas rasas quanto em plataforma e talude (Galéron *et al.*, 2001; Vanhove *et al.*, 1995; Vincx *et al.*, 1994). A dominância do grupo Nematoda aumenta com a profundidade, chegando a mais de 90% (Danovaro *et al.*, 2002).

A granulometria, a natureza do sedimento, o fluxo orgânico, a batimetria, entre outros fatores, são mencionados como causadores da heterogeneidade espacial da meiofauna, tanto em relação à densidade como à riqueza desta comunidade (Fleeger e Decho, 1987; Lamshead *et al.*, 2002). Existe uma forte relação de dominância entre a meiofauna e a granulometria, indicando que os Nematoda preferem sedimentos compostos por partículas finas (Coull, 1988). Little (2000) explica que em sedimentos finos há maior quantidade de matéria orgânica, oferecendo a possibilidade de haver uma fauna mais densa, porém, menos diversificada do que em sedimentos mais grossos, cuja variedade de nichos é maior. Em relação à variação batimétrica, De Le-

onardis *et al.* (2008) confirmam que este é um super-fator que explica diferenças na composição das assembléias dos Nematoda existentes acima e abaixo de 200 m.

Nos taludes encontram-se os cânions, tidos como habitats especiais para a biota bentopelágica, uma vez que influenciam a estrutura das comunidades, como a diversidade e a abundância (Company *et al.*, 2008; Schlacher *et al.*, 2010). São descritos como vales profundos e relativamente estreitos (Machado *et al.*, 2004), onde ocorre o transporte de sedimento e de carbono orgânico das profundidades mais rasas para as mais profundas (Arzola *et al.*, 2008; Schimidt *et al.*, 2001). Supõe-se que, por ser um ambiente altamente heterogêneo, com acúmulo de matéria orgânica, pode suportar alta diversidade e biomassa quando comparado a áreas adjacentes (Gage *et al.*, 1995; Ramirez-Llodra *et al.*, 2008, 2010; Rowe *et al.*, 1982; Vetter e Dayton, 1999).

A maioria dos estudos focados em Nematoda de mar profundo relata resultados ao nível de gênero. No Atlântico norte: Dinet e Vivier (1979) perceberam que aproximadamente 70% dos gêneros são monoespecíficos; Tietjen em 1989 chegou a mesma conclusão para a mesma área em um estudo realizado 10 anos depois; o mesmo autor em 1984, observou que as correntes de fundo, a disponibilidade de alimento e a porosidade do grão, são alguns dos fatores ambientais que podem influenciar a composição da fauna. Vitiello (1976) achou diferentes composições na fauna no cânion de Cassidaigne e na área adjacente. Trabalhos no Mediterrâneo foram realizados por Danovaro *et al.* (2008) que concluíram que o ambiente de mar profundo pode ser um ecossistema altamente complexo, diverso e caracterizado por uma alta variabilidade espacial e temporal; De Leonardis *et al.* (2008) estudaram a diversidade em duas áreas, encontrando diferenças entre os Nematoda da plataforma e os de áreas profundas; Soetaert *et al.* (1995) perceberam que os Nematoda da primeira camada de sedimento diferia significativamente das camadas mais profundas e concluíram que o alimento era o fator determinante, pois havia diferenças na morfologia bucal dos indivíduos encontrados nas duas camadas; Soetaert e Heip, (1995) montaram uma composição genérica da população da nematofauna em um transecto no Mediterrâneo; Lampadariou e Tselepides, (2006) registraram baixos valores de densidades para o Mediterrâneo, assim como Tietjen em 1971 e 1976 que registrou baixos valores para o Atlântico ocidental. Em alguns estudos, foi encontrada a dominância de poucos ou de apenas um gênero, como no Oceano Índico em que Muthumbi *et al.* (2004) e no Pacífico Sul em que Gambi *et al.* (2003), percebendo que este padrão está presente em todos os oceanos, desde águas rasas até grandes profundidades

(Muthumbi e Vincx, 1996; Vanreusel *et al.*, 1997; Danovaro *et al.*, 1999; Vanhove *et al.*, 1999; Lamshead *et al.*, 2000). Esta afirmação pode ser comprovada em outros estudos, como Vanaverbeke *et al.* (1997) que encontrou a dominância de poucos gêneros no Ártico, mostrando que existe uma comunidade típica de mar profundo, também observada no Ártico Central por Vanreusel *et al.* (2000) e por Netto *et al.* (2005) no Atlântico Sudoeste e também por Vanhove *et al.* (1999) na Antártica que encontrou uma alta diversidade. Alguns trabalhos exibem novas descrições para mar profundo: Vitiello, (1976) descreveu espécies novas para a família Comesomatidae descobertas no cânion de Cassidaigne, no Mediterrâneo; Jensen (1986) encontrou um novo gênero, *Filitonchoides*, pertencente a família Ethmolaimidae para o Golfo do México e recentemente, Bezerra *et al.* (2013) descreveu um novo gênero (*Dystomanema*) para a mesma família.

Algumas pesquisas mais específicas contemplaram amostras de cânions destinadas à nematofauna: Garcia *et al.* (2007) concluiu que devido os altos valores de diversidade encontrados no cânion Nazaré, na Margem Ibérica, os cânions podem ser considerados ‘hot spots’ de diversidade em ambientes de mar profundo; Ingels *et al.* (2009) estudaram o mesmo cânion e perceberam diferenças entre a nematofauna presente no cânion daquela encontrada na área adjacente; já em 2011, Ingels *et al.* perceberam que a nematofauna é mais afetada pela profundidade vertical no sedimento e pelas condições tróficas do que pela batimetria ou outras variáveis relacionadas a área de estudo (cânion Wittard); Soetaert *et al.* (1991) encontrou uma alta diversidade específica em um cânion adjacente a área de Corsica, no Mediterrâneo; Soltwedel *et al.* (2005) concluiu que o fluxo de matéria orgânica da superfície para o mar profundo exerce um controle considerável no estoque da fauna bentônica; Vivier em 1978 registrou diferenças na distribuição vertical de algumas espécies de Nematoda estudadas no cânion de Cassidaigne, no Mediterrâneo; Danovaro *et al.* (2009) registraram diferenças biogeográficas na composição das espécies em três cânions (na Margem Portuguesa, Catalã e Sul Adriática). Cerca de 20 a 60 gêneros são encontrados em mar profundo e, a partir de 200 m, gêneros específicos tornam-se muito abundantes, respondendo por altas densidades (Vanreusel *et al.*, 2010).

Estudos taxonômicos que incluem a descrição de espécies e gêneros de Nematoda de mar profundo brasileiro são exclusivos para a região sudeste do Brasil e, mais especificamente, para a Bacia de Campos, onde em um estudo anterior (com duas campanhas denominadas OCEANPROF I e II) foram descritos 13 espécies,

sendo um gênero novo (Botelho *et al.*, 2007, 2009; Cavalcanti *et al.*, 2009; Guilherme *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2009).

Os resultados que serão apresentados neste capítulo foram gerados para caracterização quali-quantitativa da comunidade meiofaunística (em especial de Nematoda) do talude e cânions da Bacia de Campos, considerando a avaliação da distribuição espacial em dois períodos amostrados e sua relação com os dados ambientais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram lavadas em duas peneiras superpostas (0,3 e 0,045 mm). O material retido na peneira de menor abertura foi extraído pela técnica de flotação com sílica coloidal (Giere, 2009). Este material foi colocado em placa de Dolffus para contagem dos grupos e triagem dos Nematoda. Os grupos da meiofauna foram contados apenas nos transectos A, C, E, G e H (em todas as isóbatas). Além da contagem por grupo, 150 Nematoda foram retirados das amostras de todos os transectos para posterior identificação.

Os Nematoda passaram pelo método de diafanização descrito por De Grisse (1969). Na montagem das lâminas adotaram-se os procedimentos descritos por Cobb (1917). Na identificação dos Nematoda, no nível de gênero, utilizou-se a chave pictorial de Warwick *et al.* (1998), além de outras bibliografias pertinentes. A classificação taxonômica foi baseada em De Ley *et al.* (2006) e Lorenzen (1994). A biomassa dos Nematoda foi calculada por um método volumétrico, utilizando uma versão modificada da fórmula por Andrassy (1956). A classificação de Wieser (1953) foi utilizada para estabelecer o tipo trófico dos Nematoda.

A Abundância Relativa (%) de cada táxon foi calculada na base de seu percentual em relação à abundância total. Foram calculados os seguintes índices biológicos para os nematóides: riqueza total (número de gêneros presentes na amostra/réplica); densidade (número total de indivíduos por 10cm² em cada amostra/réplica); biomassa (mg/10cm²); diversidade (índice de Shannon-Wiener, log₂); equitabilidade (índice de Pielou) e dominância (índice de Simpson). Para uma abordagem multivariada, foi aplicado o índice de similaridade de Bray-Curtis (Clarke e Warwick, 1994), aos dados do número de indivíduos por gênero em cada réplica por estação de coleta e campanha realizada. A partir da matriz de similaridade obtida com os dados de fauna, foi realizada uma análise de ordenação não métrica multidimensional (nMDS) considerando os transectos e isóbatas, em cada período de coleta

(chuvoso e seco). As diferenças entre os grupos de amostras representativas dos fatores foram avaliadas, quanto à significância, pelo uso do teste ANOSIM (Clarke e Warwick, 1994). A análise SIMPER foi aplicada para indicar quais gêneros foram representativos dos grupos formados pela análise multidimensional (nMDS). Para uma avaliação da relação, entre a estrutura da comunidade bentônica e as variáveis ambientais, foi feito o procedimento BIOENV, que realiza uma correlação (teste de Spearman) entre a matriz de similaridade da fauna e a matriz das variáveis ambientais (Clarke e Warwick, 1994). Todas essas análises foram realizadas a partir do programa PRIMER 6.0 for Windows.

3. RESULTADOS

A composição da meiofauna apresentou 23 grupos no período seco (Acari, Aplacophora, Cladocera, Copepoda, Cumacea, Echiura, Gastropoda, Bivalvia, Gastrotricha, Isopoda, Kinorhyncha, Loricifera, Nematoda, Nemertea, Oligochaeta, Ostracoda, Polychaeta, Priapulida, Rotifera, Sipuncula, Tanaidacea, Tardigrada e Turbellaria).

Além desses e, exceto por Tanaidacea, a comunidade cresceu-se de Amphipoda e Cnidaria, atingindo 24 grupos no período chuvoso.

A dominância dos Nematoda oscilou entre 85 a 90 % nos dois períodos estudados (Figura 1).

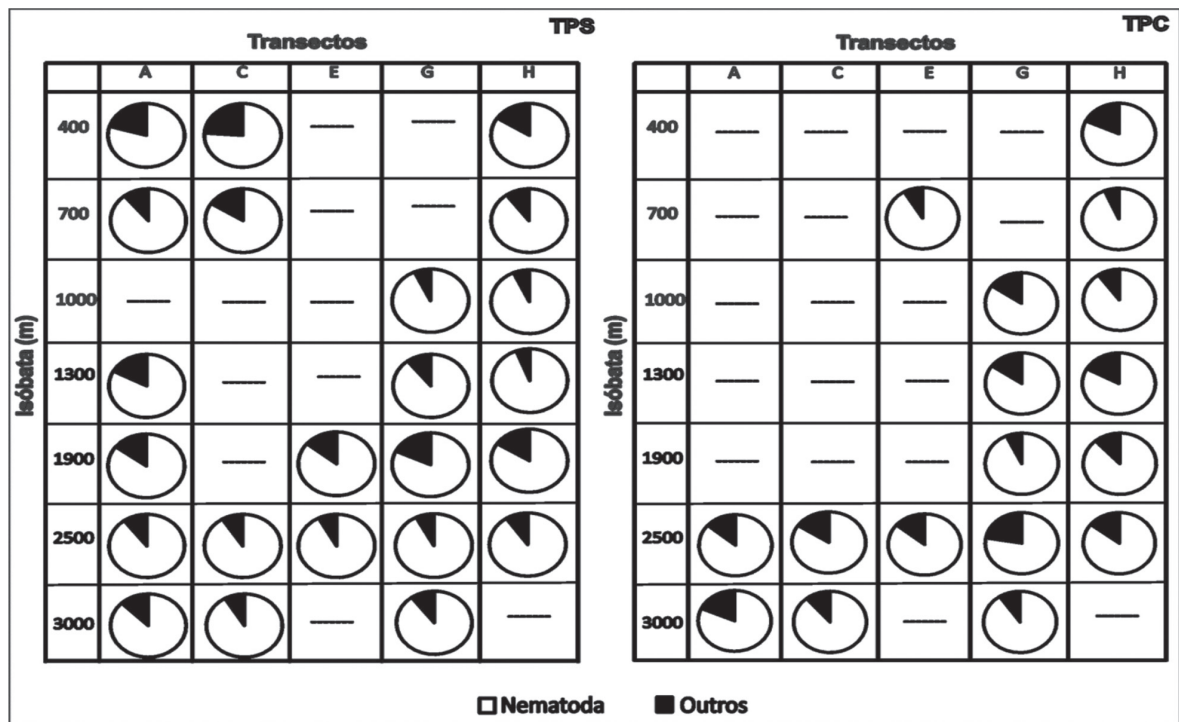


Figura 1 - Abundância relativa de Nematoda em relação aos demais grupos da meiofauna, considerando os períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC). As estações com o tracejado não foram avaliadas devido a perda de amostras

Riqueza

Foram identificados 243 gêneros de Nematoda no talude. Apenas 6,8 % foram exclusivos para os habitats considerados, sendo estes: *Aronema*, *Benthimermi*, *Ditlevsenella*, *Eudraconema*, *Metaglochinema*, *Metaparancholaimus*, *Parasaveljevia*, *Rhabditis*, *Thelonema*, *Thoracostomopsis* e *Valvaelaimus*.

Foram registradas 41 famílias de Nematoda em ambos os períodos estudados. Dentre essas 24,4% congregaram um número de gêneros igual ou superior a oito (Figura 2). Chromadoridae, Desmodoridae e Xyalidae foram às famílias mais expressivas alterando sua riqueza genérica em cada um dos períodos estudados.

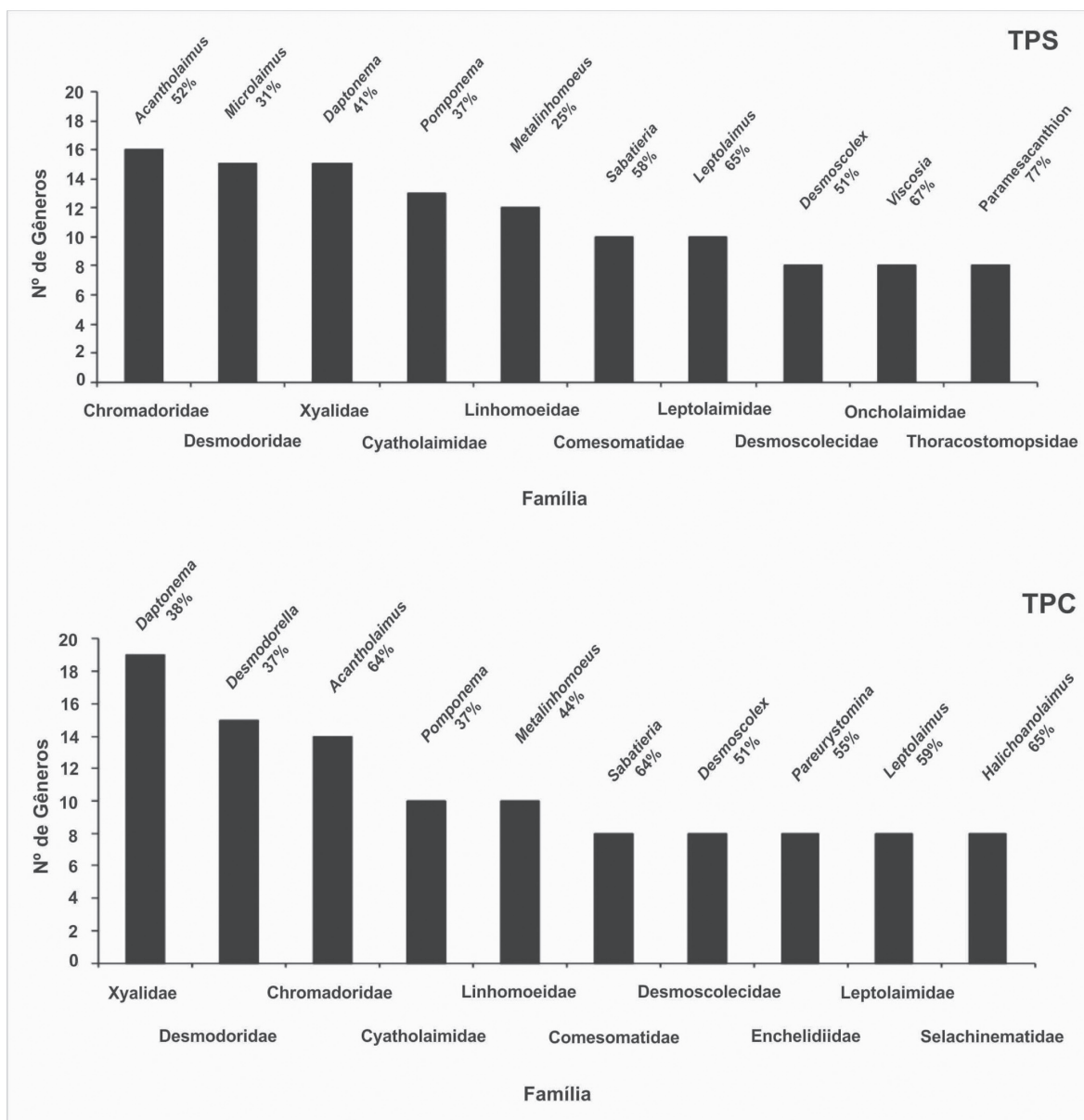


Figura 2 - Número de gêneros por família e gênero mais abundante (%) de cada família, nos períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC).

Acantholaimus, *Thalassomonhystera*, *Desmoscolex* e *Sabatieria* dominaram sobre os demais componentes da comunidade de Nematoda nos dois períodos considerados (Figura 3). Entretanto, observou-se uma variação na composição e na dominância desses gêneros em função da batimetria. Foi observada a ausência de *Sabatieria* a partir de 1300 m no período chuvoso; a presença de *Thalassomonhystera* e *Acantholaimus* (este último gênero foi mais abundante) a partir de 700 e 1000 m; a presença de *Cervonema* e de *Daptonema* unicamente em 1300 m, enquanto que *Desmoscolex* dominou apenas nas isóbatas mais profundas (Figura 3).

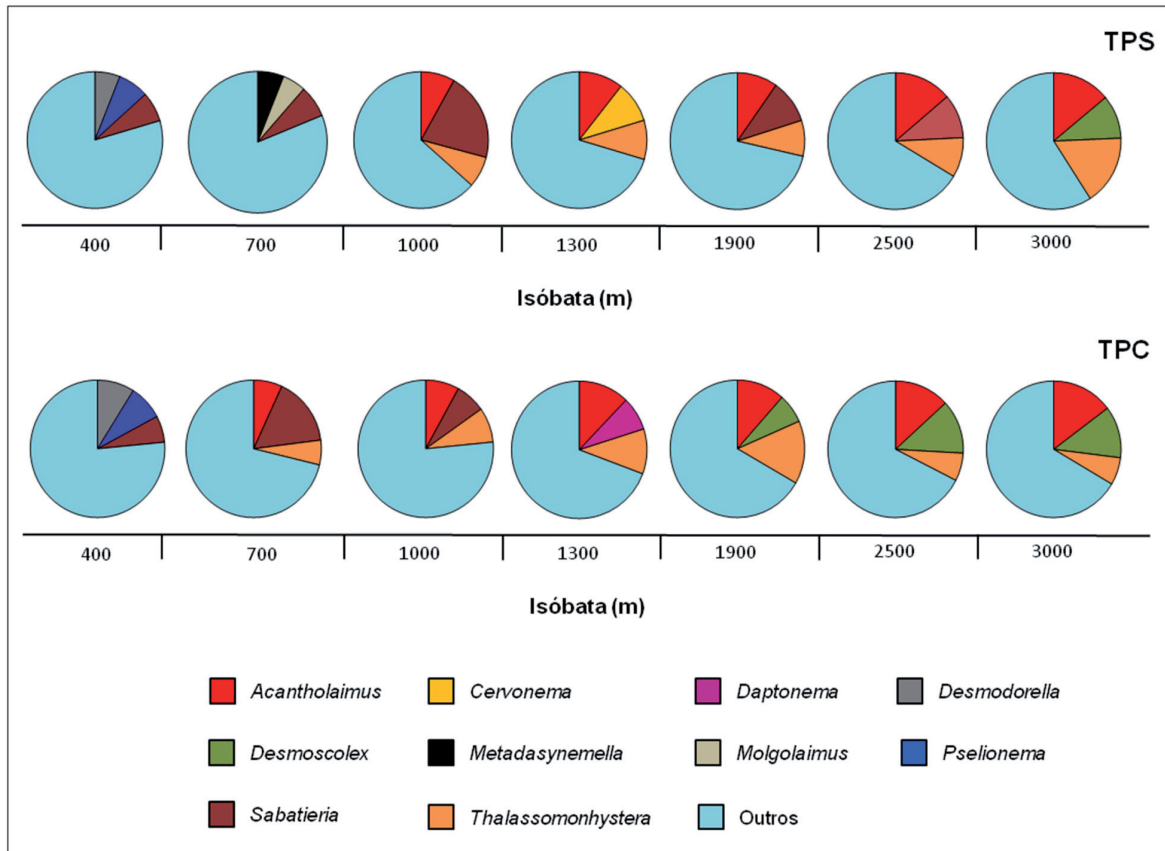


Figura 3 - Abundâncias relativas dos gêneros de Nematoda presentes nas isóbatas, considerando os períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC).

Os valores médios de riqueza (número de gêneros) não demonstraram a existência de um padrão claro de redução relativo ao aumento da profundidade (Figura 4).

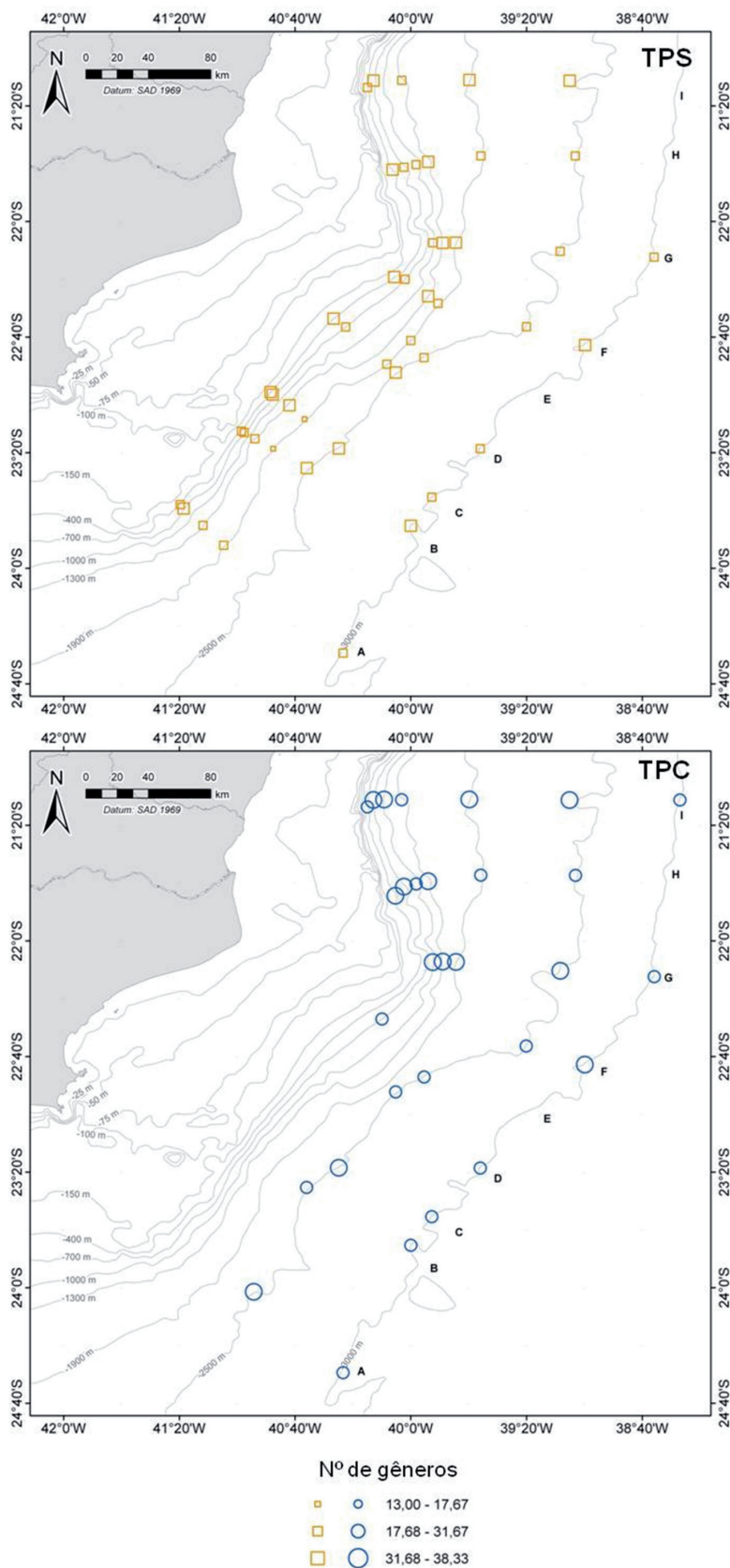


Figura 4 - Riqueza (número de gêneros) média de Nematoda por estação de coleta e isóbatas considerando os períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC). A ausência de valores em algumas estações foi decorrente da perda de amostras.

Densidade

Em ambos os períodos estudados, houve uma diminuição da densidade em função da batimetria, a partir dos 1300 m (Figura 5).

Nos dois períodos as densidades máximas ocorreram a 700 m (505 ind./10 cm² no seco; 567 ind./10 cm², no chuvoso). O valor mínimo de 2,5 ind./10 cm² foi registrado no período chuvoso, a 1900 m, sendo que nesta isóbata também foi detectada a menor riqueza.

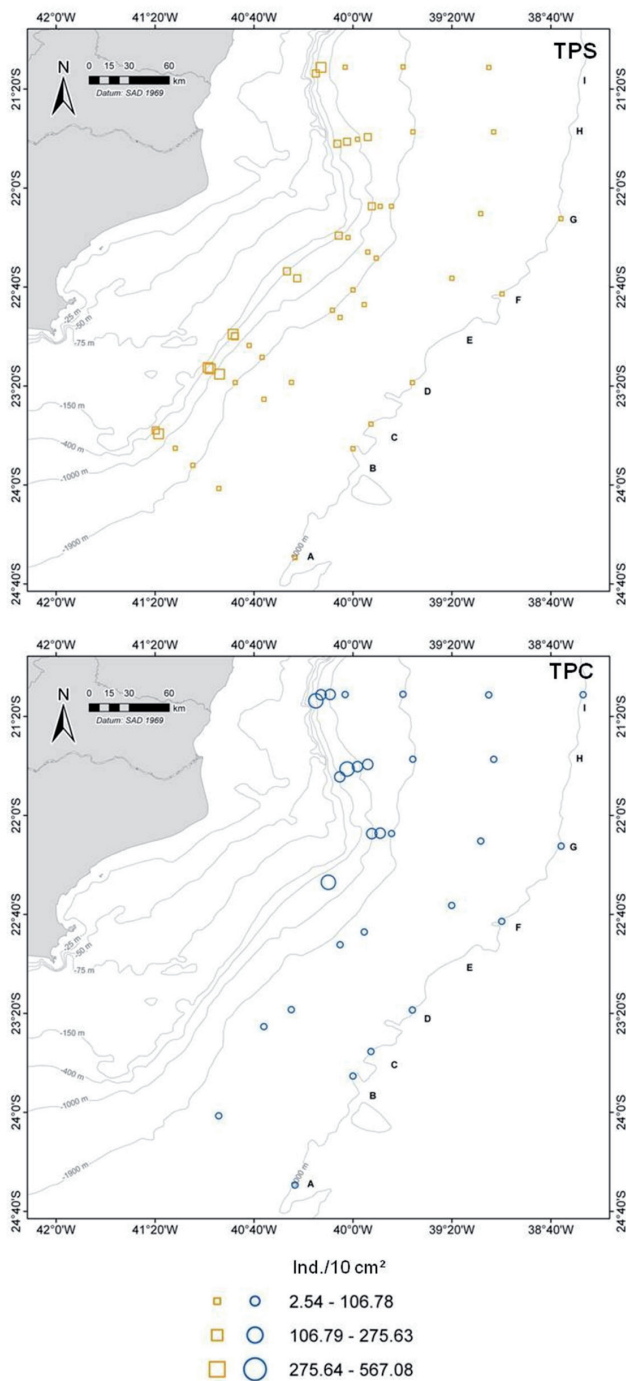


Figura 5 - Densidade média de Nematoda por estação de coleta e isóbatas considerando os períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC). A ausência de valores em algumas estações foi decorrente da perda de amostras.

Biomassa

Foi identificada mesma variação observada para a densidade, na qual os valores médios diminuíram com o aumento da profundidade, especialmente a partir de 1300 m (Figura 6).

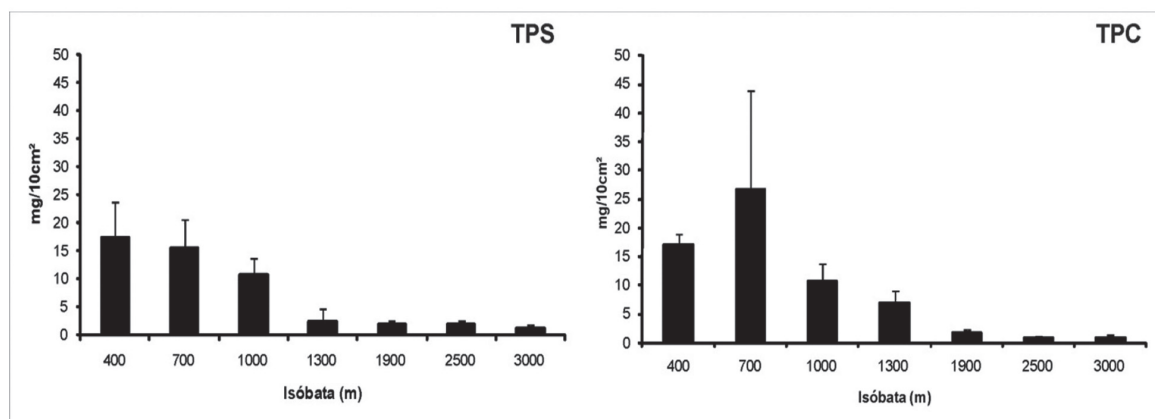


Figura 6 - Biomassa média (+erro-padrão, em peso úmido, mg/10 cm²) de Nematoda por isóbata, considerando os períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC).

Diversidade

Tanto para o período seco quanto para o chuvoso, o índice de Diversidade de Shannon –Wiener (H' , \log_2), apresentou variação (valor mínimo = 3,0; valor máximo = 4,77) entre as estações (Figura 7), entretanto, não foi identificada uma variação batimétrica em nenhum dos períodos amostrados, com os valores médios variando de 4,03 a 4,56.

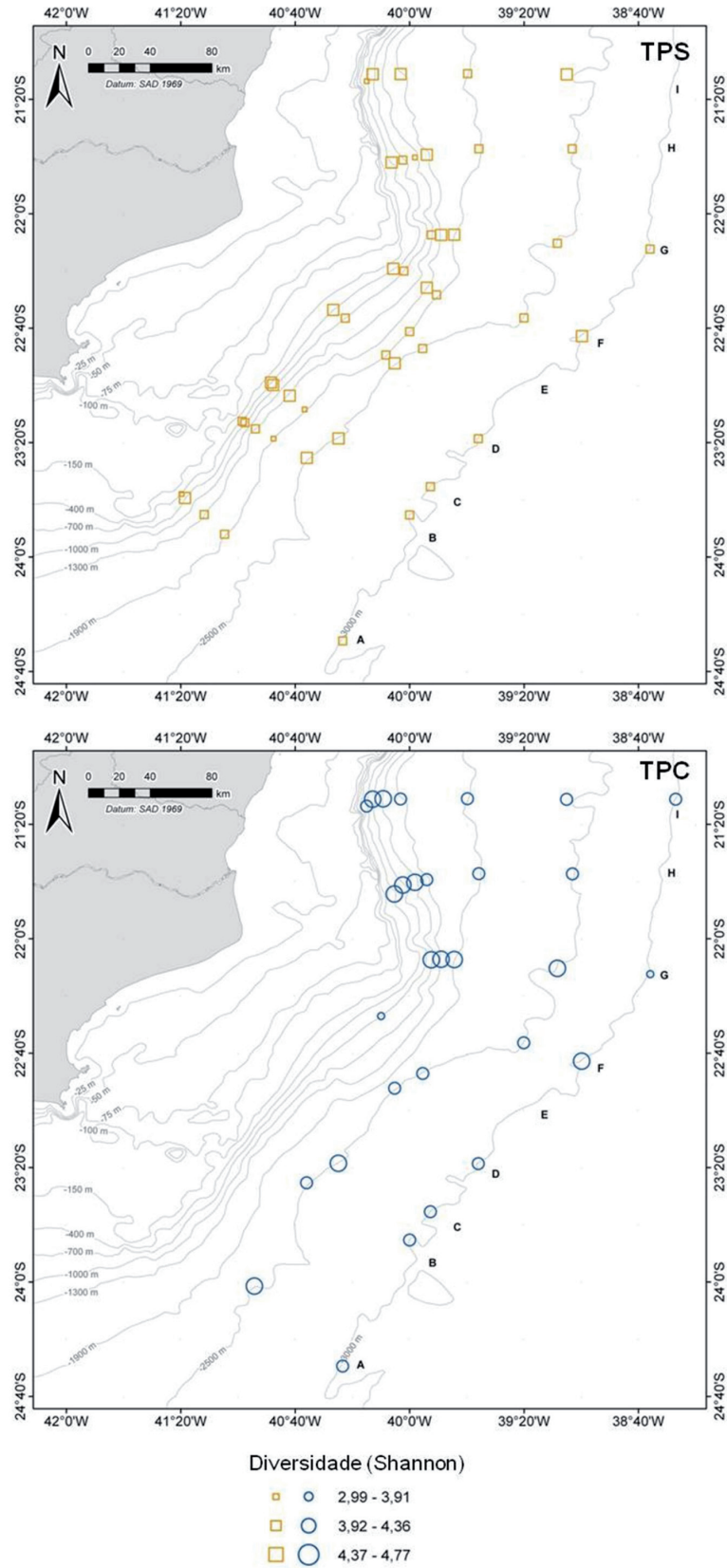


Figura 7 - Diversidade média de Nematoda por estação de coleta e isóbatas considerando os períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC). A ausência de valores em algumas estações foi decorrente da perda de amostras.

Dominância

De uma maneira geral o índice de dominância de Simpson teve valores muito baixos e uniformes entre as isóbatas, exceto por picos isolados em algumas estações de 400 m e de 1900 m, no período seco, em que a dominância foi 0,17 e 0,23 respectivamente (Figura 8). No período chuvoso, os valores foram ainda mais homogêneos, com valores médios variando de 0,06 a 0,09. Uma única estação se destacou em 700 m e apresentou uma dominância de 0,14, refletindo uma maior abundância de *Sabatieria*.

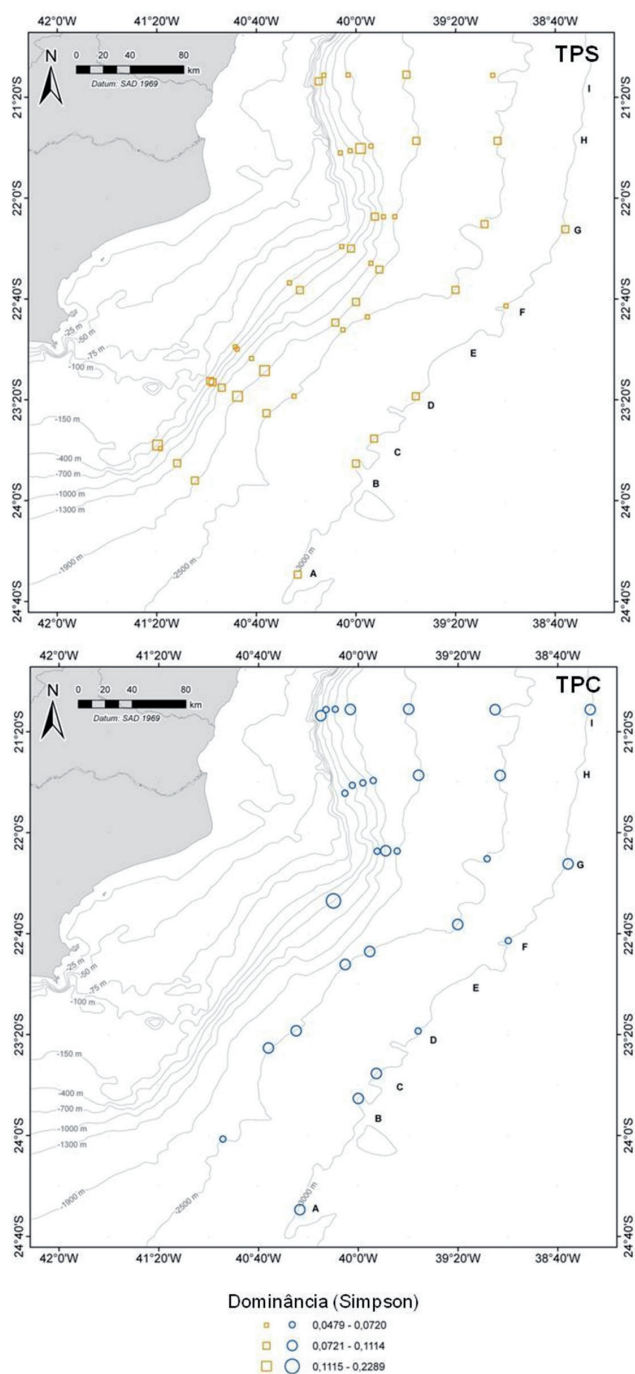


Figura 8 - Dominância de Simpson média dos Nematoda por estação de coleta e isóbatas considerando os períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC). A ausência de valores em algumas estações foi decorrente da perda de amostras.

Abundância dos grupos tróficos

Em todas as isóbatas a composição trófica da comunidade foi representada por todos os grupos tróficos. Os depositívoros seletivos (1A) apresentaram os valores mais expressivos na maioria das isóbatas nos dois períodos estudados (Figura 9). Em oposição aos predadores ou onívoros (2B) mostraram as mais baixas abundâncias, sem qualquer padrão batimétrico nos dois períodos estudados (Figura 9).

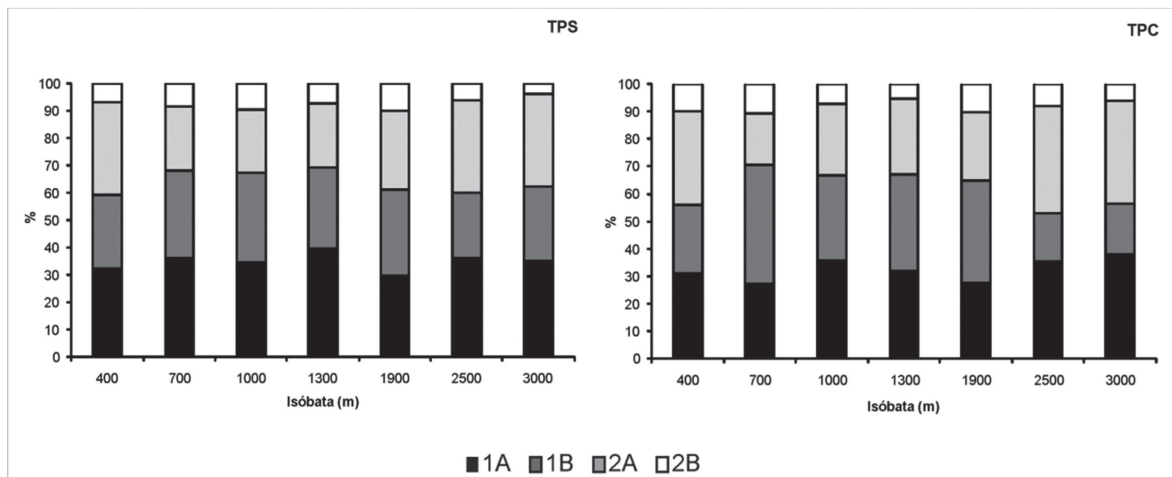


Figura 9 - Abundância relativa dos grupos tróficos entre as isóbatas considerando os períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC). 1A: depositívoros seletivos; 1B: depositívoros não seletivos; 2A: comedores de epístratos e 2B: predadores ou onívoros.

Abordagens multivariadas para avaliação dos padrões de distribuição

A análise de ordenação multidimensional (MDS) indicou, para ambos os períodos, a formação de dois grupos de estações: o primeiro, referente às isóbatas do Talude Superior/Médio (400 m, 700 m, 1000 m) e o segundo, das isóbatas do Talude Inferior e Platô (1900 m, 2500 m, 3000 m) (Figuras 10 e 11).

Observou-se que as estações da isóbata de 1300 m foram agrupadas tanto no Talude Superior/Médio quanto no Talude Inferior e Platô, no período seco. Já para o período chuvoso, as estações desta isóbata estiveram, claramente, associadas ao grupo do Talude Superior/Médio (Figuras 10 e 11).

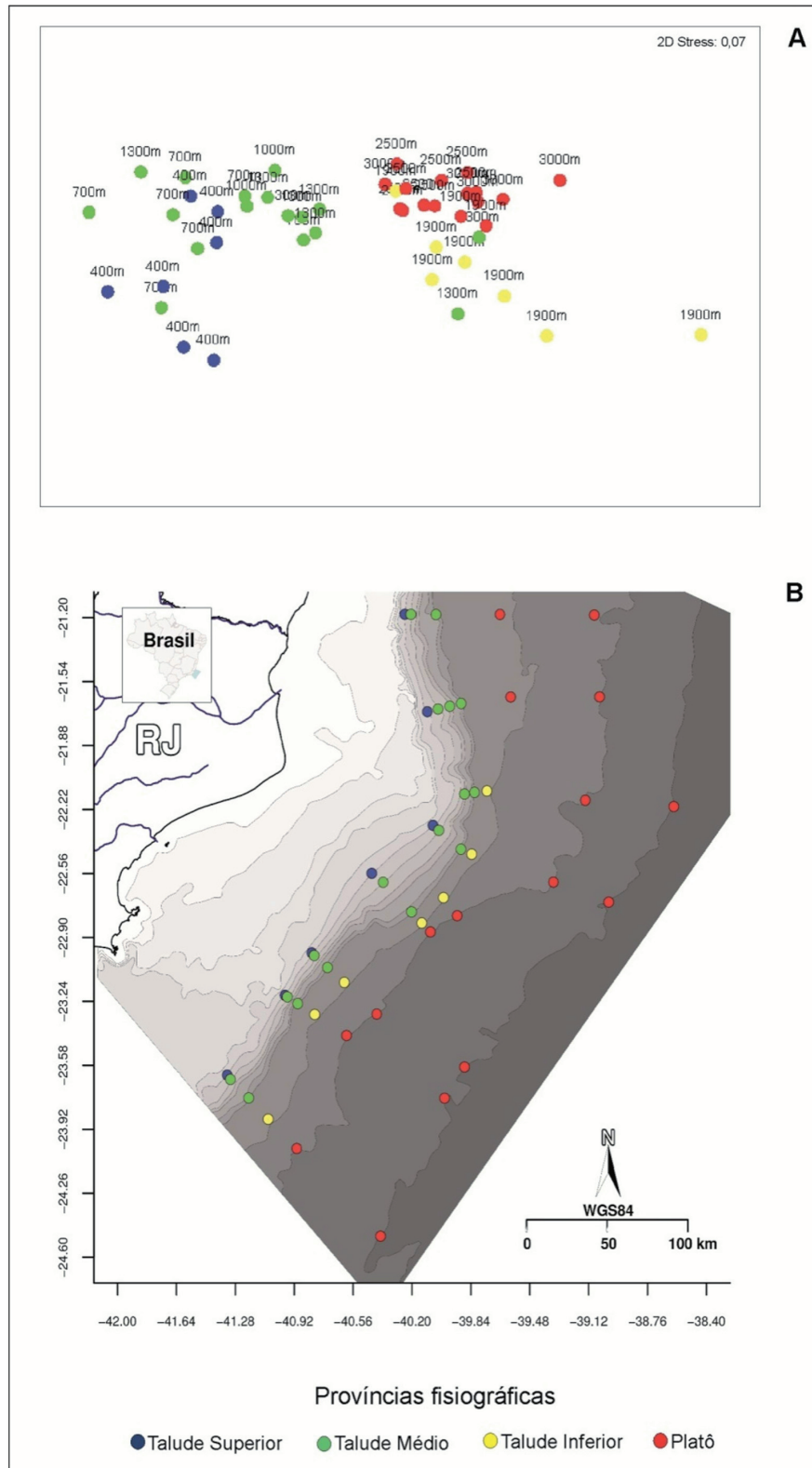


Figura 10 - A - Análise de escalonamento multidimensional (MDS) de Nematoda para o período seco, considerando as isóbatas representativas dos diferentes níveis do Talude (superior = 400 m; médio = 700 m, 1000 m, 1300 m; inferior = 1900 m, 2500 m) e Platô (3000 m). B - Representação dos grupos visualizados na análise de ordenação multidimensional (MDS) sobre a malha amostral, no período seco.

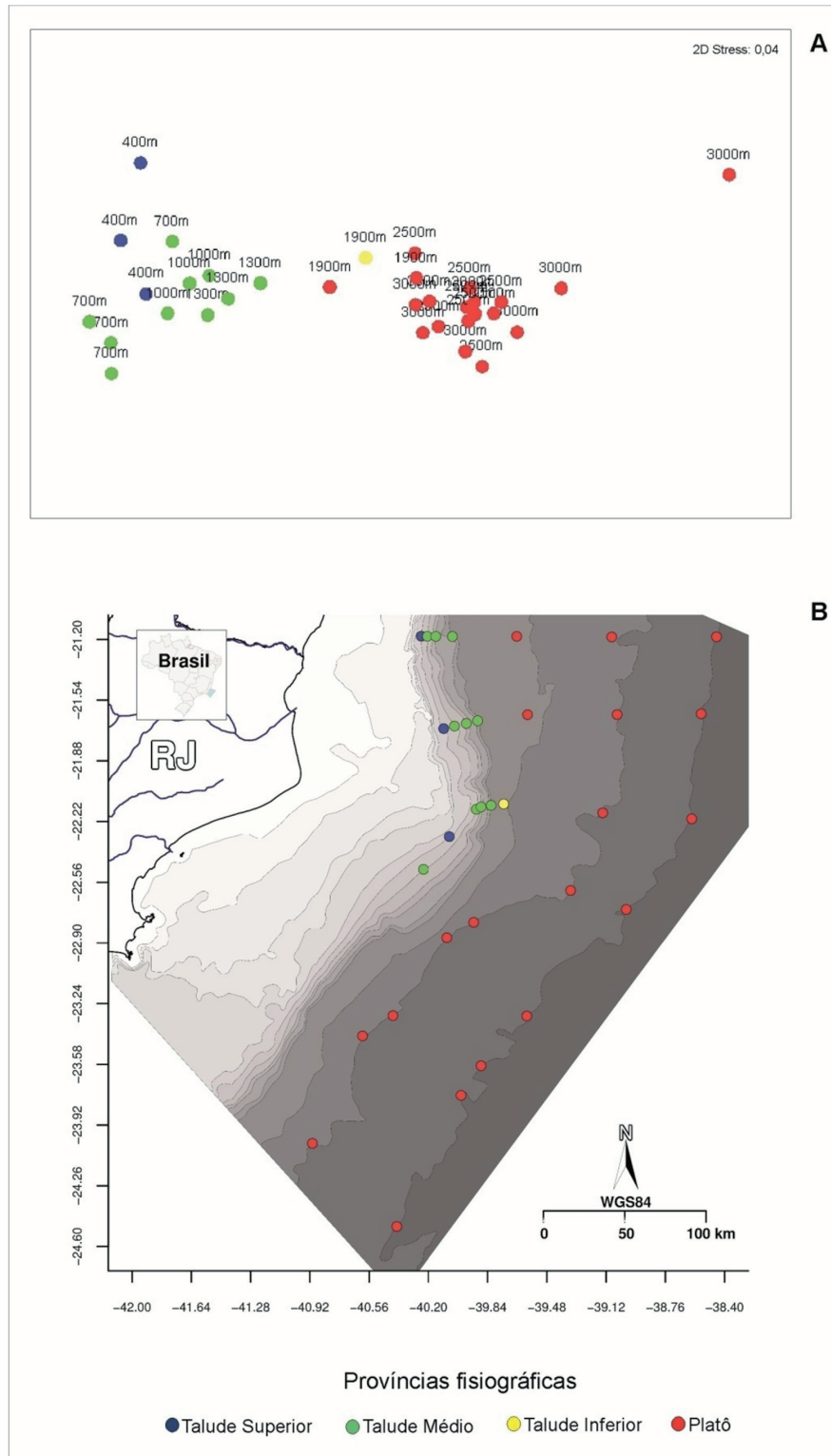


Figura 11 - A - Análise de escalonamento multidimensional (MDS) de Nematoda para o período chuvoso, considerando as isóbatas representativas dos diferentes níveis do Talude (superior = 400 m; médio = 700 m, 1000 m, 1300 m; inferior = 1900 m, 2500 m) e Platô (3000 m). B - Representação dos grupos visualizados na Análise de ordenação multidimensional (MDS) sobre a malha amostral, no período chuvoso. A ausência de valores em algumas estações foi decorrente da perda de amostras.

Os grupos formados pela análise multivariada foram significativamente diferentes, de acordo com o teste ANOSIM. Essa análise apresentou os maiores valores de R entre as amostras que compõem o Talude Superior e aquelas que compõem o Talude Inferior/Platô, em ambos os períodos estudados (Tabela 1).

Tabela 1 - Teste ANOSIM (valores de R, nível de significância adotado = $p < 0,05$) para o conjunto de estações representativas das províncias do Talude nos diferentes períodos.

Províncias do Talude	Período Chuvoso (Rglobal = 0,682; p = 0,0001))		Período Seco (Rglobal = 0,821; p = 0,0001))	
	R	Significância	R	Significância
Superior x Médio	0,276	0,012	0,142	0,262
Superior X Inferior/Platô	0,896	0,0001	0,92	0,0001
Médio X Inferior/Platô	0,517	0,001	0,778	0,0002

A análise SIMPER reforçou a visão anteriormente descrita, de que há uma estruturação da comunidade de Nematoda em função da repartição batimétrica de alguns gêneros (Tabelas 2 e 3). Por exemplo, observou-se um padrão inverso das contribuições individuais de *Sabatieria* e *Acantholaimus*. *Sabatieria* teve forte contribuição no talude Superior 1000 m, que diminuiu no Talude Médio e não contribuindo para o Talude Inferior. Ao contrário, *Acantholaimus* passou a contribuir no Talude Médio, apresentando valores máximos no Talude Inferior/Platô (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2 - Resultado do SIMPER com os principais gêneros, suas contribuições individual (%) e acumulativa (%) de acordo com os andares do Talude, no período seco (TPS).

Gêneros	Grupo trófico	Andares do Talude	% Contribuição individual	% Contribuição Acumulativa
<i>Sabatieria</i>	1B	Superior	15,72	15,72
<i>Halalaimus</i>	1A		7,42	23,14
<i>Thalassomonhystera</i>	1B		6,94	30,08
<i>Desmoscolex</i>	1A		6,55	36,64
<i>Cervonema</i>	1A		6,54	43,18
<i>Daptonema</i>	1B		6,44	49,62
<i>Pselionema</i>	1A		5,06	54,68
<i>Thalassomonystera</i>	1B	Médio	12,43	12,43
<i>Acantholaimus</i>	2A		10,48	22,91
<i>Desmoscolex</i>	1A		9,49	32,41
<i>Cervonema</i>	1A		9,25	41,66
<i>Sabatieria</i>	1B		8,38	50,04
<i>Acantholaimus</i>	2A	Inferior/Platô	19,61	19,61
<i>Thalassomonystera</i>	1B		16,25	35,85
<i>Desmoscolex</i>	1A		12,74	48,59
<i>Halalaimus</i>	1A		3,91	52,50

Tabela 3 - Resultado do SIMPER com os principais gêneros, sua contribuição individual (%) e acumulativa (%) de acordo com as isóbatas, no período chuvoso (TPC).

Gêneros	Grupo trófico	Andares do Talude	% Contribuição individual	% Contribuição Acumulativa
<i>Sabatieria</i>	1B	Superior	13,86	13,86
<i>Thalassomonhystera</i>	1B		11,12	24,97
<i>Halalaimus</i>	1A		6,94	31,92
<i>Desmoscolex</i>	1A		6,77	38,69
<i>Daptonema</i>	1B		6,66	45,35
<i>Cervonema</i>	1A		6,63	51,97
<i>Pselionema</i>	1A		5,06	58,40
<i>Acantholaimus</i>	2A	Médio	14,45	14,45
<i>Daptonema</i>	1B		12,55	27,00
<i>Thalassomonystera</i>	1B		11,76	38,76
<i>Desmoscolex</i>	1A		7,29	46,05
<i>Cervonema</i>	1A		6,99	53,04
<i>Sabatieria</i>	1B		6,23	59,27
<i>Acantholaimus</i>	2A		Inferior/Platô	21,13
<i>Thalassomonystera</i>	1B	16,43		35,56
<i>Desmoscolex</i>	1A	9,23		46,79
<i>Cervonema</i>	1A	5,04		51,83

Correlações

Pela análise BIOENV verificou-se, para os dois períodos, que os maiores valores de correlações da comunidade foram com os fitopigmentos e o grau de seleção (tabela 4), sugerindo uma contribuição relevante dos depositívoros seletivos (1A), depositívoros não seletivos (1B) e comedores de epístratos (2A) e, contrariamente, uma contribuição fraca do grupo de predadores ou onívoros (2B).

Tabela 4 - Resultado da análise BIOENV, nos períodos seco e chuvoso.

Valor de correlação	Nível de significância	Variáveis Ambientais	Período
0,636	0,01	fitopigmentos, grau de seleção	seco
0,657	0,01	fitopigmentos, grau de seleção	chuvoso

As correlações das densidades dos principais gêneros com as variáveis ambientais foram as mesmas em ambos os períodos (Tabela 5). Todos os gêneros foram positivamente correlacionados com o carbono orgânico total e com os fitopigmentos, e negativamente correlacionados com os teores de carbonatos (Tabela 5).

Tabela 5 - Correlação (Spearman) dos principais gêneros com as variáveis ambientais. CARB = teor de carbonatos; FITO = fitopigmentos; COT = carbono orgânico total; (-) correlações não significativas.

Gêneros	Período Seco			Período chuvoso		
	CARB	FITO	COT	CARB	FITO	COT
<i>Actinonema</i>	-0,29	0,42	0,53	-0,38	0,34	0,58
<i>Acantholaimus</i>	-0,18	0,22	-	-0,36	0,21	0,22
<i>Aegialoalaimus</i>	-0,20	0,41	0,38	-0,21	0,35	0,62
<i>Cervonema</i>	-0,39	0,44	0,29	-0,49	0,23	0,30
<i>Chromadorita</i>	-0,20	0,30	0,37	-0,43	0,39	0,52
<i>Daptonema</i>	-0,40	0,60	0,66	-0,35	0,24	0,43
<i>Desmodora</i>	-	-	0,37	-0,37	0,37	0,58
<i>Desmoscolex</i>	-0,30	0,61	0,57	-0,51	0,54	0,64
<i>Diplopetoides</i>	-0,22	0,35	0,43	-0,25	0,43	0,63
<i>Halalaimus</i>	-0,37	0,44	0,36	-0,60	0,41	0,51
<i>Halichoanolaimus</i>	-0,28	0,19	0,26	-0,37	-	0,25
<i>Leptolaimus</i>	-0,25	0,32	0,42	-0,34	0,36	0,66
<i>Marylynnia</i>	-	0,29	0,23	-0,27	-	0,25
<i>Metadasynemella</i>	-0,21	0,46	0,41	-0,26	-	-
<i>Metalinhomoeus</i>	-	-	0,29	-0,26	0,27	0,51
<i>Metasphaerolaimus</i>	-0,39	0,46	0,39	-0,34	0,23	0,22
<i>Microlaimus</i>	-0,19	0,35	0,59	-0,28	0,42	0,72
<i>Molgolaimus</i>	-0,24	0,44	0,54	-	0,24	0,44
<i>Paradesmodora</i>	-	0,26	0,38	-0,24	0,33	0,57
<i>Pselionema</i>	-0,25	0,32	0,52	-0,43	0,56	0,87
<i>Pomponema</i>	-0,18	0,25	0,27	-0,40	-	0,21
<i>Quadricoma</i>	-0,28	0,46	0,56	-0,52	0,44	0,49
<i>Sabatieria</i>	-0,43	0,27	0,29	-0,28	-	0,22
<i>Southerniella</i>	-0,34	0,57	0,64	-0,32	0,34	0,44
<i>Syringolaimus</i>	-0,26	-	-	-0,32	-	0,17
<i>Thalassomonhystera</i>	-0,32	0,34	0,25	-0,55	0,28	0,31
<i>Tricoma</i>	-0,24	0,38	0,51	-0,31	0,45	0,83

Cânions e Áreas de Talude Adjacentes

A composição da meiofauna nos cânions foi semelhante a observada nos transectos avaliados ao longo do talude na Bacia de Campos, somente diferindo quanto à presença de Nemerita no cânion Grussaí e Gastropoda no cânion Almirante Câmara.

Nematoda representou mais de 93% da comunidade nas amostras do período chuvoso, e mais de 86%, no período seco (Figura 12). Nas áreas de talude adjacentes aos cânions, os percentuais se mantiveram, reforçando a importância dos Nematoda na estrutura da comunidade.

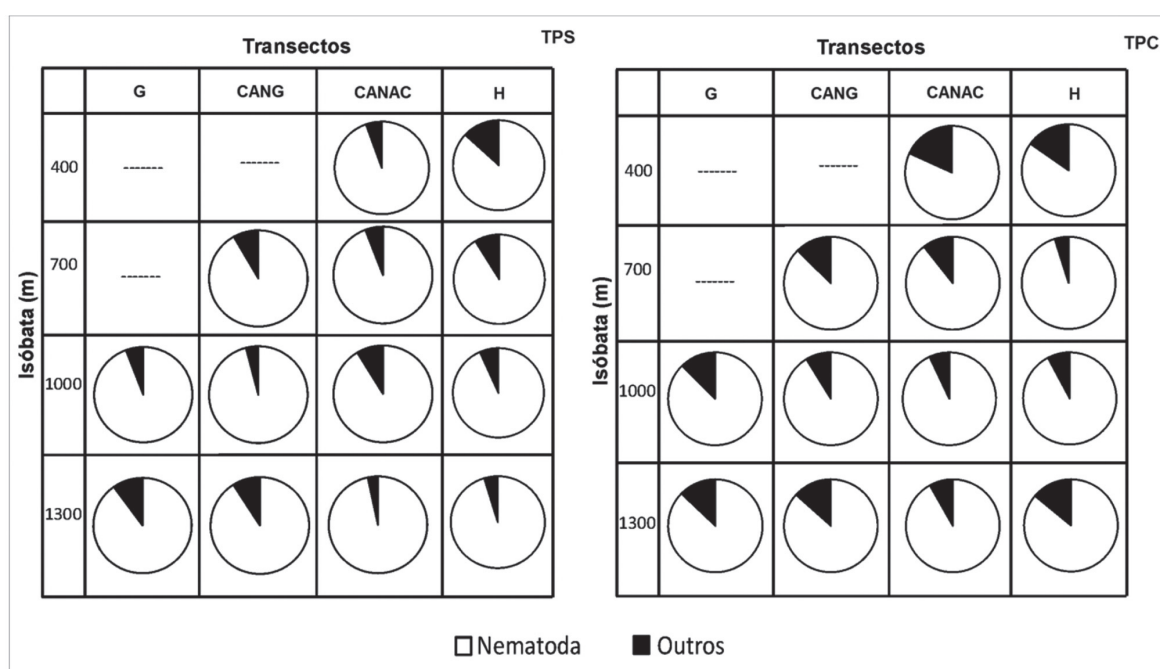


Figura 12 - Abundância relativa (%) de Nematoda em relação aos outros grupos da meiofauna nos cânions Grussaí (CANG) e Almirante Câmara (CANAC) e suas áreas adjacentes (G e H), nos períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC). As estações com o tracejado não foram avaliadas devido a perda de amostras

Riqueza

No cânion Grussaí foram identificados 99 gêneros inseridos em 29 famílias, no período seco. Dessas, Chromadoridae foi representada por 12 gêneros, sendo *Acantholaimus* o gênero principal e que corresponde a 66% da abundância total. No período chuvoso foram detectados 96 gêneros distribuídos em 25 famílias. Neste período, Xyalidae deteve a maior riqueza genérica com *Daptonema* perfazendo 36% do total. As demais famílias apresentaram oito ou menos gêneros (Figura 13).

Os gêneros exclusivos de cânion Grussaí representaram apenas 2,4% sendo estes: *Leptosomatum*, *Nannolaimoides* e *Trileptium*. Tais gêneros estiveram presentes nas isóbatas de 700 e 1000 metros.

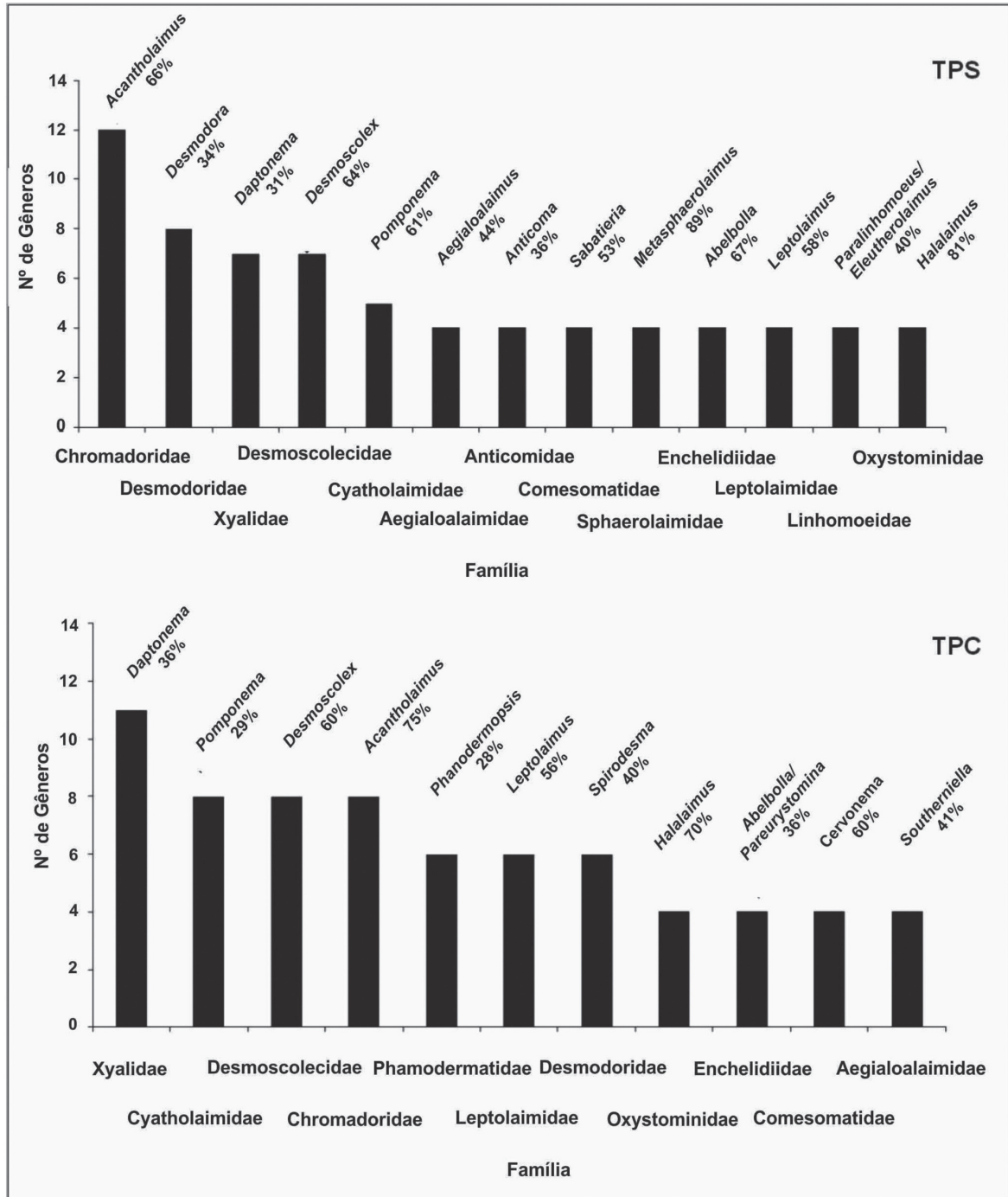


Figura 13 - Número de gêneros e abundância relativa (%) do gênero principal das famílias mais representativas (número de gêneros ≥ 4) no cânion Grussaí nos períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC).

No cânion Almirante Câmara (CANAC) foram identificados 108 gêneros no período chuvoso, pertencentes a 31 famílias, e 97 gêneros distribuídos em 32 famílias no período seco. Em ambos os períodos estudados, Xyalidae teve o maior número de gêneros, sendo *Daptonema* o dominante. No período seco, Chromadoridae teve um número alto de gêneros, com *Acantholaimus* alcançando 58% (Figura 14). *Glochinema* foi o único gênero exclusivo desse habitat.

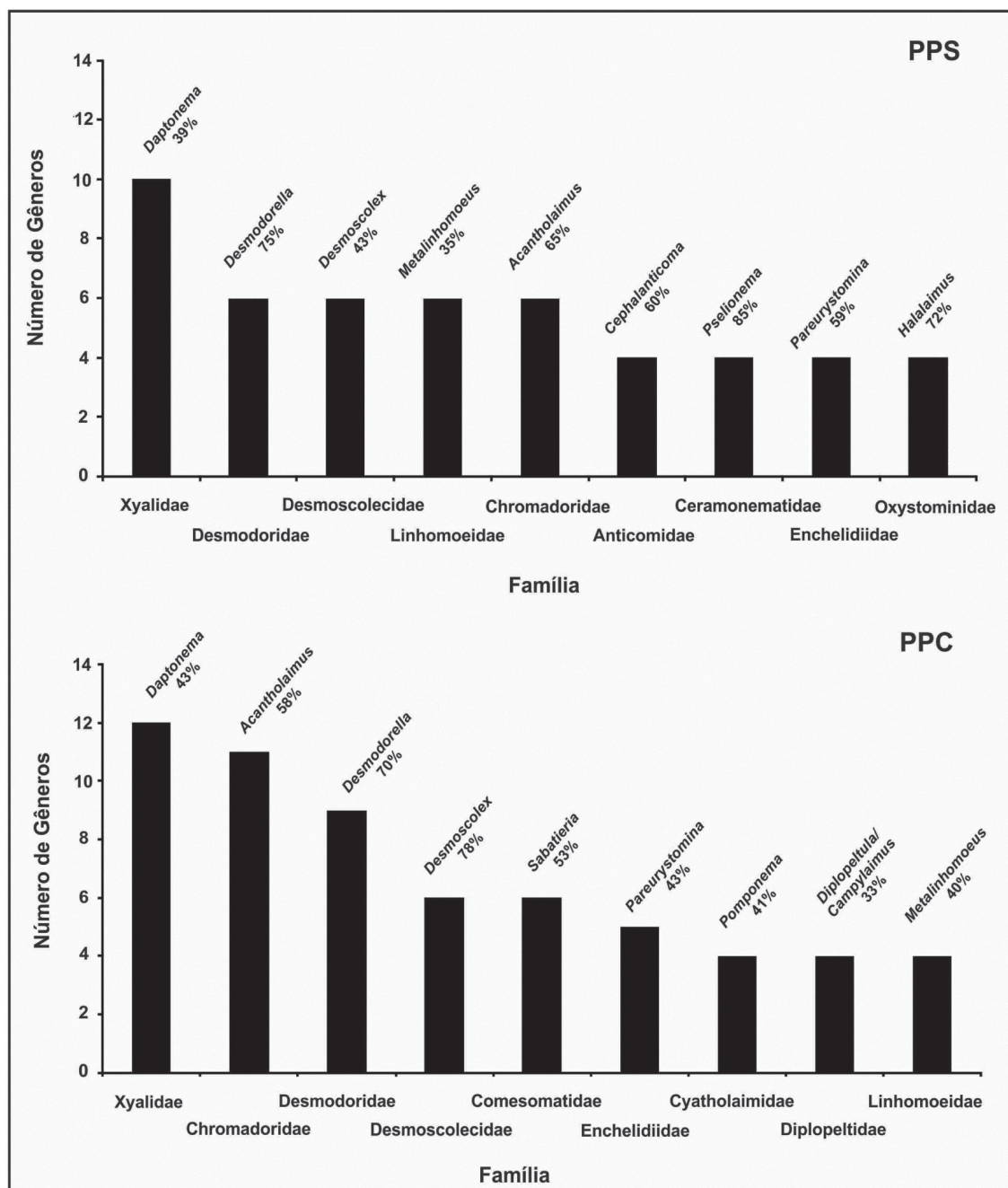


Figura 14 - Número de gêneros e abundância relativa (%) do gênero principal das famílias mais representativas (número de gêneros ≥ 4) no cânion Almirante Câmara nos períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC).

Foram registrados para as áreas adjacentes 121 gêneros, inseridos em 36 famílias. Destas, Xyalidae teve o maior número de gêneros (11), seguido por Chromadoridae (9).

No cânion Grussaí e sua área adjacente, os valores máximos de riqueza no período seco foram observados nas isóbatas mais profundas [CANG8 (1000 m) e CANG9 (1300 m)], média de 35 gêneros). No período chuvoso, houve uma maior homogeneidade nos valores médios de riqueza para esse cânion e sua área adjacente (Figura 15).

No cânion Almirante Câmara (CANAC) e área adjacente, a menor riqueza média (cerca de 15 gêneros) foi observada na menor isóbata (400 m), tanto no período seco quanto no chuvoso (Figura 15).

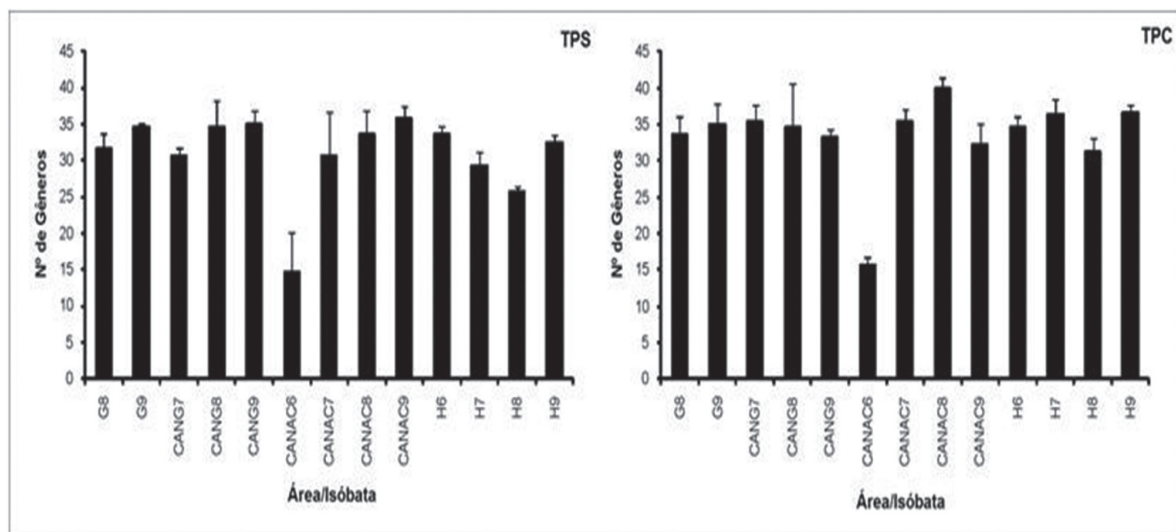


Figura 15 - Riqueza (número de gêneros) média (+ erro-padrão) de Nematoda ao longo das isóbatas nos cânions Grussaí (CANG), Almirante Câmara (CANAC) e áreas adjacentes (G e H), considerando os períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC).

Densidade

Ao contrário da menor riqueza apresentada para isóbata de 400 m no Almirante Câmara (período seco), foi observada nesta estação a maior densidade (Figura 16). *Desmodorella* foi o gênero dominante, chegando a números extremos de 1.088 ind./10 cm².

No Grussaí, assim como nas áreas adjacentes os valores foram inferiores aos determinados no Almirante Câmara, chegando no máximo a 409 ind./10 cm² na isóbata de 1000 m (período chuvoso).

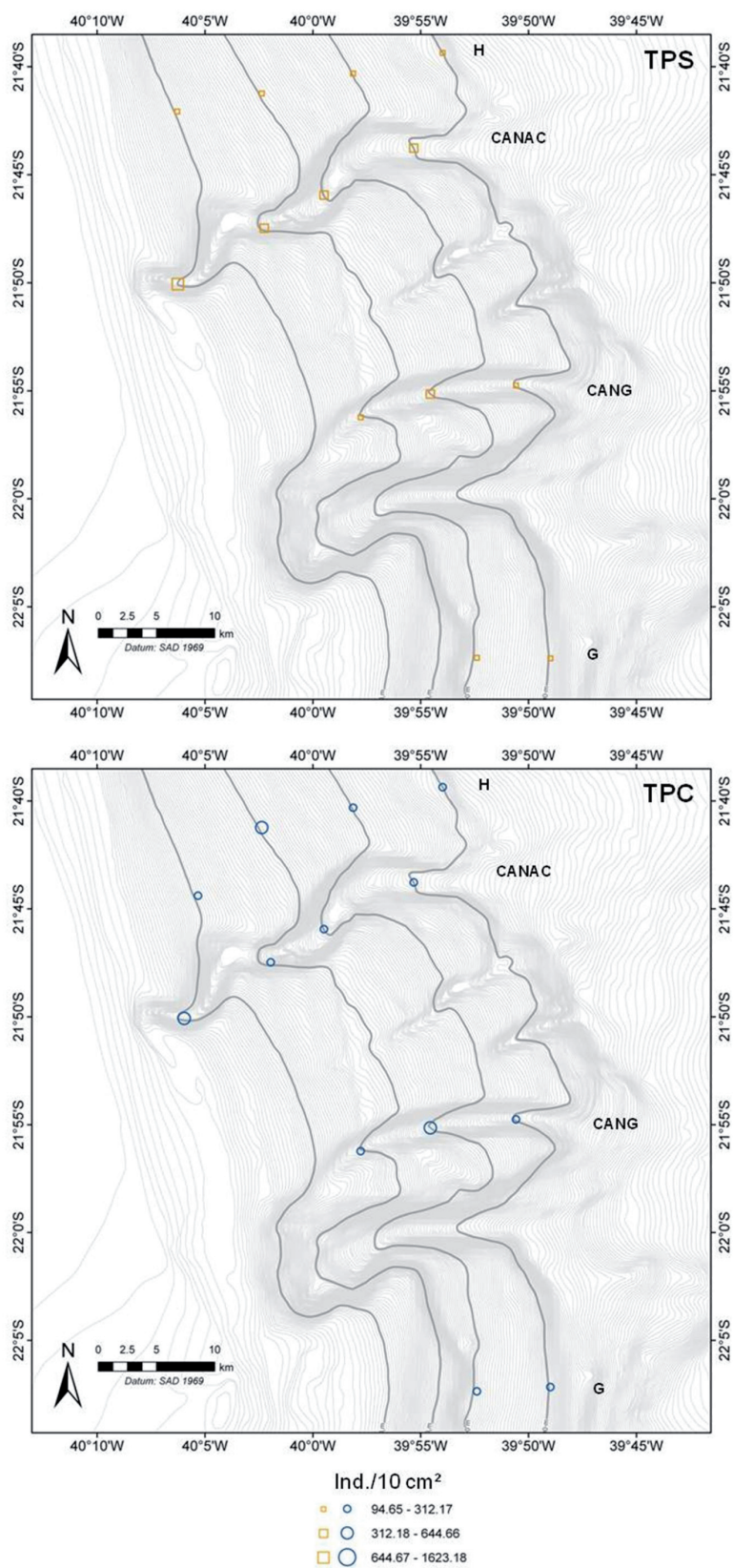


Figura 16 - Densidade (ind./10 cm²) dos Nematoda ao longo dos isóbatas nos cânions Grussaí (CANG), Almirante Câmara (CANAC) e áreas adjacentes (G e H), considerando os períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC).

Diversidade e Dominância

Os valores de diversidade e dominância foram homogêneos para o cânion Grussaí e áreas adjacentes (Figuras 17 e 18). No cânion Almirante Câmara a diversidade também não se mostrou muito variável, exceto para as isóbatas de 400 m (nos dois períodos) e a 700 m (período seco) (Figura 17). Isto pode ser explicado pelas dominâncias de alguns gêneros nestas isóbatas: *Desmodorella*, em 400 m, e *Cervonema*, em 700 m, no período seco; *Desmodorella* em 400 m, no chuvoso (Figura 18).

Em consequência, os baixos valores de diversidade (TPS = 2,26; TPC = 2,52) contrastaram com os altos valores de dominância (TPS = 0,4; TPC = 0,3) no Almirante Câmara a 400 metros, nos períodos seco e chuvoso (Figura 17 e 18).

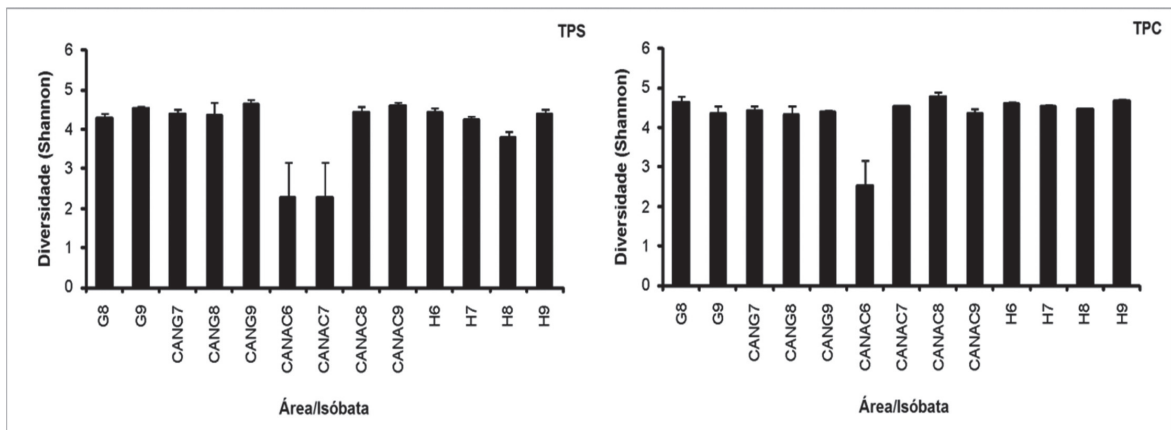


Figura 17 - Diversidade média (+erro-padrão) dos gêneros de Nematoda por isóbata nos cânions Grussaí (CANG), Almirante Câmara (CANAC) e áreas adjacentes (G e H), nos períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC).

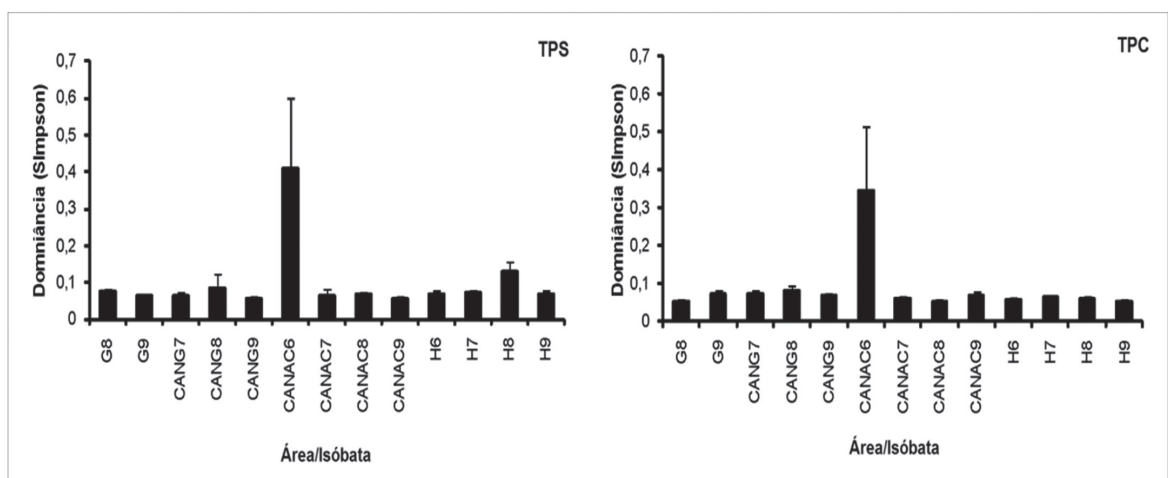


Figura 18 - Índice de dominância média (+erro-padrão) dos gêneros de Nematoda por isóbata nos cânions Grussaí (CANG), Almirante Câmara (CANAC) e áreas adjacentes (G e H), considerando os períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC).

Abundância dos grupos tróficos

Em ambos os períodos, a estrutura trófica da comunidade foi uniforme e sem qualquer padrão batimétrico claro, para ambos os cânions e áreas de talude adjacentes aos cânions. No transecto H (área adjacente), foi observada uma tendência ao aumento da abundância relativa do grupo de depositívoros não seletivos (1B) e a diminuição do grupo de comedores de epistratos (2A) em maiores profundidades no período seco (Figura 19). A isóbata de 400 m no Almirante Câmara foi dominada pelos comedores de epistratos (2A) nos dois períodos. Assim como observado para a densidade, a diversidade e a dominância, *Desmodorella* influenciou a alta abundância deste grupo trófico. Para os demais casos e em ambos os períodos, os depositívoros seletivos (1A) e os não seletivos (1B) foram os mais expressivos.

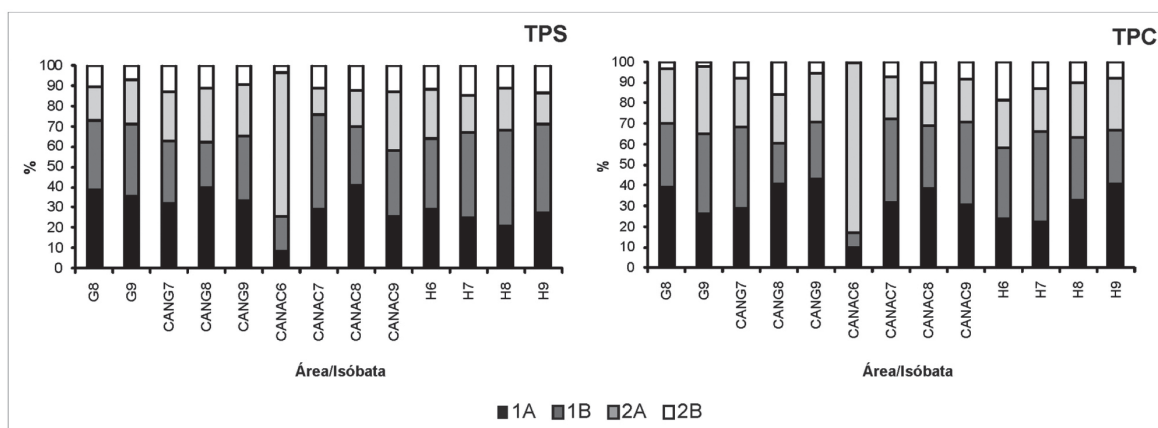


Figura 19 - Abundância relativa dos grupos tróficos, por isóbata, nos cânions Grussaí (CANG), Almirante Câmara (CANAC) e áreas adjacentes (G e H), considerando os períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC). (1A: depositívoros seletivos; 1B: depositívoros não seletivos; 2A: comedores de epistratos e 2B: predadores ou onívoros).

Abordagens multivariadas para avaliação dos padrões de distribuição

A primeira análise de ordenação multidimensional (MDS) foi realizada com todas as amostras e evidenciou uma separação forte da isóbata de 400 m dentro do cânion Almirante Câmara em relação às demais amostras (Figuras 20A e 21A). Com o objetivo de visualização dos possíveis padrões de estrutura da comunidade foi então realizada uma segunda ordenação sem as amostras da isóbata 400 m do cânion Almirante Câmara (Figuras 20B e 21B).

No período seco, de forma geral, dois grupos foram formados: o dos cânions (CANAC e CANG) e o das áreas de talude adjacentes aos cânions (G e H) (Figura 20B).

No período chuvoso, os cânions e áreas adjacentes se mantiveram agrupados, exceto pela área de talude adjacente a 700 m de profundidade. Nesta isóbata, o gênero mais abundante foi *Sabatieria* (Figura 21B). Este gênero esteve presente nas outras áreas e cânions, porém em menor abundância.

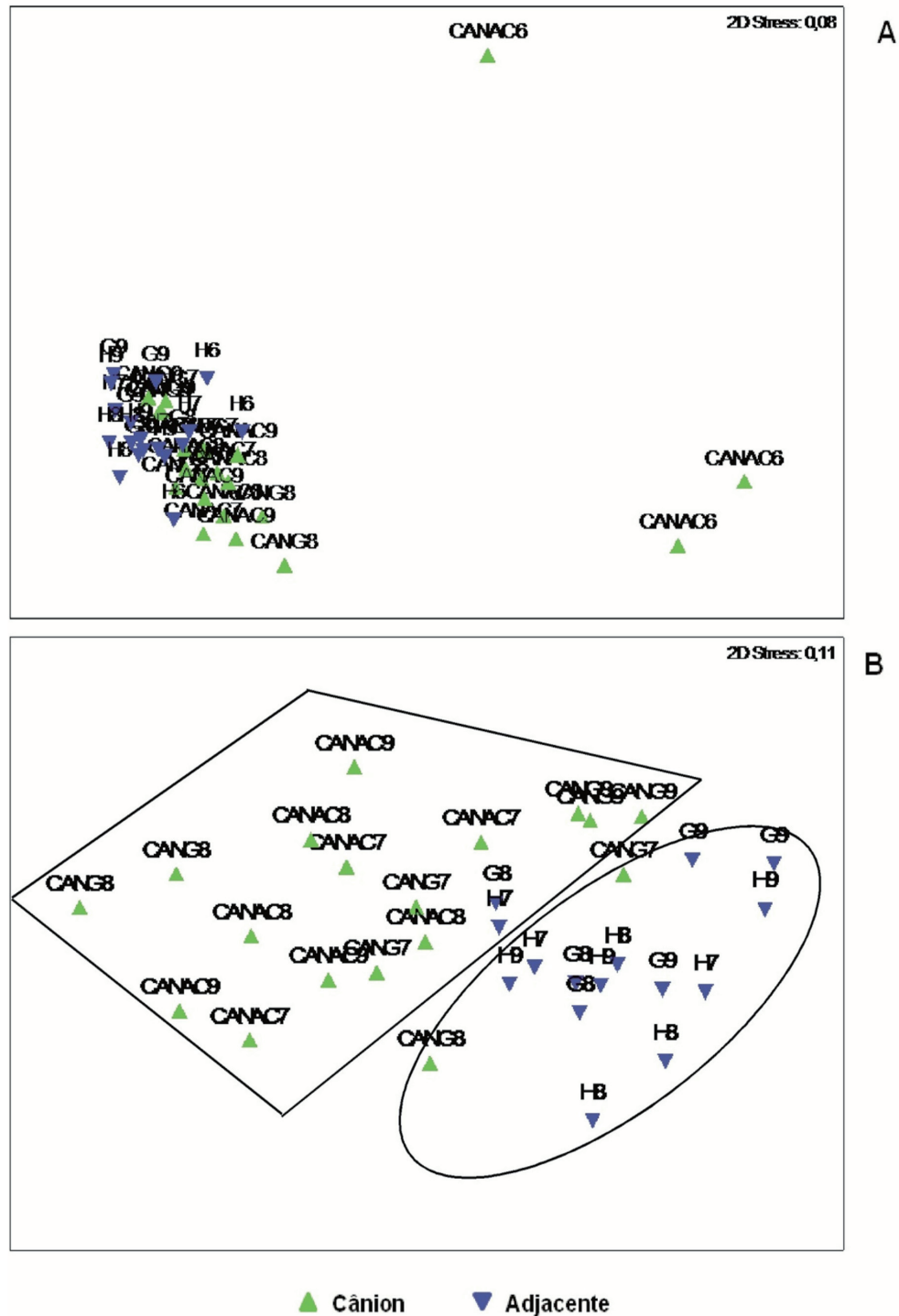


Figura 20 - A - Análise de ordenação multidimensional (MDS), considerando as isóbatas como fator, no período seco (TPS). **B -** Análise de ordenação multidimensional (MDS), com a retirada das estações da isóbata de 400 metros, no período seco (TPS).

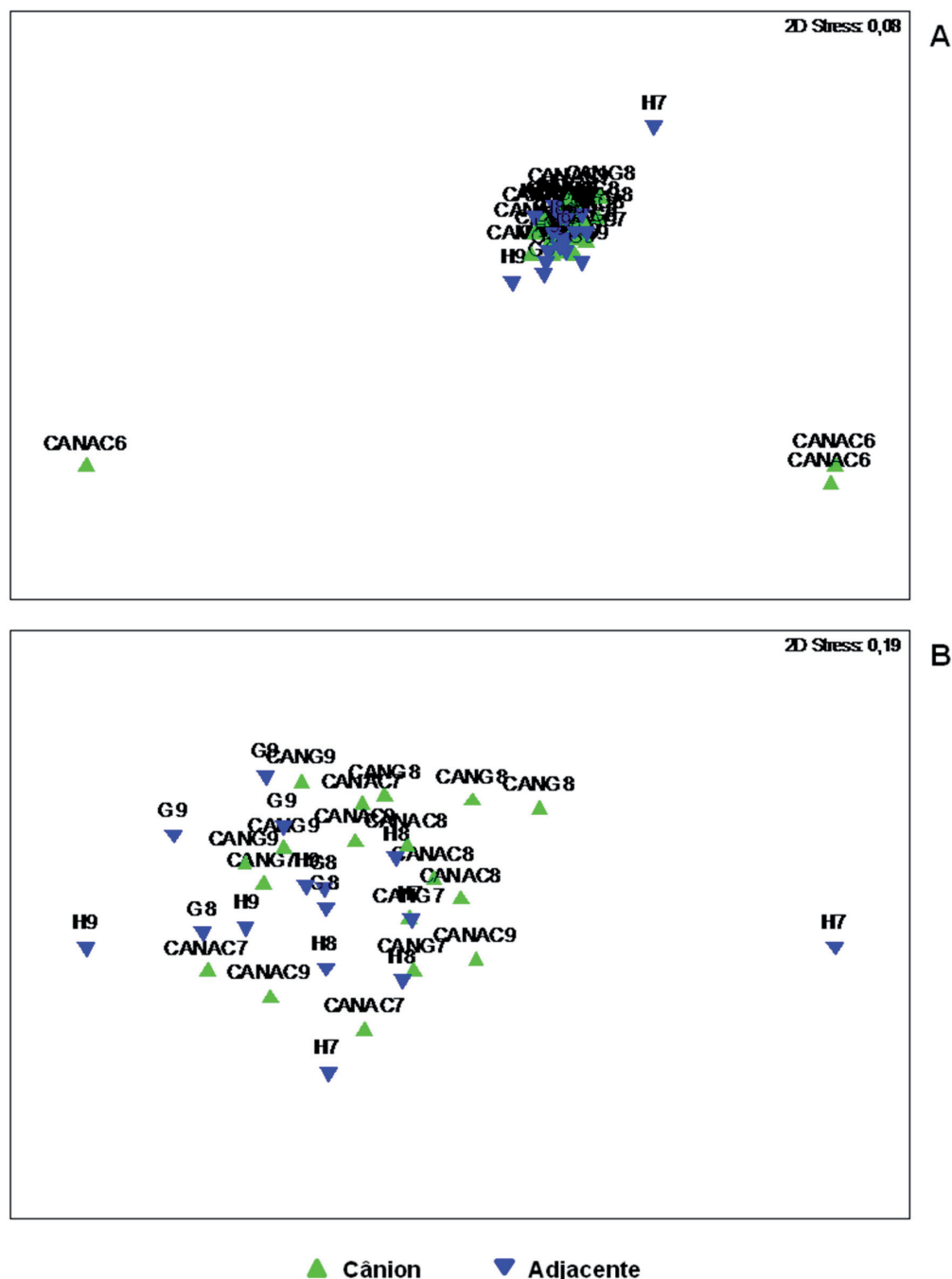


Figura 21 - A - Análise de ordenação multidimensional (MDS), considerando as isóbatas como fator, no período chuvoso (TPC). B - Análise de ordenação multidimensional (MDS), com a retirada das estações da isóbata de 400 metros, no período chuvoso (TPC).

O teste ANOSIM, para o período seco, confirmou as diferenças significativas entre a isóbata de 400 m e as demais (Tabela 6). As áreas foram significativamente diferentes, seja considerando todas as isóbatas estudadas ($R = 0,407$; $p = 0,0001$) ou apenas as três mais profundas (sem a de 400m, $R = 0,387$; $p = 0,0003$) (Tabela 6).

Tabela 6 - Teste ANOSIM (valores de R, nível de significância adotado = $p < 0,05$) para o conjunto de estações representativas das áreas (cânions e transectos adjacentes) e isóbatas (400m, 700m, 1000m e 1300m) no período seco (TPS).

Isóbatas	Isóbatas (Rglobal = 0,382; p = 0,0001)	
	R	Significância
400m, 700m	0,903	0,001
400m, 1000m	0,920	0,0001
400m, 1300m	0,910	0,0001
700m, 1000m	0,105	0,136
700m, 1300m	0,021	0,357
1000m, 1300m	0,208	0,034

Para o período chuvoso, as diferenças entre a isóbata 400 m e as demais também foram significativas, porém com valores de R menores quando comparados ao período seco (Tabela 7). Para as áreas, o teste ANOSIM mostrou um baixo valor de R ao considerar todas as 4 isóbatas estudadas ($R = 0,17$; $p = 0,017$). Quando avaliadas apenas as 3 isóbatas mais profundas, as áreas não diferiram significativamente quanto as suas similaridades ($R = 0,0308$; $p = 0,167$).

Tabela 7 - Teste ANOSIM (valores de R, nível de significância adotado = $p < 0,05$) para o conjunto de estações representativas das áreas (cânions e adjacentes) e isóbatas (400 m, 700 m, 1000 m e 1300 m) no período chuvoso (TPC).

Isóbatas	Isóbatas (Rglobal = 0,453; p = 0,0001)	
	R	Significância
400m, 700m	0,591	0,01
400m, 1000m	0,630	0,0003
400m, 1300m	0,747	0,0001
700m, 1000m	0,453	0,0002
700m, 1300m	0,240	0,026
1000m, 300m	0,347	0,0003

Na área de cânion, tanto no período chuvoso quanto no seco, *Desmodorella* foi o único gênero responsável pela contribuição de mais de 50% das similaridades na isóbata 400 m (Tabelas 8 e 9). Em relação à área de talude adjacente, *Sabatieria*, *Halalaimus* e *Daptonema* foram gêneros importantes para as similaridades na isóbata de 400 m, em ambos os períodos (Tabelas 10 e 11).

Sabatieria, *Cervonema*, *Acantholaimus* e *Metasphaerolaimus* demonstraram forte similaridade nas isóbatas 700 m e 1000 m dos cânions, no período seco (Tabelas 8 e 9). Da mesma forma, *Sabatieria*, *Acantholaimus* e *Thalassomonhystera* foram importantes para as similaridades em 700 m e 1000 m nas áreas adjacentes e nos dois períodos estudados (Tabelas 10 e 11).

Na área de cânion, considerando os dois períodos, *Thalassomonhystera*, *Acantholaimus* e *Desmoscolex* foram representativos para as similaridades em 1300 m (Tabelas 8 e 9). Em relação às áreas adjacentes (transectos G e H), *Sabatieria* e *Thalassomonhystera* (no período seco), *Acantholaimus* e *Thalassomonhystera* contribuíram fortemente para as similaridades em 1300 m, tanto para o período seco como o chuvoso (Tabelas 10 e 11).

Tabela 8 - Resultados da análise SIMPER, com os principais gêneros e suas contribuições individuais (%) e acumulativas (%) para as estações dos cânions (CANG e CANAC) nas diferentes isóbatas, considerando o período seco (TPS).

Gêneros	Isóbatas	% Contribuição individual	% Contribuição Acumulativa
<i>Desmodorella</i>	400 metros	66,15	66,15
<i>Sabatieria</i>	700 metros	14,88	14,88
<i>Thalassomonhystera</i>		12,38	27,26
<i>Cervonema</i>		11,04	38,3
<i>Acantholaimus</i>		10,12	48,42
<i>Metasphaerolaimus</i>		9,88	58,29
<i>Sabatieria</i>		1000 metros	20,37
<i>Cervonema</i>	17,78		38,15
<i>Desmoscolex</i>	10,13		48,27
<i>Metasphaerolaimus</i>	9,33		57,61
<i>Thalassomonhystera</i>	19,44		19,44
<i>Acantholaimus</i>	1300 metros	13,11	32,55
<i>Desmoscolex</i>		9,68	42,23
<i>Metasphaerolaimus</i>		8,27	50,5

Tabela 9 - Resultados da análise SIMPER, com os principais gêneros e suas contribuições individuais (%) e acumulativas (%) para as estações dos cânions (CANG e CANAC) nas diferentes isóbatas, considerando no período chuvoso (TPC).

Gêneros	Isóbatas	% Contribuição individual	% Contribuição Acumulativa
<i>Desmodorella</i>	400 metros	81,88	81,88
<i>Thalassomonhystera</i>	700 metros	14,93	14,93
<i>Cervonema</i>		13,25	28,28
<i>Acantholaimus</i>		11,68	39,85
<i>Elzalia</i>		8,42	48,28
<i>Sabatieria</i>		7,69	55,97
<i>Cervonema</i>		1000 metros	20,35
<i>Sabatieria</i>	11,47		31,82
<i>Metasphaerolaimus</i>	10,44		42,26
<i>Acantholaimus</i>	10,01		52,36
<i>Thalassomonhystera</i>	1300 metros	17,14	17,14
<i>Acantholaimus</i>		14,27	31,41
<i>Cervonema</i>		12,4	43,81
<i>Desmoscolex</i>		10,49	54,3

Tabela 10 - Resultados da análise SIMPER, com os principais gêneros e suas contribuições individuais (%) e acumulativas (%) para as estações das áreas adjacentes (G e H) nas diferentes isóbatas, considerando no período seco (TPS).

Gêneros	Isóbatas	% Contribuição individual	% Contribuição Acumulativa
<i>Pomponema</i>	400 metros	21,63	21,63
<i>Sabatieria</i>		13,91	35,55
<i>Halalaimus</i>		10,53	46,08
<i>Daptonema</i>		10,41	56,49
<i>Sabatieria</i>	700 metros	22,75	22,75
<i>Thalassomonhystera</i>		10,3	33,05
<i>Daptonema</i>		9,61	42,67
<i>Elzalia</i>		9,34	52,01
<i>Sabatieria</i>	1000 metros	34,67	34,67
<i>Thalassomonhystera</i>		12,81	47,48
<i>Acantholaimus</i>		9,44	56,92
<i>Sabatieria</i>	1300 metros	17,48	17,48
<i>Thalassomonhystera</i>		12,57	30,05
<i>Cervonema</i>		10,64	40,69
<i>Daptonema</i>		10,19	50,88

Tabela 11 - Resultados da análise SIMPER, com os principais gêneros e suas contribuições individuais (%) e acumulativas (%) para as estações das áreas adjacentes (G e H) nas diferentes isóbatas, considerando o período chuvoso (TPC).

Gêneros	Isóbatas	% Contribuição individual	% Contribuição Acumulativa
<i>Acantholaimus</i>	400 metros	14,68	14,68
<i>Sabatieria</i>		14,19	28,87
<i>Halalaimus</i>		8,87	37,75
<i>Metasphaerolaimus</i>		8,69	46,44
<i>Daptonema</i>		8,27	54,71
<i>Sabatieria</i>	700 metros	24,43	24,43
<i>Elzalia</i>		14,49	38,92
<i>Thalassomonhystera</i>		8,66	47,58
<i>Cervonema</i>		8,56	56,14
<i>Acantholaimus</i>	1000 metros	9,98	9,98
<i>Cervonema</i>		9,6	19,58
<i>Thalassomonhystera</i>		9,45	29,02
<i>Halalaimus</i>		9,23	38,26
<i>Sabatieria</i>		8,59	46,85
<i>Quadricoma</i>		7,56	54,41
<i>Acantholaimus</i>	1300 metros	18,51	18,51
<i>Thalassomonhystera</i>		11,46	29,98
<i>Daptonema</i>		10,24	40,22
<i>Cervonema</i>		9,47	49,68
<i>Desmoscolex</i>		8,32	58,01

3.2.7. Correlações

As correlações com as variáveis ambientais, feitas pela análise BIOENV, mostraram que as características granulométricas (tamanho médio do grão e assimetria) e fitopigmentos foram as variáveis que apresentaram as maiores correlações com a estrutura da comunidade no período seco. Por outro lado, no período chuvoso, o carbono orgânico total, conjuntamente com os parâmetros granulométricos acima citados e os fitopigmentos, definiram os maiores valores de correlações (Tabela 12).

Tabela 12 - Resultado da análise BIOENV nos períodos seco e chuvoso.

Valor de correlação	Nível de significância	Variáveis Ambientais	Período
0,596	0,01	tamanho médio do grão, assimetria, fitopigmentos,	seco
0,61	0,01	Carbono orgânico total, assimetria, fitopigmentos	chuvoso

4. Discussão

A meiofauna do talude e dos cânions Almirante Câmara e Grussaí apresentou um grande número de grupos zoológicos (≥ 20). Estudos pretéritos realizados no talude da Bacia de Campos (dados não publicados), entre as isóbatas de 750 a 1950m, identificaram 12 grupos na meiofauna. Já no talude de Sergipe (dados não publicados), entre as isóbatas de 500m e 1300m, encontrou-se uma composição com 17 grupos. Em ambos os taludes mencionados, os representantes da meiofauna encontrados foram: Turbellaria, Nematoda, Rotifera, Priapulida Kinorhyncha, Polychaeta, Gastropoda, Bivalvia, Tardigrada, Cladocera, Ostracoda, Copepoda Harpacticoida, Isopoda, Tanaidacea, Amphipoda, Cumacea e Acari. Todos estes grupos taxonômicos foram encontrados no presente trabalho na Bacia de Campos, com exceção de Amphipoda no período seco.

No presente estudo, a composição da meiofauna do talude da Bacia de Campos não diferiu da relatada por Galeron *et al.* (2000) no Nordeste do Atlântico tropical. E apresenta maior semelhança à comunidade meiofaunística do Mar da Arábia, inclusive por terem sido detectados os Loricifera (Sommer e Pfannkuche, 2000).

A comunidade meiofaunística encontrada na Bacia de Campos foi mais rica e diversificada do que a descrita no mar de Weddel na Antártica por Vanhove *et al.* (1995), onde são registrados de 8 a 15 grupos taxonômicos, e foi equiparada à meiofauna do mar da Noruega, composta por 19 grupos (Heip *et al.*, 1988).

Tanto o cânion Grussaí (20 taxa) quanto o Almirante Câmara (21 taxa) tiveram um número quase similar de grupos da meiofauna que o encontrado nas amostras analisadas do talude da Bacia de Campos (25 taxa). Estes números também foram similares aos observados por Ingels (2010) no cânion Cascais na costa portuguesa (22 taxa). O mesmo autor relatou 18 taxa no cânion Nazaré (Ingels *et al.*, 2009) e 16 no cânion Setúbal (Ingels, 2010) ambos também na costa portuguesa. Esses valores podem ser considerados altos quando comparados com o resultado de 12 taxa apresentado por Soetaert *et al.* (1991) para um cânion no Mediterrâneo e 15 taxa para o cânion Whittard, no nordeste do Atlântico (Ingels *et al.*, 2011). Sabendo que Soetaert *et*

al. (1991) também utilizou box-corer na metodologia, torna-se fácil a comparação. No entanto, Ingels *et al.* (2009) e (2010) utilizaram multicorer e megacorer. Considerando as diferenças metodológicas, o próprio Ingles (2009) explica que estes tipos de coletores não produzem amostras da mesma qualidade que recupera sedimento e água sem distúrbio. Estas diferenças na metodologia significam que as comparações no número de taxa ou de densidades devem ser feita com cuidado.

Foi incontestável a dominância e a riqueza de Nematoda em todas as situações consideradas: isóbatas, cânions, áreas adjacentes e períodos estudados (seco e chuvoso). Em estudos de mar profundo, sobretudo em regiões de sedimentos finos, a expressiva dominância deste filo rege a tendência da estrutura da comunidade meiofaunística total (Fleeger *et al.*, 1989).

Nos cânions, o filo Nematoda dominou em até 92% e esta dominância se repetiu nas áreas de talude adjacente. Este filo constitui o principal grupo da meiofauna na maioria dos habitats bentônicos (Heip *et al.*, 1982; Moens e Vincx, 1997, Danovaro *et al.*, 2000; Galéron *et al.*, 2001) e este padrão também é observado em mar profundo (Vincx *et al.*, 1994).

No atual estudo, a composição de Nematoda da Bacia de Campos (243 gêneros em 41 famílias) foi mais diversa do que a do Atlântico noroeste, estudada por Tietjen (1984), com 128 gêneros em 35 famílias; superior àquela determinada por Vanreusel *et al.* (1992) para o Atlântico leste com 79 gêneros em 24 famílias; à do Mediterrâneo com 163 gêneros distribuídos em 35 famílias (Soetaert e Heip, 1995); à do mar de Weddell apresentada por Vanhove *et al.* (1999) com 158 gêneros em 40 famílias e à de Vopel e Thiel (2001), com 68 gêneros no Pacífico equatorial.

No cânion Grussaí foram identificados 99 gêneros no período seco e 96 no período chuvoso e no Almirante Câmara, 97 gêneros, no período seco, e 108 no período chuvoso. As áreas adjacentes (transectos G e H) tiveram 121 gêneros conjuntamente. Valores altos também foram registrados por Ingels (2010) para os cânions Cascais (121 gêneros) e Setúbal (108 gêneros). No cânion Nazaré, na margem portuguesa, Garcia *et al.* (2007) encontraram 112 gêneros e 165 na área adjacente a este cânion. Entretanto em um estudo realizado três anos depois por Ingels *et al.* (2009) na mesma área foram relatados somente 64 gêneros. No cânion Whittard, no Atlântico Nordeste, Ingels *et al.* (2011) registrou a ocorrência de 132 gêneros. O uso de coletores diferentes dificulta a comparação dos resultados citados acima, pois a maioria dos autores usou multicorer para obtenção das amostras (Vanreusel *et al.*, 1992; Vanhove *et al.*, 1999;

Vopel e Thiel, 2001; Ingels, 2010; Ingels *et al.*, 2009, 2011). Estas diferenças na quantidade de gêneros podem ser explicadas pelos tipos de coletores usados, além disso, de acordo com Ingels *et al.* (2009) as condições não previsíveis presentes no cânion conduz a uma comunidade diferenciada que contribui para a diversidade total por apresentar uma comunidade diferente daquela apresentada na plataforma adjacente.

Segundo os resultados das transectos distribuídos pelo talude da Bacia de Campos, ao considerar a riqueza no nível de família, as mais representativas foram Chromadoridae, Desmodoridae e Xyalidae. Esta combinação se repete nos cânions estudados com exceção de Desmodoridae, assim como em outros estudos de mar profundo (Heip *et al.*, 1985; Soetaert e Heip, 1995). Vivier (1978) reportou 26 famílias no cânion de Cassidaigne localizado no Mediterrâneo. Dentre as famílias citadas no presente estudo, Comesomatidae e Chromadoridae foram as dominantes e as mais frequentes. No talude de Sergipe, por exemplo, Chromadoridae e Xyallidae co-existiram e foram ambas dominantes na área (resultados não publicados). Na região do talude do Golfo de Biscay, situado no Atlântico Nordeste, Vanreusel *et al.* (1992) encontraram Xyalidae e Comesomatidae como as famílias dominantes. Estas também foram as mais comuns em Gallipoli, em estações situadas a 700 m de profundidade na costa italiana (De Leonardis *et al.*, 2008). Na Bacia de Campos, tanto no talude como nos cânions e nos dois períodos estudados (seco e chuvoso) Comesomatidae não foi uma família muito expressiva, exceto nas isóbatas mais rasas, devido à maior abundância de *Sabatieria*.

Nos cânions, as famílias Chromadoridae e Xyalidae congregaram o maior número de gêneros (14 e 19 gêneros, respectivamente), sendo destacados os gêneros *Acantholaimus* e *Daptonema*. Dinet e Vivier (1979) ao estudarem o cânion de Cassidaigne, no Mediterrâneo, descreveram a família Comesomatidae como a mais abundante, seguida pela família Chromadoridae, dentre as 26 famílias que totalizaram 103 gêneros.

No presente estudo os gêneros *Acantholaimus*, *Thalassomonhystera*, *Desmocollex*, *Cervonema*, *Daptonema*, *Halalaimus* e *Sabatieria* dominaram o talude da bacia sedimentar estudada, corroborando o reportado para outras regiões do globo, onde *Sabatieria* e *Acantholaimus* são gêneros descritos como pertencentes às comunidades de mar profundo (Tietjen, 1984; Vincx *et al.*, 1994; Vanreusel *et al.*, 2000). Segundo Vitiello (1974) esses gêneros são tipicamente presentes em sedimentos silte-argilosos, com baixa abundância em sedimentos arenosos.

Sabatieria, *Desmocollex* e *Thalassomonhystera* também se destacaram sobre os demais componentes da comunidade de Nematoda de Sergipe (dados não publica-

dos). Vanreusel *et al.* (2010) postularam que existe um alto grau de similaridade dos gêneros dominantes no oceano global além de 200 m, sendo *Acantholaimus*, *Thalassomonhystera* e *Halalaimus* gêneros típicos de talude (Soetaert *et al.*, 1995; Gambi *et al.*, 2003; Danovaro *et al.*, 2008, 2009). De fato, *Acantholaimus* e *Thalassomonhystera* contribuíram para determinar a dissimilaridade entre as isóbatas avaliadas: o primeiro gênero ocorrendo a partir de 1900 m e o segundo a partir de 700 m.

Acantholaimus é considerado um gênero típico de mar profundo, ocorrendo, porém, desde a plataforma continental até zonas abissais (Ingels, 2010). De acordo com Vanaverbeke *et al.* (1997) e Muthumbi *et al.* (2004), a abundância deste gênero aumenta com o aumento da profundidade. Este padrão também foi evidenciado neste estudo, tanto na região dos dois cânions investigados, quanto nos resultados obtidos ao longo do talude da Bacia de Campos. Na análise BIO-ENV, os fitopigmentos apareceram como fator importante na estrutura da comunidade.

Um padrão inverso na distribuição foi observado entre *Acantholaimus* e *Sabatieria*, este último gênero contribuindo fortemente para as dissimilaridades entre estações/isóbatas do talude, conforme demonstrado pelo SIMPER. Ingels *et al.* (2009), estudando o cânion Nazaré, na margem ibérica ocidental, descrevem o gênero *Sabatieria* como um gênero oportunista em mar profundo. De acordo com Machado *et al.* (2004), o Almirante Câmara anteriormente era considerado um cânion maduro. Entretanto, atualmente não é possível detectar a presença de correntes que possam causar algum tipo de distúrbio, excluindo-o desta classificação. Uma alta abundância de *Sabatieria* poderia estar associada a um aumento no nível de distúrbio do sedimento e diminuição do oxigênio disponível (Vanreusel, 1990; Vincx *et al.*, 1990).

Valores elevados de diversidade de gêneros foram encontrados neste estudo, sem que fosse evidenciado algum padrão batimétrico, tanto no período seco quanto no período chuvoso. A ausência de um relação positiva entre a diversidade e o aumento da profundidade diferiu do postulado por vários autores (Dinet, 1977; Vivier, 1978; Tietjen, 1984; Soetaert e Heip, 1995).

A diversidade de Shannon-Wiener detectada para este estudo pode ser considerada alta para Grussaí ($H = 4,3 - 4,6$) e área adjacente a este transecto G ($H = 4,2 - 4,6$) quando comparada com outras áreas de cânions já citadas nesta discussão, tais como o cânion Nazaré ($H = 3,2$), estudado por Ingels *et al.* (2009) e o cânion Whittard (3,7) prospectado pelo mesmo autor em 2010. No entanto, quando consideramos o cânion Almirante Câmara ($H = 2,2 - 4,7$) e sua área adjacente ($H = 3,7 - 4,6$), os menores va-

lores de diversidade são compatíveis com aqueles encontrados por Ingels *et al.* (2009) e Ingels (2011). Estes autores denominam como baixa a diversidade de seus cânions quando compararam com os valores da área adjacente, mesmo sem citar os valores destas ou com outras áreas de plataforma continental. Contudo, para os cânions Almirante Câmara e Grussaí a diversidade observada foi similar à estimada para a região do talude adjacente. Uma explicação para similaridade encontrada é a diminuição de turbidez nos cânions, classificando-os como imaturos (Machado *et al.*, 2004). De acordo com De Stigter *et al.* (2007) mesmo o cânion sendo considerado imaturo, este é relativamente ativo em termos de transporte de sedimento, pois ocorrem eventos intermitentes de massas de sedimentação em escalas de tempo, que podem ser curtas ou longas. Quando o cânion é associado a um sistema de turbidez, este se torna um ambiente altamente heterogêneo (Ingels *et al.*, 2009). Entende-se por sistema heterogêneo, um ambiente que recebe, através do sistema de turbidez, material orgânico terrestre, carbono e nutrientes (Gage *et al.*, 1995; Buscall e Germain, 1997).

A densidade média dos Nematoda teve altos valores (567 ind./10 cm²), quando comparados a de outras regiões do panorama oceânico mundial. Heip *et al.* (1985) compilaram dados de densidade de mar profundo extraídos de estudos efetuados até meados da década de 80 e Vanreusel *et al.* (1992) complementaram este levantamento incorporando novos de dados da literatura. Nessas comparações existem cuidadosas restrições quanto ao número de amostras, a aparelhagem usada na coleta do material, na variação dos intervalos de malhas para a separação da fauna, profundidade da amostra e entre métodos de extração. Um desses fatores ou a combinação dos mesmos podem ter contribuído para determinar, no presente estudo, números muito mais elevados que os encontrados anteriormente para o talude de Campos (de 20 a 40 ind./10 cm²).

Dados prévios (não publicados) do talude da Bacia de Campos são próximos aos determinados para o Atlântico nordeste: 51 a 353 ind./10 cm² a 580 m (Coull *et al.*, 1977); 447 a 724 ind./10 cm², entre 200 e 400 m (Soetaert *et al.*, 1991). Thiel (1983) revisou os dados desta porção do Atlântico e mostrou que as densidades em geral são maiores no Leste do que no Oeste, devido à maior produtividade primária que ocorre no primeiro. No Oeste do Atlântico as densidades são sempre menores que 1.000 ind./10 cm² ao longo do talude e decrescem para menos de 100 ind./10 cm² em direção à planície abissal. Sendo assim, os dados do talude da Bacia de Campos corroboram o padrão encontrado em outras regiões.

Em ambos os períodos estudados, houve uma mudança abrupta da abundância na isóbata de 1300 m, ou seja, a partir de 1300 m ocorreu a diminuição da densidade em função da batimetria. Vanaverbeke *et al.* (1997) citam diferenças significativas ao comparar densidades de nematoides em amostragens de 206 a 2.760 m no nordeste do Atlântico, registrando um gradiente decrescente com a profundidade. Tal fato é bem descrito por diversos autores, como Dinet, (1979), Dinet e Vivier (1979), Shirayama (1983), Rutgers *et al.* (1984); de Bovée *et al.* (1990), Tietjen (1992), Vincx *et al.* (1994) e Soetaert e Heip (1995), e reconhecido como um padrão mundial de variação da densidade de Nematoda mar profundo.

Ao contrário dos resultados observados ao longo do talude da Bacia de Campos, os dois cânions e as duas áreas adjacentes não apresentaram nenhum padrão batimétrico definido. Nestes cânions foram observados valores mais elevados de densidade. Estes ambientes são considerados sistemas complexos em termos de topografia, hidrologia e sedimentologia (Ingels *et al.*, 2010). No entanto, quando comparados às áreas do talude adjacente, somente poucos estudos reconhecem que estas características causam impacto na comunidade da fauna, tais como dominância de um pequeno número de espécies (Thorne-Miller e Catena, 1991; alta biomassa e abundância (Vetter e Dayton 1998) e redução da diversidade (Gage *et al.*, 1995).

Garcia *et al.* (2007) detectaram baixos valores de densidade para o cânion Nazaré. Já Ingels *et al.* (2009), estudando o mesmo cânion na margem portuguesa, registram altas densidades. De acordo com De Stigter *et al.* (2007), as diferenças nas abundâncias faunísticas podem ser explicadas, provavelmente, pelas diferenças no posicionamento das estações de coleta em razão da heterogeneidade do cânion. Ingels (2010), em seu estudo, esclarece que as amostras com baixa densidade foram coletadas no eixo do cânion, enquanto àquelas com alta densidade foram obtidas em um espaço ao lado do *thalweg* ou perto das paredes do cânion. O *thalweg* é definido como um canal axial, em forma de V, situado na parte mediana do cânion formando um drapeado com o sedimento (Ingels, 2010). Este drapeado é caracterizado por uma alta e extrema taxa de acúmulo do sedimento (Arzola *et al.*, 2008), fazendo dos cânions submarinos, áreas favoráveis para a concentração e acúmulo de sedimentos (Schmidt *et al.*, 2001). Este sedimento vem, provavelmente, do continente, muitas vezes rico em matéria orgânica que segundo Ingels *et al.* (2009) é caracterizado por conter mais depositívoros seletivos e poucos comedores de epistratos. No presente estudo ocorreu o oposto, pois em 400 metros, o gênero dominante foi *Desmodorella* que é um comedor de epistrato.

Entretanto, os mesmos autores comentam que a qualidade e a quantidade da matéria orgânica podem explicar os padrões exibidos pelas comunidades genéricas, no entanto é o tamanho médio do grão que parecer ser o principal fator estrutural para a nematofauna e podem estar relacionados ao longo de um perfil vertical.

A queda de densidade da nematofauna com o aumento da profundidade parece estar correlacionada com o fluxo da matéria orgânica e sua disponibilidade no sedimento, incluindo os fitopigmentos concentrados em agregados deposicionais. Shirayama (1984) encontrou correlações estreitas entre densidade de Nematoda e fatores como condições alimentares (produtividade de superfície e teor de carbono) em sedimentos silte-argilosos de estações com menor profundidade.

A biomassa e a densidade dos Nematoda diminuíram com o aumento da profundidade. Dois fatos são atribuídos como responsáveis por esse padrão: o primeiro reflete a baixa densidade nas isóbatas mais profundas e o segundo, refere-se ao tamanho dos organismos, quanto ao comprimento e largura, cujas medidas entram no cálculo de biomassa. Segundo Botelho (comunicação pessoal) *Sabatieria fidelis* ocorre desde a plataforma continental rasa da bacia de Campos até a isóbata de 300 m e não sofre diminuição de suas dimensões em função do aumento da profundidade (Botelho *et al.*, 2007). Contudo, Udalov *et al.* (2005) relatam que o efeito dos fatores tróficos sobre a fauna é muito mais acentuado nas áreas oligotróficas. Sendo assim, a profundidade pode não ser o fator determinante para o tamanho dos organismos, e tal fato pode ser influenciado por fatores tróficos e propriedades sedimentológicas que atuam na biomassa, tais como tamanho e porosidade do grão e a verticalização no sedimento. No caso do talude estudado, tanto a densidade (primeiro caso), quanto o teor de clorofila a diminuíram em direção às isóbatas mais profundas, corroborando o padrão espacial descrito na literatura para a biomassa.

Heip *et al.* (1985) descreveram que a matéria orgânica gerada nas teias tróficas marinhas é utilizada nas águas de superfície e ao entrar no mar profundo se encontra em um estágio refratário. Esses autores citam que entre 6 e 16% da comunidade de Nematoda do Mediterrâneo são omnívoros/predadores, sendo dominantes os depositívoros, principalmente os seletivos (Soetaert e Heip, 1995). A quantidade e qualidade dos tipos alimentares dos Nematoda é baseada na morfologia da cavidade bucal e esta classificação pertence, principalmente, à comunidade presente em águas rasas (Wieser, 1953; Moens e Vincx, 1997).

Ingels (2010) explica que em mar profundo há poucos registros sobre o comporta-

mento alimentar dos Nematoda, permanecendo assim, incertezas sobre a dieta destes organismos, principalmente em cânions, que são ambientes ainda pouco explorados. No talude da Bacia de Campos, a mesma tendência de composição trófica foi observada, ou seja, os depositívoros seletivos, conjuntamente com os comedores de epistratos aumentaram em abundância nas isóbatas mais profundas. Além disso, os depositívoros não seletivos diminuíram em abundância nas maiores profundidades, enquanto os predadores ou omnívoros ocorreram em todas as isóbatas com baixa densidade, o que poderia sugerir uma contribuição relevante dos depositívoros seletivos, depositívoros não seletivos e comedores de epistratos e, contrariamente, uma contribuição fraca do grupo de predadores ou onívoros. Esse conjunto trófico (depositívoros seletivos+depositívoros não seletivos+comedores de epistratos) guarda nas estruturas bucais apetrechos estruturados para raspar, sugar e até macerar depósitos de alimento inteiros ou restos, sem que se caracterize uma estrutura necessariamente munida de dentes.

Tanto no talude (transectos adjacentes G e H) quanto nos cânions (Almirante Câmara e Grussaí) foram verificadas maiores incidências de depositívoros seletivos e os não seletivos. Entretanto, Ingels *et al.* (2009) observaram o oposto no cânion Nazaré, onde o grupo trófico dos predadores ou omnívoros foi o mais abundante. Segundo esses autores, os nematódeos desse grupo são maiores e mais longos, e ajudam a sustentar a complexidade trófica da comunidade. De acordo, com Ingels *et al.* (2009), cerca de 43% do total da comunidade dos nematódeos compreende o tipo trófico dos depositívoros não seletivos, e contribuem de forma substancial para o total da comunidade. Garcia *et al.* (2007) descreveram os depositívoros não seletivos como o tipo trófico mais abundante para o cânion Nazaré. O mesmo ocorreu para o cânion Grussaí e o Almirante Câmara, refletindo a alta abundância de *Sabatieria* (depositívoros não seletivos), de *Thalassomohystera* (depositívoros não seletivos), e de *Halalaimus* (depositívoros seletivos). Na literatura, existem registros de que os depositívoros não seletivos são conhecidos por exibir uma habilidade de recolonização após um severo distúrbio local (Lee *et al.*, 2001). Bianchelli *et al.* (2008) afirmaram que as relações tróficas nos sedimentos dos cânions são fortemente relacionadas com as abundâncias, o que explicaria a dominância de *Desmodorella* a 400 metros no cânion Almirante Câmara dominado pelo tipo trófico dos comedores de epistratos e que, por sua vez, determinou também a alta abundância dos comedores de epistratos.

5. CONCLUSÕES

Nos habitats estudados (talude e cânions) a composição da meiofauna expressou uma alta riqueza, quando comparada a de outras áreas de mar profundo. O filo Nematoda dominou sobre os demais grupos nos dois habitats citados, em todas as isóbatas e nos dois períodos estudados, determinando assim as tendências da estrutura da comunidade meiofaunística total.

Foram registrados um total de 243 gêneros no talude, incluindo aqueles existentes nas estações localizadas dentro dos cânions. Valores altos de diversidade foram encontrados tanto nos cânions quanto nos transectos do talude adjacente.

Quanto à ecologia trófica da comunidade: depositívoros seletivos que, juntamente com os não-seletivos dominaram desde o Talude superior até o inferior. Já no Platô, os três grupos tróficos estiveram representados. Ainda assim, os depositívoros não seletivos contribuíram com menor percentual, enquanto os comedores de epistratos cresceram em contribuição nas duas isóbatas mais profundas prospectadas. Em ambos os períodos, a estrutura trófica da comunidade nos cânions e áreas adjacentes, se mostrou mais uniforme do que no talude e sem qualquer padrão batimétrico claro. Os quatro grupos tróficos estiveram representados, com a dominância dos depositívoros não seletivos nas profundidades mais altas, principalmente no período seco.

Tanto no cânion Grussaí, quanto nas áreas adjacentes em ambos os períodos estudados, os valores de densidade não ultrapassaram 500 ind./10 cm². No Almirante Câmara foi registrado um pico de 1500. ind./10 cm² na isóbata de 400 m, possivelmente associado à alta ocorrência de *Desmodorella* no período seco. Este gênero é comedor de epistratos e utiliza os fitopigmentos na alimentação. Foi nesta mesma isóbata que se registraram os valores máximos de fitopigmentos, fato que pode ter favorecido o *bloom* de *Desmodorella* nesta isóbata, tanto neste cânion quanto em sua área adjacente.

Neste estudo a biomassa foi um fator influenciado pela densidade dos organismos muito mais do que pelo tamanho dos organismos, desta forma, tanto a biomassa quanto a densidade apresentaram padrão semelhante decrescendo em função do aumento da profundidade. Os fatores ambientais que melhor explicaram a estrutura da comunidade foram referentes à quantidade de fitopigmentos, e ao grau de seleção do sedimento no talude. Nos cânions, tais correlações foram estabelecidas com o tamanho médio do grão, a assimetria e fitopigmentos.

Foram registradas pequenas variações na comunidade de Nematoda ao longo do talude da Bacia de Campos e nos dois cânions estudados, entre o período seco e chuvoso, não evidenciando uma variação temporal relevante entre os períodos amostrados.

6. REFERÊNCIAS

- Andrassy, I., 1956. The determination of volume and weight of nematodes. *Acta Zool. Acad. Sci.H.* 2, 1–15.
- Arzola, R.G., Wynn, R.B., Lastras, G., Masson, D.G., Weaver, P.P.E., 2008. Sedimentary features and processes in the Nazare and Setubal submarine canyons, west Iberian margin. *Mar. Geol.* 250, 64-88.
- Bezerra, T.N., Ellen, P., Freija, H., Vanreusel, A., Jeroen, I., 2013. New genus and two new species of the family Ethmolaimidae (Nematoda: Chromadorida), found in two different cold-seep environments. *Zootaxa*, 3692, 7-27.
- Bianchelli, S., Gambi, C., Pusceddu, A., Danovaro, R., 2008. Trophic conditions and meiofaunal assemblages in the Bari Canyon and the adjacent open slope (Adriatic Sea). *Chem. Ecol.* 24, 101-109.
- Bodin, P. 1968. Copépodes harpacticoïdes des étages bathyal et abyssal du Golfe de Gascogne. *Mémoires du Muséum national d'Histoire Naturelle, Paris, Série A, Zoologie* 55, 1–107.
- Botelho, A.P., Silva, M.C., Esteves, A.M., Fonsêca-Genevois, V., 2007. Four new species of *Sabatieria* Rouville, 1903 (Nematoda, Comesomatidae) from the continental slope of Atlantic Southeast. *Zootaxa.* 1402, 39-57.
- Botelho, A.P., Silva, M.C., Sobral, L.D.T., 2009. Two new species of *Sabatieria* Rouville (Nematoda: Comesomatidae) with conical-cylindrical tails, from Campos Basin, Rio de Janeiro, Brazil. *Zootaxa.* 2096, 82-98.
- Buscall, R.; Germain, C., 1997. Present-day organic matter sedimentation on the NW Mediterranean margin: importance of off-shelf export. *Limnology and Oceanography* 42 (2), 217-229.
- Cavalcanti, M.F., Silva, M.C., Fonsêca-Genevois, V., 2009. *Spirodesma magdae* nov. gen. nov. sp. (Nematoda: Desmodoridae) from the Brazilian deep sea (Campos Basin, Rio de Janeiro, Brazil). *Zootaxa* 2096, 109-118.
-

-
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 1994. Chance in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Bourne Press, Bournemouth.
- Cobb, N.A., 1917. Notes on nemas. *Contrib. Sci. Nematol.* 5, 117-128.
- Company, J.B., Puig, P., Sardà, F., Palanques, A., Latasa, M., Scharek, R., 2008. Climate influence on deep sea populations. *PLoS ONE* 3, e 1431 doi:10.1371/journal.pone.0001431
- Coull, B. C., 1988. The ecology of the marine meiofauna, in: Higgins, R. P., Thiel, H. (Eds.), *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 18-38.
- Coull, B.C., Ellison, R.L., Fleeger, J.W., Higgins, R.P., Hope, W.D., Hummon, W.D., Rieger, R.M., Sterrer, W.E., Thiel, H., Tietjen, J.H., 1977. Quantitative estimates of the meiofauna from the deep sea off North Carolina, U.S.A. *Mar. Biol.* 39, 233-240.
- Danovaro, R., Dinet, A., Duineveld, G., Tselepides, A., 1999. Benthic response to particulate fluxes in different trophic environments: A comparison between the Gulf of Lions-Catalan Sea (Western Mediterranean) and the Cretan Sea (Eastern Mediterranean). *Progr. Oceanogr.* 44, 287–312.
- Danovaro, R., Marrale, D., Dell’Anno, A., Della Croce, N., Tselepides, A., Fabiano, M., 2000. Bacterial response to seasonal changes in labile organic matter composition on the continental shelf and bathyal sediments of the Cretan Sea. *Prog. Oceanog.* 46, 345-366.
- Danovaro, R., Gambi, C., Della Croce, N., 2002. Meiofauna hotspot in the Atacama Trench eastern South pacific Ocean. *Deep-Sea Res. Pt. I* 49, 843-857.
- Danovaro, R., Gambi, C., Lampadariou, N., Tselepides, A., 2008. Deep-sea biodiversity in the Mediterranean Basin: testing for longitudinal, bathymetric and energetic gradients. *Ecography* 31, 231–244.
- Danovaro, R., Bianchelli, S., Gambi, C., Mea, M., Zeppilli, D., 2009. α -, β -, γ -, δ and ϵ -diversity of deep-sea nematodes in canyons and open slopes of E-Atlantic and Mediterranean margins. *Mar. Ecol.- Prog. Ser.* 396, 197–209.
- Decraemer, W. 1983. Five new species of deep-sea desmoscolecids (Nematoda-Desmoscolecida) from the Bay of Biscay. *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belg.* 55, 1–26.
-

-
- De Bovée, F., Fuidi, L.D., Soyer, J., 1990. Quantitative distribution of deep-sea meiobenthos in the Northwestern Mediterranean (Gulf of Lions). *Cont. Shelf Res.* 10, 1123-1145.
- De Grisse, A.T., 1969. Redescription ou modification de quelques techniques utilisés dans l'étude des nématodes phytoparasitaires. *Medelingen Rijksfakuylteit Landbouwwetenschappen Gent* 34, 251-369.
- De Leonardis, C., Sandulli, R., Vanaverbeke, J., Vincx, M., De Zio, S., 2008. Meiofauna and nematode diversity in some Mediterranean subtidal areas of the Adriatic and Ionian Sea. *Sci. Mar.* 72, 5-13.
- De Ley, P., Decraemer, W., Eyuaem-Abebe., 2006. Introduction: Summary of Present Knowledge and Research Addressing the Ecology and Taxonomy of Freshwater Nematodes, in: Eyuaem-Abebe, Traunspurger, W., Andrassy, I. (Eds.), *Freshwater Nematodes: Ecology and Taxonomy*. CABI Publishing, Oxfordshire, pp. 3-30.
- De Stigter, H.C., Boer, W., Mendes, P., Jesus, C.C., Thomsen. L., Van den Bergh, G.D., Van Weering, T.C.E., 2007. Recent sediment transport and deposition in the Nazare Canyon, Portuguese continental margin. *Mar. Geol.* 246, 144-164.
- Dinet, A. 1976. Etudes quantitative du meiobenthos dans le secteur nord de la Mer Égée. *Acta Adriat.* 18, 83–88.
- Dinet, A., 1979. A quantitative survey of meiobenthos in the deep Norwegian Sea. *Ambio Special Report* 6, 75-77.
- Dinet, A., Laubier, L., Soyer, J., Vitiello, P., 1973. Résultats biologiques de la campagne Polymède. II. Le méiobenthos abyssal. *Rapports de la Commission Internationale pour l' Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée* 21: 701-704.
- Dinet, A., Vivier, M.H., 1979. Le meiobenthos abyssal du Golfe de Gascogne. II. Les peuplements de Nematodes et leur diversité spécifique. *Cah. Biol. Mar.* 20, 109–123.
- Fleeger, J.W., Decho, A.W., 1987. Spatial variability of interstitial meiofauna: a review. *Stygologia* 3, 35-54.
- Fleeger, J.W., Shirley, T.C., Ziemann, D.A., 1989. Meiofaunal responses to sedimentation from an Alaskan spring bloom I. Major taxa. *Mar. Ecol.-Progr. Ser.* 51, 131–145.
-

-
- Gage, J.D., Lamont, P.A., Tyler, P.A., 1995. Deep-sea macrobenthic communities at contrasting sites Off Portugal, Preliminary-Results .1. Introduction and Diversity comparisons Int. Rev. Ges. Hydrobiol. 80, 235-250.
- Galéron, J., Sibuet, M., Mahaut, M.L., Dinet, A., 2000. Variation in structure and biomass of the benthic communities at three contrasting sites in the tropical northeast Atlantic. Mar. Ecol.-Progr. Ser. 197, 121–137.
- Galéron, J., Sibuet, M., Vanreusel, A., Mackenzie, K., Gooday, A.J., Dinet, A., Wolff, G.A., 2001. Temporal patterns among meiofauna and macrofauna taxa related to changes in sediment geochemistry at an abyssal NE Atlantic site. Prog. Oceanogr. 50, 303-324.
- Gambi, C., Vanreusel, A., Danovaro, R., 2003. Biodiversity of nematode assemblages from deep-sea sediments of the Atacama slope and trench (South Pacific Ocean). Deep-Sea Res. Pt. I 50, 103–117.
- Garcia, R., Koho, K.A., De Stigter, H.C., Epping, E., Koning, E., Thomsen, L., 2007. Distribution of meiobenthos in the Nazaré canyon and adjacent slope (western Iberian Margin) in relation to sedimentary composition. Mar. Ecol.-Progr. Ser. 340, 207-220.
- Giere, O., 2009. Meiobenthology: the microscopic motile fauna of aquatic sediments, second ed. Springer, Berlin.
- Guilherme, B.C., Silva, M.C., Esteves, A.M., 2009. Description of a new species of *Epacanthion* (Thoracostomopsidae, Nematoda) from Brazil and a modified key for species identification. Zootaxa 2096, 99-108.
- Heip, C., Vincx, M., Smol, N., Vranken, G., 1982. The systematics and ecology of free-living marine nematodes. Helminthological Abstracts – Series B, Plant Nematology. 51, 1-31.
- Heip, C., Vincx, M., Vranken, G., 1985. The ecology of marine nematodes. Oceanogr. Mar. Biol. 23, 399–489.
- Heip, C., Herman, P., Soetaert, K., 1988. Data processing evaluation, and analysis, in: Higgins, R. P., Thiel, H. (Eds.), Introduction to the study of meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 197-232.
- Higgins, R. P., Thiel, H., 1988. Introduction of the study of meiofauna. Smithsonian Institute Press, Washington- DC.
-

-
- Ingels, I., Kiriakoulakis, K., Wolff, G. A., Vanreusel, A., 2009. Nematode diversity and its relation to quantity and quality of sedimentary organic matter in the Nazaré Canyon, Western Iberian Margin. *Deep-Sea Res. Pt. I* 56, 1521-1539.
- Ingels, J., 2010. Structural and functional biodiversity of metazoan meiobenthic communities in submarine canyon and slope sediments. Evidence from field studies and experiments. Tese de Doutorado. University of Ghent, Marine Biology, 210 pp.
- Ingels, J., Thecsunov, A. V., Vanreusel, A. 2011. Meiofauna in the Gollum Channel and the Wittart Canyon, Celtic Margin – How Local Environmental Conditions Shape Nematode Structure and Function. *PlosOne*, Volume 6, I.5, p.1-15.
- Jensen, P. 1986. Nematode fauna in the sulphide-rich brine seep and adjacent bottoms of the East Flower Garden, NW Gulf of Mexico. IV. Ecological aspects. *Mar. Biol.* 92, 489-503.
- Jensen, P., 1988. Nematode assemblages in the deep-sea benthos of Norwegian Sea. *Deep-Sea Res. Pt. I* 35, 1173–1184.
- Kornicker, L. S., 1989. Bathyal and abyssal myodocopid Ostracoda of the Bay of Biscay and vicinity. *Smithson. Contrib. Zool.* 467, 1-134.
- Lambshhead, P.J.D., 1993. Recent developments in marine benthic biodiversity research. *Oceanis* 19, 5–24.
- Lambshhead, P.J.D., 2004. Marine nematode biodiversity, in: Chen, Z.X., Chen, S.Y., Dickson, D. W. (Eds.), *Nematode morphology, physiology and ecology* CABI Publishing, Oxfordshire, pp. 438-492.
- Lambshhead, P.J.D., Tietjen, J., Ferrero, T.J.; Jensen, P., 2000. Latitudinal diversity gradients in the deep sea with special reference to North Atlantic nematodes, *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 194, 159–167.
- Lambshhead, P.J.D., Brown, C.J., Ferrero, T.J., Mitchell, N.J., Smith, C.R., Hawkins, L.E., Tietjen, J., 2002. Latitudinal diversity patterns of deep-sea marine nematodes and organic fluxes – a test from the central equatorial Pacific. *Mar. Ecol.-Progr. Ser.* 236, 129–135.
- Lampadariou, N., Tselepides, A., 2006. Spatial variability of meiofaunal communities at areas of contrasting depth and productivity in the Aegean Sea (NE Mediterranean). *Prog. Oceanog.* 69, 19-36.
-

-
- Lee, H.J., Gerdes, D., Vanhove, S., Vincx, M., 2001. Meiofauna response to iceberg disturbance on the Antarctic continental shelf at Kapp Norvegia (Wenddell Sea). *Polar Biol.* 24, 926-933.
- Lima, R.C.C., Lins, L., Silva, M.C., Esteves, A.M., 2009. Four new species of *Syngolaimus* De Man, 1888 (Nematoda: Ironidae) from the Southeast Atlantic (Brazil), with redefinition of valid species and the proposal of new key. *Zootaxa* 2096, 119-136.
- Little, C., 2000. *The biology of soft shores and estuaries.* Oxford University Press, Oxford.
- Lorenzen, S., 1994. *The phylogenetic systematics of freeliving Nematodes.* The Ray Society, London.
- Machado, L.C.R., Kowsmann, R.O., Almeida Jr., W., Murakami, C.Y., Schreiner, S., Miller, D.J., Piauilino, P.O.V., 2004. Geometry of the proximal part of the modern turbidite depositional system of the Carapebus Formation, Campos Basin: a model for reservoir heterogeneities. *B. Geoci. Petrobras*, 12, 287-315.
- Moens, T., Vincx, M., 1997. Observations on the feeding ecology of estuarine nematodes. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 77, 211-227.
- Muthumbi, A., Vincx, M., 1996. Nematodes from the Indian Ocean: description of six new species of the genus *Molgolaimus* Ditlevsen, 1921 (Nematoda: Desmodoridae). *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belg.* 66, 17 – 28.
- Muthumbi, A.W., Vanreusel, A., Duineveld, G., Soetaert, K., Vincx, M., 2004. Nematode community structure along the continental slope off the Kenyan Coast, Western Indian Ocean. *Int. Rev. Hydrobiol.* 89, 188-205.
- Netto, S.A., Gallucci, F., Fonseca, G.F.C., 2005. Meiofauna communities of continental slope and deep-sea sites off SE Brazil. *Deep-Sea Res. Pt. I* 52, 845–859.
- Pfannkuche, O., 1993. Benthic response to the sedimentation of particulate organic matter at the BIOTRANS station, 47°N, 20°W. *Deep-Sea Res.* 40, 135–149.
- Pfannkuche, O., Thiel, H., 1987. Meiobenthic stocks and benthic activity on the NE-Svalbard Shelf and in the Nansen Basin. *Polar Biol.* 7, 253–266.
-

-
- Ramirez-Llodra E., Ballesteros M., Company J.B., Dantart L., Sardà, F., 2008. Spatio-temporal variations in the diversity, biomass and abundance of bathyal invertebrates in the Catalan Sea (Western Mediterranean). *Mar. Biol.* 153, 297–309.
- Ramirez-Llodra E., Company J.B., Sardà, F., Rotllant, G., 2010. Megabenthic diversity patterns and community structure of the Blanes submarine canyon and adjacent slope in the Northwestern Mediterranean: a human overprint? *Mar. Ecol.* 31, 167-182.
- Renaud-Mornant, J., 1975. Deep sea Tardigrada from the “Meteor” Indian Ocean Expedition. “Meteor” Forsh. – Ergebnisse. 21, 54-61.
- Rice, A.L., Algel, M.V., Grassle, J.F., Hargrave, B., Hessler, R.R., Horikoshi, M., Lochte, K., Sibuet, M., Smith, K.L., Thiel, H., Vinogradova, N., 1994. Suggested criteria for describing deep-sea benthic communities – the final report of SCOR working group 76. *Prog. Oceanog.* 34, 81-100.
- Rowe, G.T., Polloni, P.T., Haedrich, R.L., 1982. The Deep-sea macrobenthos on the continental-margin of the northwest Atlantic-ocean. *Deep-Sea Res. Pt.I* 29, 257-278.
- Rutgers, V., Anderson, L., Hall, P., Iverfeldt, A., Josefson, A., Sundby, B., Westerlund, S., 1984. The asphyxiation technique: An approach to distinguishing between molecular diffusion and biologically mediated transport at the sediment-water interface. *Limnol. Oceanogr.* 29, 675-986.
- Schlacher T.A., Williams A., Althaus F., Schlacher-Hoenlinger, M.A., 2010. High-resolution seabed imagery as a tool for biodiversity conservation planning on continental margins. *Mar. Ecol.* 31, 200–221.
- Schmidt, S., De Stigter, H.C., Van Weering, T.C.E., 2001. Enhanced short-term sediment deposition within the Nazare Canyon, North-East Atlantic. *Mar. Geol.* 173, 55-67.
- Shirayama, Y., 1983: Size-structure of deep-sea meio- and macrobenthos in the Western Pacific. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 68, 799–810.
- Shirayama, Y., 1984. The abundance of deep-sea meiobenthos in the Western Pacific in relation to environmental factors. *Oceanol. Acta* 7, 113–121.
-

-
- Silva, M.C., Castro, F.J.V., Cavalcanti, M.F., Fonsêca-Genevois, V., 2009. *Spirinia lara* sp. n. and *Spirinia sophia* sp. n. (Nematoda, Desmodoridae) from the Brazilian continental margin (Campos Basin, Rio de Janeiro). *Zootaxa* 2081, 31-45.
- Snider, L.J., Burnett, B.R., Hessler, R.R., 1984. The composition and distribution of meiofauna and nanobiota in a central North Pacific deep-sea area. *Deep-Sea Res.* 31, 1225-1249
- Soetaert, K., Heip, C., Vincx, M., 1991a. Diversity of Nematode Assemblages along a Mediterranean Deep-sea transect. *Mar. Ecol.-Progr. Ser.* 75, 275-282.
- Soetaert, K., Heip, C., Vincx, M., 1991b. The meiobenthos along a Mediterranean deep sea transect off Calvi (Corsica) and in an adjacent canyon. *Mar. Ecol.* 12, 227-242.
- Soetaert, K., Vincx, M., Heip, C., 1995. Nematode community structure along a Mediterranean shelf-slope gradient. *Mar. Ecol.-P. S. Z. N. I* 16, 189-206.
- Soetaert, K. Heip, C., 1995. Nematode Assemblages of Deep-sea and shelf break sites in the North-Atlantic and Mediterranean-sea. *Mar. Ecol.-Progr. Ser.* 125, 171-183.
- Soltwedel, T., 1993. Meiobenthos und biogene sedimentkomponenten im tropischen Ost-Atlantik. PhD Thesis. Hamburg University. Department Biology: Hamburg. 178 pp.
- Soltwedel, T., 2000. Metazoan meiobenthos along continental margins a review. *Prog. Oceanog.* 46, 59-84.
- Soltwedel, T., Hasemann, C., Quéric, N.-V., von Juterzenka, K., 2005. Gradients in activity and biomass of the small benthic biota along a channel system in the deep Western Greeland Sea. *Deep-Sea Res. Pt. I* 52, 815-835.
- Sommer, S., Pfannkuche, O., 2000. Metazoan meiofauna of the deep Arabian Sea: Standing stocks, size spectra and regional variability in relation to monsoon induced enhanced sedimentation regimes of particulate organic matter. *Deep-Sea Res. Pt. II* 47:2957-2977.
- Thiel, H., 1975. The size-structure of the deep-sea benthos. *Int. Rev. Ges. Hydrobio.* 60, 575-606.
-

-
- Thiel, H., 1979. First quantitative data on the deep Red Sea benthos. *Mar. Ecol.-Progr. Ser.* 1, 347–350.
- Thiel, H., 1983. Meiobenthos and nanobenthos of the deep sea, in: Rowe, G.T. (Ed.), *Deep-sea biology*. Wiley, New York, pp. 124-138.
- Thiel, H., Pfannkuche, O., Thegg, R. Schnever, G. 1987. Benthic metabolism and standing stock in the central and northern deep Red Sea. *Mar Ecol.*, 8: 1-20.
- Thistle, D., Yingst, J.Y., Fauchald, K., 1985. A deep-sea benthic community exposed to strong near-bottom currents on the Scotian rise (Western Atlantic). *Mar. Geol.* 66, 91-112.
- Thorne-Miller, B., Catena, J., 1991. *The living ocean. Understanding and protecting marine biodiversity*. Island Press, Washington DC. 383p.
- Tietjen, J.H., 1971. Ecology and distribution of deep-sea meiobenthos of North Carolina. *Deep-Sea Res.* 18:941-957.
- Tietjen, J.H., 1976. Distribution and species diversity of the deep-sea nematodes off north Carolina. *Deep-Sea Res. Pt. I* 23, 755–768.
- Tietjen, J.H., 1984. Distribution and species diversity of deep sea nematodes in the Venezuela basin. *Deep-Sea Res. Pt. I* 31, 119–132.
- Tietjen, J.H., 1989. Ecology of deep-sea nematodes from the Puerto Rico Trench area and Hatteras Abyssal Plain. *Deep-Sea Res. Pt. I* 36, 1579–1594.
- Tietjen, J.H., 1992. Abundance and biomass of marine metazoan meiobenthos in the deep sea, in: Rowe G.T., Pariente, V. (Eds.), *Deep-sea food chains and the global cycle*. Kluwer, Leiden, pp. 45-62.
- Udalov, A.A., Azovsky, A.I., Mokievsky, V.O., 2005. Depth-related pattern in nematode size: what does the depth itself really mean? *Prog. Oceanogr.* 67, 1–23.
- Van Harten D. 1990. Modern abyssal ostracod faunas of the eastern Mid-Atlantic Ridge area in the North Atlantic and a comparison with the Mediterranean, in: Whatley, R.C., Maybury, C. (Eds). *Ostracoda and Global Events*, Chapman & Hall, pp. 321–328.
- Vanaverbeke, J., Martinez Arbizu, P., Dahms, H.-U., Schminke, H.K., 1997. The metazoan meiobenthos along a depth gradient in the Arctic Laptev Sea with special attention to nematode communities. *Polar Biol.* 18, 391-401
-

-
- Vanhove, S., Wittoeck, J., Desment, G., Van den Berghe, B., Herman, R. L., Bak, R. P. M., Nieuwland, G., Vosjan, J.H., Boldrin, A., Rabitti, S., Vincx, M., 1995. Deep-sea meiofauna communities in Antarctica: structural analysis and relation with the environment. *Mar. Ecol.-Progr. Ser.* 127, 65-76.
- Vanhove, S., Arntz, W., Vincx, M., 1999. Comparative study of the nematode communities on the southeastern Weddell Sea shelf and slope (Antarctica). *Mar. Ecol.-Progr. Ser.* 181, 237-256.
- Vanreusel, A., 1990. Ecology of the free-living marine nematodes from the Voordelta (Southern Bight of the North sea). 1. Species Composition and Structure of the Nematode Communities. *Cah. Biol. Mar.* 31, 439-462.
- Vanreusel, A., Vincx, M., Vangansbeke, D., Gijssels, W., 1992. Structural-Analysis of the Meiobenthos Communities of the shelf break area in 2 stations of the Gulf-of-Biscay (Ne Atlantic). *Belg. J. Zool.* 122, 185-202.
- Vanreusel, A., Van Den Bossche, I., Thiermann, F., 1997. Free-living marine nematodes from hydrothermal sediments: similarities with communities from diverse reduced habitats. *Mar. Ecol.-Progr. Ser.* 157, 207–219.
- Vanreusel, A., Clough, L., Jacobsen, K., Ambrose, W., Jivaluk, J., Ryheul, V., Herman, R., Vincx, M., 2000. Meiobenthos of the central Arctic Ocean with special emphasis on nematode community structure. *Deep-Sea Res. Pt. I* 47, 1855–1879.
- Vanreusel, A., Fonseca, G., Danovaro, R., Silva, M. C., Esteves, A. M., Ferrero, T., Gad, G., Galtsova, V., Gambi, C., Genevois, V., Ingels, I., Ingole, B., Lampadariou, N., Merckx, B., Miljutin, D. M., Miljutina, M., Muthumbi, A. Netto, S. A., Potnova, D., Radziejewska, T., Raes, M., Tchesunov, A., Vanaverbeke, J., Van Gaever, S., Venekey, V., Bezerra, T., Flint, H., Copley, J., Pape, R., Zeppeli, D., Martinez, P., Galeron, J., 2010. The contribution of deep-sea macrohabitat heterogeneity to global nematode diversity. *Mar. Ecol.* 31, 6-20.
- Vetter, A., W.; Dayton, P.K., 1999. Organic enrichment by macrophyte detritus, and abundance patterns of megafaunal populations in submarine canyons. *Mar. Ecol.-Progr. Ser.* 186, 137-148.
- Vincx, M., Meire, P., Heip, C., 1990. The distribution of nematodes communities in the Southern Bight of the North Sea. *Cah. Biol. Mar.* 31, 107–129.
-

-
- Vincx, M., Bett, B.J., Dinet, A., Ferrero, T., Gooday, A.J., Lamshead, P.J.D., Pfannkuche, O., Soltwedel, T., Vanreusel, A., 1994. Meiobenthos of the Deep Northeast Atlantic. *Adv. Mar. Biol.* 30, 1-88.
- Vitiello, P., 1974. Peuplements de nematodes Marins des fonds envases de provence I sediments vaseux de mode calme et vases terrigenes cotiers. *Ann. Inst. Oceanogr.* 50: 145-172.
- Vitiello, P., 1976. Trois nouvelles espèces de Comesomatidae (Nematoda) des Côtes de Provence. *Tethys* 7, 279-285.
- Vivier, M. H., 1978. Influence d'un déversement industriel profond sur la nématofaune (Canyon de Cassidaigne, Méditerranée). *Tethys* 8, 307-321.
- Vopel, K., Thiel, H., 2001. Abyssal nematode assemblages in physically disturbed and adjacent sites of the eastern equatorial Pacific. *Deep-Sea Res. Pt. II*, 48, 3795-3808.
- Warwick, R.M., Platt, H.M., Somerfield, P.J., 1998. Free-living marine nematodes. Part III. British Monhysterids. *Synopses of the British Fauna (New Series) No. 53.* The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Science Association, Shrewsbury.
- Wieser, W., 1953. Die Beziehung zwischen Mundhoehlenstalt, Ernahrungsweise und Vorkommen bei frelebenden marinen Nematoden. Eine oekologisch – morphologische studie. *Arkive Zoologische*, ser. II, 4. p.439-484.
- Wigley, R. L., McIntyre, A. D., 1964. Some quantitative comparisons of offshore meiobenthos and macrobenthos south of Martha's Vineyard. *Limnol. Oceanogr.* 9, 485–493.
-

VII. MACROFAUNA BENTÔNICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL

Resumo

A composição e a estrutura da macrofauna bentônica da Plataforma Continental da Bacia de Campos foram estudadas durante dois períodos sazonais distintos, chuvoso e seco de 2009. As amostras foram coletadas em triplicata em 45 estações, localizadas entre as profundidades de 25 e 150 metros. Polychaeta foi o grupo mais representativo, seguido de Crustacea e Mollusca. Entre os principais grupos, as famílias de Polychaeta Syllidae, Spionidae e Paraonidae foram as mais abundantes e frequentes. Os grupos tróficos predominantes foram os depositívoros de superfície e os carnívoros. Análises estatísticas multivariadas indicaram que a área apresenta diferentes associações faunísticas correlacionadas principalmente com as variáveis granulométricas e com a profundidade. Apesar de este padrão espacial ter sido mantido nos dois períodos estudados, a macrofauna apresentou no período chuvoso maiores valores de abundância e biomassa. Estas variações temporais foram relacionadas às diferenças de temperatura das correntes e quantidade de matéria orgânica no sedimento entre estes períodos. O presente estudo discute a heterogeneidade ambiental como fator importante para a manutenção da biodiversidade da plataforma continental.

Introdução

A complexidade e variedade de fatores que governam a vida marinha requerem estudos multidisciplinares para compreendermos as respostas das comunidades e ecossistemas. Entender as relações entre a biota e o ambiente físico envolve processos locais, regionais e até globais que agem numa escala de tempo atual e evolutiva, determinando padrões espaciais e associações biológicas (Legendre e Fortin, 1989; Wlodarska-Kowalczyk e Weslawski, 2008). Entre os ambientes marinhos, as áreas costeiras, incluindo toda a plataforma continental, são as mais sujeitas às mudanças das variáveis ambientais, uma vez que interagem continuamente com os continentes, atmosfera e oceano. Esta variabilidade afeta as comunidades biológicas e determina padrões espaciais, temporais e de fluxo de energia. Entretanto, apesar de existir consenso na comunidade científica de que os efeitos combinados dos fatores ambientais são os responsáveis pela estruturação das comunidades biológicas, devemos considerar também as alterações realizadas pelos organis-

mos sobre o ambiente (Gray, 1974; Gray e Elliott, 2009). As interações biológicas como as relações presa-predador, competição, alteração física do meio, entre outras, também são importantes na estruturação das comunidades (Weinberg, 1984; Aschan, 1990; McGill *et al.*, 2007; Gray e Elliott, 2009). Assim, variáveis físicas e biológicas agem simultaneamente sobre as populações e comunidades.

Apesar das plataformas continentais possuírem os maiores recursos biológicos e minerais, sendo extremamente importantes do ponto de vista econômico e social (Hall *et al.*, 1994; Hall, 2002), o conhecimento sobre suas comunidades e ecossistemas ainda é insatisfatório. Os estudos mais completos sobre as comunidades biológicas das plataformas foram realizados nas regiões temperadas (Eleftheriou e Basford, 1989; Thouzeau *et al.*, 1991; Sherman *et al.*, 1998). As plataformas localizadas em regiões tropicais, especialmente do Atlântico Sul, carecem de estudos ecológicos mais abrangentes que contenham estimativas de produção primária e secundária, interações tróficas e modelos de fluxo de energia (Hall, 2002). Esta ausência de uma visão mais sistêmica sobre os processos e funcionamento do ecossistema das plataformas continentais dificulta a adoção de estratégias cientificamente fundamentadas para uma exploração sustentável e para os planos de monitoramento de possíveis impactos naturais e antrópicos.

A relevância dos estudos sobre a composição e estrutura das comunidades bentônicas foi inicialmente reconhecida devido à importância de algumas espécies como itens alimentares de peixes pelágicos e demersais de interesse comercial (Lana *et al.*, 1996; Gray e Elliott, 2009) ou em decorrência da exploração direta de diversas espécies de invertebrados bentônicos, principalmente crustáceos, como recursos pesqueiros (Karakassis e Eleftheriou, 1997). Contudo, em regiões afóticas a comunidade bentônica também é um elo fundamental na transferência de energia para os demais níveis tróficos.

A importância dos estudos sobre a comunidade bentônica não está restrita ao seu papel na trama trófica, mas está associada também à sua estreita relação com os diferentes tipos de fundo oceânico (Gray, 1974; McCall e Tevesz, 1982). Esta correspondência aos parâmetros sedimentológicos auxilia na determinação de padrões biológicos e ambientais (Anderson, 2008; Cosentino e Giacobbe, 2008; Arrighetti e Penchaszadeh, 2010). Outros fatores ligados ao modo de vida das espécies, como o curto tempo de vida, a baixa mobilidade e distintos requerimentos ecológicos, favorecem o uso dos organismos bentônicos como indicadores de im-

pactos antrópicos dos mais variados tipos (Gray *et al.*, 1990; Caswell e Cohen, 1991; Lubchenco *et al.*, 1993). Vale destacar que macrofauna bentônica, foco deste trabalho, participa ativamente nos processos de facilitação, decomposição e reciclagem da matéria orgânica, na aeração e remobilização do sedimento e na interação do ambiente pelágico e bentônico (Norling *et al.*, 2007; Gray e Elliott, 2009). É de se esperar, como exposto acima, que o conhecimento dos padrões ecológicos da macrofauna bentônica seja essencial para o gerenciamento dos ecossistemas marinhos.

Entre os fatores ambientais importantes para a dinâmica do ecossistema marinho se destaca a hidrodinâmica (Gray e Elliott, 2009). Este fator influencia largamente a distribuição dos sedimentos, a deposição da matéria orgânica, a temperatura, a salinidade, a concentração de nutrientes e a qualidade nutricional do sedimento, entre outros processos físico-químicos ocorrentes nas plataformas (De Léo e Pires-Vanin, 2006; Weissberger *et al.*, 2008; Schuckel *et al.*, 2010). Além das características do sedimento, outros processos biológicos estão diretamente relacionados aos parâmetros hidrológicos locais. Entre esses processos, podemos citar a influência sobre o período reprodutivo, época de recrutamento, suprimento de larvas e disponibilidade de alimento para a comunidade biológica (Dame, 1996; Beukema *et al.*, 1998).

Além das peculiaridades dos processos hidrológicos, o fundo oceânico da plataforma continental da Bacia de Campos é composto por areias de diferentes frações, desde muito fina até areia grossa, além de determinadas áreas apresentarem elevadas porcentagens de lama e cascalho (Lana *et al.*, 1996; Saavedra *et al.*, 1999), formando um verdadeiro mosaico sedimentar (Kempf, 1972).

O gradiente de profundidade também é relevante para os padrões de distribuição das comunidades; muitas espécies são restritas a determinadas faixas batimétricas (Pires-Vanin, 1993; Joydas e Damodaran, 2009). A elevada complexidade dos processos oceanográficos e sedimentológicos nos permite supor uma variedade de nichos ecológicos e, conseqüentemente, uma composição faunística mais rica em espécies com diferentes associações conforme os gradientes ambientais.

As plataformas continentais das regiões sudeste e sul têm sido estudadas, principalmente, nos aspectos geomorfológicos e oceanográficos (Lana *et al.*, 1996). Com relação à macrofauna e megafauna, vários trabalhos foram realizados no litoral de São Paulo, nas regiões de Ubatuba e São Sebastião, e na plataforma do

Rio Grande do Sul enfocando as relações dos diversos parâmetros abióticos com a composição, abundância e biomassa (Paiva, 1990; Absalão, 1991; Soares-Gomes e Pires-Vanin, 2003; Pires-Vanin, 2008). Os estudos sobre a fauna bentônica no Rio de Janeiro se concentram nos levantamentos faunísticos, nos aspectos taxonômicos e biogeográficos da biota local, principalmente na região de Cabo Frio (Costa e Fernandes, 1993; Gama e Fernandes, 1994; Ventura e Fernandes, 1995; Soares-Gomes e Fernandes, 2005; Benkendorfer e Soares-Gomes, 2009). Conforme apontado por Lana *et al.* (1996), há uma carência de estudos mais abrangentes. Os trabalhos realizados pelo programa REVIZEE ajudaram a diminuir esta lacuna, tendo sido obtidos dados valiosos sobre a biodiversidade da plataforma do Rio de Janeiro, assim como para toda a costa brasileira (Lavrado e Viana, 2007).

Este trabalho visa identificar padrões espaciais da macrofauna bentônica, estimar os principais descritores ecológicos como riqueza, diversidade, abundância e biomassa, além de caracterizar os principais grupos tróficos. Os grupos taxonômicos considerados neste estudo foram poliquetas, crustáceos e moluscos que têm sido citados em diversos trabalhos como os mais frequentes e abundantes (Bolam *et al.*, 2008; Coll *et al.*, 2010). Pretende-se, também, identificar os parâmetros ambientais mais relevantes para a estruturação das comunidades e se os mesmos variam em períodos contrastantes do ano.

Material e métodos

Uma descrição detalhada da área estudada pode ser encontrada no capítulo 1 deste volume enquanto o desenho amostral, metodologia de coleta, preparação de amostras, controle de qualidade de triagem e metodologia de análise de dados encontram-se detalhadamente descritos e ilustrados no capítulo 2 deste volume.

Contextualizando de forma breve, destaca-se que o estudo da macrofauna bentônica da plataforma continental foi realizado com 129 amostras coletadas em nove transectos (A - I) perpendiculares à costa, amostrados no período chuvoso (PPC 2009) que equivale à época com maior pluviosidade e ressurgências mais frequentes, coincidindo com o período de verão e no período seco (PPS 2009) que equivale ao período com menor pluviosidade e frequência de ressurgência, coincidindo com o período de inverno.

Em cada transecto foram amostradas cinco isóbatas (25 m, 50 m, 75 m, 100 m e 150 m) com busca-fundo tipo Van Veen modificado (funcionamento semelhante

ao de um box-corer). Em cada estação, três amostras com área de 0,04 m² foram obtidas em lançamentos independentes. O sedimento foi coletado e fixado com formol 4 % tamponado com tetraborato de sódio ainda em campo.

Em laboratório, as amostras foram lavadas utilizando malhas de 1000 µm e 500 µm para a separação da macrofauna. Após a lavagem, o material sedimentológico retido nas peneiras foi preservado em álcool 70 % para posterior separação da fauna. Foram obtidos valores de densidade equivalentes ao total de indivíduos vivos/ 0,04 m² e biomassa em g/ 0,04 m², além de outros parâmetros de estrutura de comunidades como riqueza e densidade.

Os grupos taxonômicos selecionados para as análises estatísticas multivariadas foram Polychaeta, Crustacea e Mollusca, considerando apenas os organismos acima de 80 % da abundância total e/ou com frequência acima de 10 %. No estabelecimento da estrutura trófica, foi utilizada a classificação de sugerida pelo website Worms – World Register of Marine Species.

A composição da comunidade em relação aos diferentes tipos granulométricos foi testada através da análise de similaridade ANOSIM one-way (Clarke e Green, 1988).

Para a análise de agrupamento utilizou-se o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis com método de agrupamento de Ward (modo Q), através da ordenação N-MDS. Posteriormente empregou-se a análise de espécies indicadoras (ISA - Indicator Species Analysis) (Dufrêne e Legendre, 1997) para verificar as espécies discriminantes para a formação dos grupos.

A Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi utilizada com a finalidade de identificar as variáveis que melhor se correlacionam aos dados bióticos. As variáveis ambientais utilizadas para ambos os períodos foram: profundidade, percentual de areia, diâmetro médio do grão (phi médio), assimetria, teor de carbonato, temperatura, clorofila-a no sedimento e carbono orgânico total (COT). A análise de variância permutacional não paramétrica (PERMANOVA) foi utilizada para avaliar a significância das diferenças na estrutura das associações entre as diferentes escalas espaciais em ambos os períodos.

Resultados

O número de indivíduos da macrofauna bentônica da plataforma continental variou nas duas épocas estudadas. No período chuvoso, foi contabilizado um total de 36.477 indivíduos e no período seco 28.011, pertencentes a 1.172 e 1.076 espécies, respectivamente. Dentre estes, Polychaeta foi sempre o grupo mais abundante (de 52% a 65% do total de indivíduos coletados no período chuvoso e seco, respectivamente), seguido de Crustacea (38% e 26%), Mollusca (3% e 2%), Nemertea (3%), Echinodermata (3% e 2%), Sipuncula (1,19% e 2,35%) e Outros – Echiura, Hidrozoa, Picnogonida e Priapulida – (0,1%) (Figura 1).

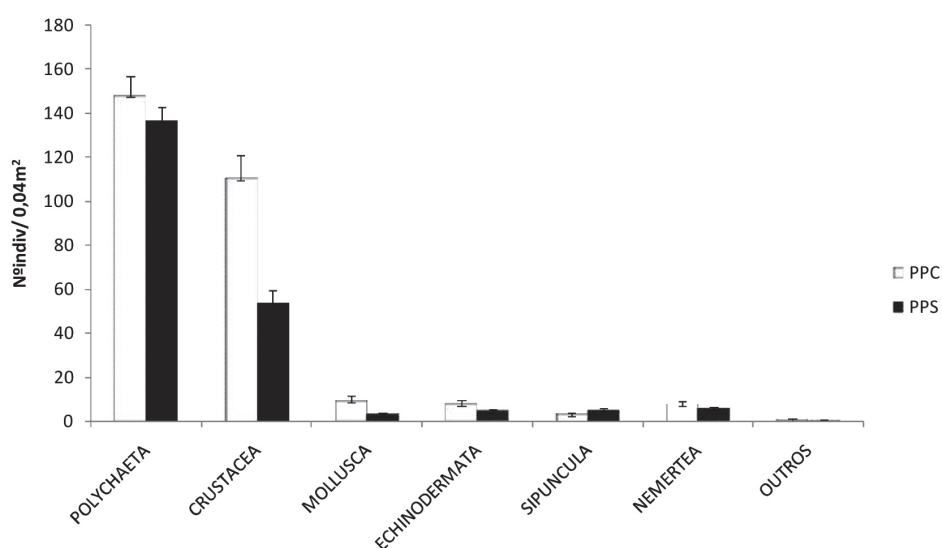


Figura 1 - Densidade de indivíduos (média + erro padrão) dos principais grupos da macrofauna bentônica da plataforma continental da Bacia de Campos para as coletas realizadas no período chuvoso (PPC) e no período seco (PPS).

No período chuvoso, das 42 famílias de Polychaeta identificadas, as que mais contribuíram para a elevada densidade do grupo foram Syllidae e Spionidae (Tabela 1). No período seco, notou-se a inversão da dominância destas famílias. De uma forma geral, a maioria das famílias apresentou altas frequências de ocorrência em ambos os períodos, com exceção de Oweniidae, que só ocorreu em profundidades rasas, principalmente em estações com elevadas porcentagens de lama.

Entre os crustáceos, a ordem Amphipoda foi sempre a mais abundante (68,1 e 63,1 % do total de crustáceos coletados no período chuvoso e seco, respectivamente), seguido por Tanaidacea (15,6 e 17,8 %), Cumacea (7,5 e 8,8 %) e Isopoda (8,0 e 6,2 %). Os outros grupos foram constituídos de Peneidea, Caridea, Galatheidea, Thalassinidea e Stomatopoda, que representaram somados 0,7 e 3,9 % (período chuvoso e seco, respectivamente) do total da abundância do grupo.

A frequência de Crustacea, como um todo, oscilou bastante apesar da alta abundância, principalmente dos Amphipoda das famílias Caprellidae e Chevaliidae, nos dois períodos amostrados. As famílias Ampeliscidae e Phoxocephalidae mostraram sempre alta abundância e frequência de ocorrência. Os Tanaidacea foram representados principalmente pela tribo Parapseudini e pela Família Leptocheliidae, enquanto os Cumacea pelas famílias Diastylidae e Nannastacidae, que apesar de não serem tão abundantes como as principais famílias de Amphipoda, foram bastante frequentes.

Entre os moluscos, um total de 55 famílias foi identificado no período chuvoso e 46 no período seco. Este grupo apresentou baixa frequência e abundância, sendo Carditidae (Bivalvia) e Prochaetodermatidae (Aplacophora) as famílias com abundâncias mais representativas. Entre as mais frequentes podemos citar Semelidae (Bivalvia) e Caecidae (Gastropoda) (Tabela 1).

Tabela 1 - Frequência de ocorrência das principais famílias da Plataforma Continental da Bacia de Campos, durante o período chuvoso (PPC) e seco (PPS). Para Crustacea: (A)- Amphipoda, (T)- Tanaidacea, (C)- Cumacea, (I)- Isopoda, (D)- Decapoda; para Mollusca: (B)- Bivalvia, (A)- Aplacophora, (G)- Gastropoda, (P)- Polyplacophora, (S)- Scaphopoda.

	PPC		PPS	
	Famílias	Frequência de ocorrência (%)	Famílias	Frequência de ocorrência (%)
Polychaeta	Syllidae	95,35	Spionidae	100,00
	Spionidae	100,00	Syllidae	97,78
	Paraonidae	100,00	Paraonidae	100,00
	Glyceriformia	90,70	Capitellidae	97,78
	Lumbrineridae	100,00	Cirratulidae	97,78
	Capitellidae	95,35	Dorvilleidae	82,22
	Sabellidae	76,74	Glyceriformia	97,78
	Oweniidae	60,47	Onuphidae	97,78
	Dorvilleidae	90,70	Oweniidae	80,00
	Cirratulidae	93,02	Pilargidae	82,22
	Phyllodocidae	88,37	Sabellidae	73,33
	Onuphidae	90,70	Maldanidae	77,78
	Maldanidae	90,70	Phyllodocidae	88,89
	Hesionidae	76,74	Opheliidae	77,78
	Nephtyidae	74,42	Flabelligeridae	46,67
Crustacea	(A) Caprellidae	76,74	(A) Chevaliidae	42,22
	(A) Chevaliidae	46,51	(A) Photidae	62,22
	(A) Photidae	76,74	(A) Ampeliscidae	84,44
	(A) Phoxocephalidae	93,02	(A) Phoxocephalidae	80,00
	(A) Ampeliscidae	95,35	(T) Leptocheiliidae	48,89
	(T) Parapseudidae	62,79	(I) Anthuridae	86,67
	(A) Phoxocephalopsidae	32,56	(A) Urothoideae	48,89
	(C) Diastylidae	51,16	(T) Parapseudidae	51,11
	(C) Nannastacidae	83,72	(T) Tanaellidae	55,56
	(T) Leptocheiliidae	65,12	(A) Ischyroceridae	28,89
	(A) Aoridae	51,16	(T) Metapseudidae	40,00
	(A) Metapseudidae	41,86	(D) Callianassidae	48,89
	(T) Urothoideae	41,86	(C) Nannastacidae	64,44
	(T) Tanaellidae	60,47	(T) Agathotanaidae	24,44
	(C) Leuconidae	32,56	(A) Phoxocephalopsidae	28,89
Mollusca	(B) Carditidae	27,91	(A) Prochaetodermatidae	20,00
	(A) Prochaetodermatidae	23,26	(G) Caecidae	28,89
	(B) Mytilidae	23,26	(B) Semelidae	40,00
	(G) Caecidae	37,21	(P) Hanleyidae	24,44
	(B) Semelidae	51,16	(B) Kelliellidae	13,33
	(B) Crenellinae	20,93	(B) Carditidae	15,56
	(B) Crassatellidae	30,23	(B) Leptonidae	8,89
	(B) Nuculidae	37,21	(B) Crassatellidae	24,44
	(B) Nuculanidae	16,28	(S) Gadilidae	6,67
	(G) Retusidae	32,56	(P) Acanthochitonidae	8,89
	(B) Cyamiidae	11,63	(S) Dentaliidae	6,67
	(B) Limidae	20,93	(P) Ischnochitonidae	8,89
	(G) Olividae	13,95	(B) Nuculidae	11,11
	(B) Pectiniidae	16,28	(G) Olividae	13,33
	(B) Solariellidae	13,95	(G) Barleeiidae	13,33

A figura 2 mostra a relação de frequência e abundância das espécies encontradas. No período chuvoso foi encontrado um total de 116 espécies dominantes, o que representa um equivalente de 9,65 % do total da riqueza encontrada. Dentre estas, a espécie dominante global foi o Polychaeta *Spiophanes* sp. A que ocorreu em 59,6 % das amostras, seguida de *Lumbrineris* sp. 4 e *Chone americana* presentes em 57,36 e 48,06 % das amostras, respectivamente. Foram consideradas comuns 233 espécies (19,38 %), pois apresentaram frequência de ocorrência entre 14,99 e 5 %. A grande maioria, 853 espécies (70,96 %) são espécies com menos de 5 % de frequência de ocorrência nas

estações amostradas. O mesmo padrão ocorreu no período seco, onde foram observadas 83 espécies dominantes (7,65 %), como os Polychaeta *Prionospio* sp., *Spiophanes* sp. B e *Spiophanes* sp. A. Foram consideradas comuns 146 espécies (13,46 %), enquanto que as raras atingiram o total de 728 espécies (67,15 %) (Figura 2).

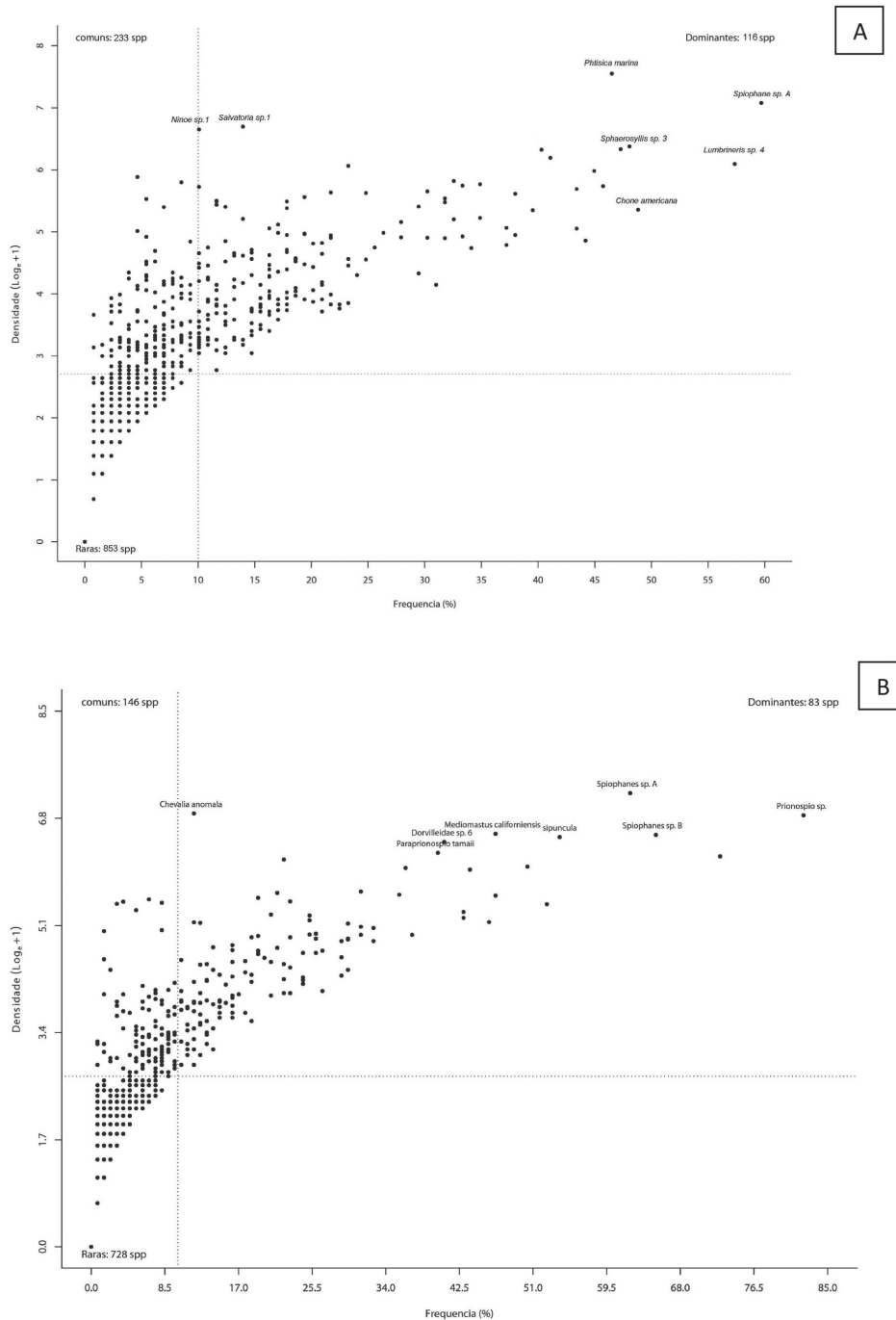


Figura 2 - Frequência de ocorrência e densidade da macrofauna da plataforma continental da Bacia de Campos para as coletas realizadas no período chuvoso (PPC) (A) e no período seco (PPS) (B). As linhas pontilhadas visam facilitar a percepção da maior concentração de espécies.

Tanto no período seco quanto no chuvoso pôde-se observar uma redução no número absoluto de espécies na plataforma interna, principalmente na isóbata de 25 m. As estações posicionadas ao extremo norte (G3, H3 e I2) coincidiram com os maiores valores de riqueza de espécies no período chuvoso. No período seco, esses valores corresponderam às estações D3, E4 e I2. Próximo ao Cabo de São Tomé, região mais central da plataforma, também pôde ser observado valores elevados de riqueza, principalmente nas estações posicionadas em torno das isóbatas de 50 e 75 m durante o período chuvoso (D3, E2) e na isóbata de 100 m (D4 e E4), durante o período seco (Figura 3).

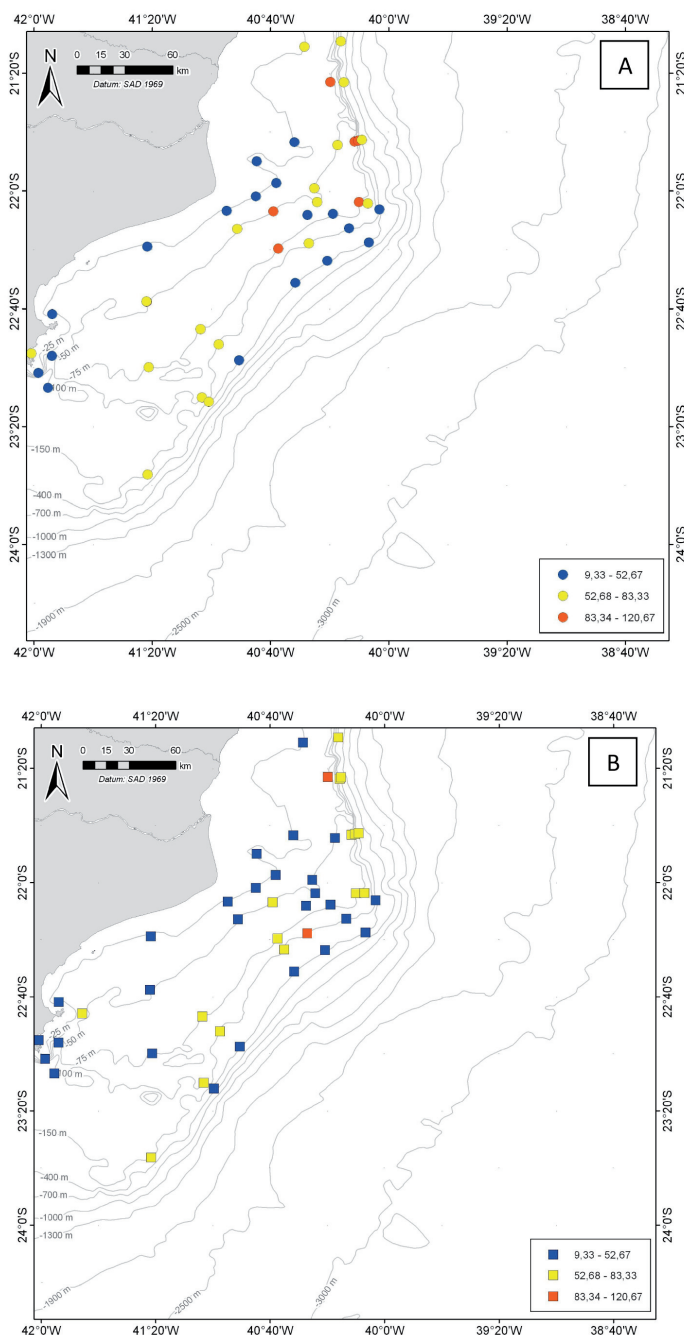


Figura 3 - Proporção da riqueza de espécies da macrofauna da plataforma continental da Bacia de Campos durante o período chuvoso (A) e período seco (B).

Os maiores valores de densidade foram observados nas estações posicionadas na plataforma interna para os dois períodos de estudo. As estações B2 e E2 destacaram-se por serem as mais abundantes com densidade média de 663,33 ind / 0,04 m² e 686,33 ind / 0,04 m², respectivamente. Os menores valores de densidade de indivíduos foram observados nas maiores profundidades (isóbata de 150 m), sendo as estações C5 (período chuvoso) e F5 (período seco) as menos numerosas, com 64,33 e 36,67 ind / 0,04 m², respectivamente (Figura 4).

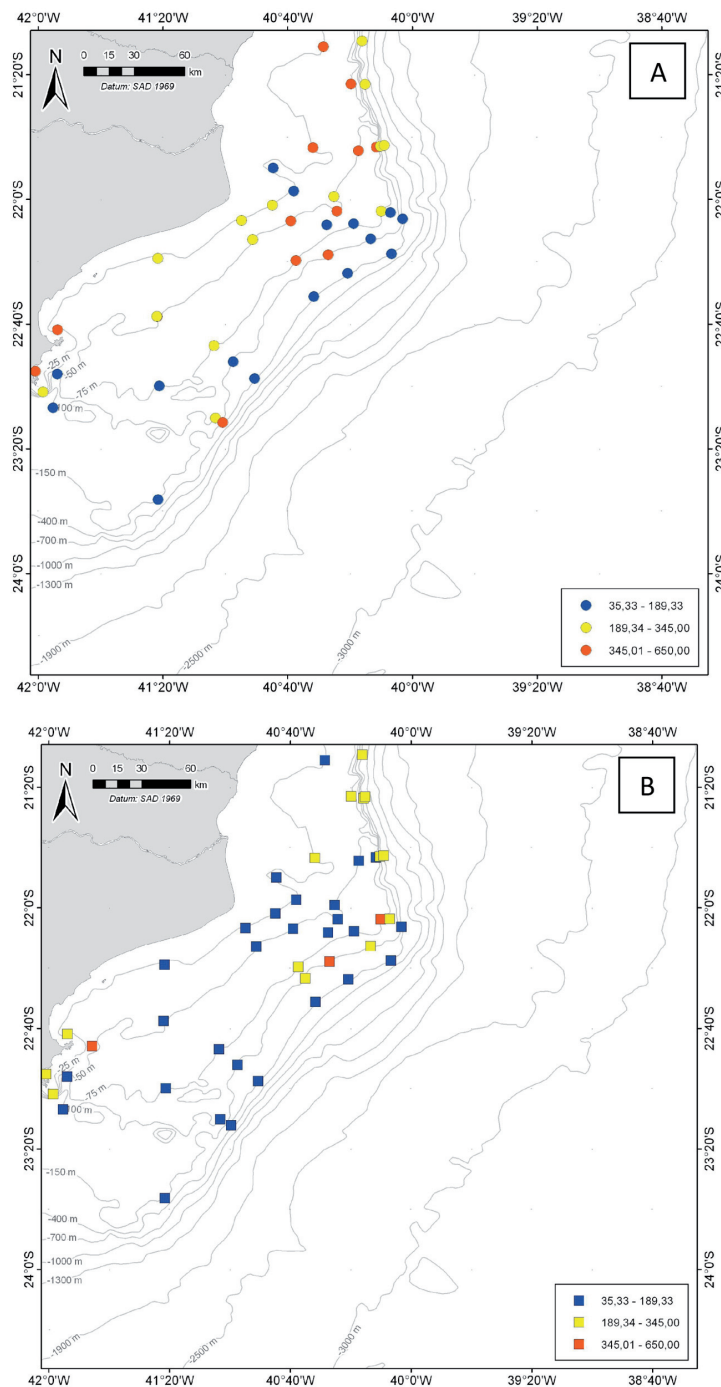


Figura 4 - Densidade de espécies da macrofauna da plataforma continental da Bacia de Campos durante o período chuvoso (A) e período seco (B).

As espécies dominantes para o período chuvoso foram o anfípode *Phytisica marina* (14,74 ind / 0,04 m²), o poliqueta *Spiophanes* sp. A (9,17 ind / 0,04 m²) e o anfípode *Phytis* sp. 2 (6,27 ind / 0,04 m²). No período seco, as espécies dominantes foram o poliqueta *Spiophanes* sp. A (10,95 ind / 0,04 m²), o anfípode *Chevalia anomala* (6,97 ind / 0,04 m²) e o poliqueta *Prionospio* sp. (3,97 ind / 0,04 m²).

O maior valor de biomassa foi registrado nas estações posicionadas na isóbata de 25 m (1,04 g / 0,04 m²) durante o período chuvoso. Neste período, foi observada uma nítida diminuição da biomassa em relação à profundidade. A densidade acompanhou esta tendência de declínio somente a partir da isóbata de 50 m, onde ocorreram os maiores valores (430 ind / 0,04 m²). Durante o período seco foi notada uma menor biomassa em relação à profundidade, mas somente a partir da isóbata de 75 m, sendo o maior registro de biomassa calculado em 0,647 g / 0,04 m² obtido na isóbata de 25 m. Os maiores valores de densidade foram observados nas estações posicionadas na plataforma média, entre as isóbatas de 75 e 100 m (272 e 290 ind / 0,04 m², respectivamente) (Figura 5).

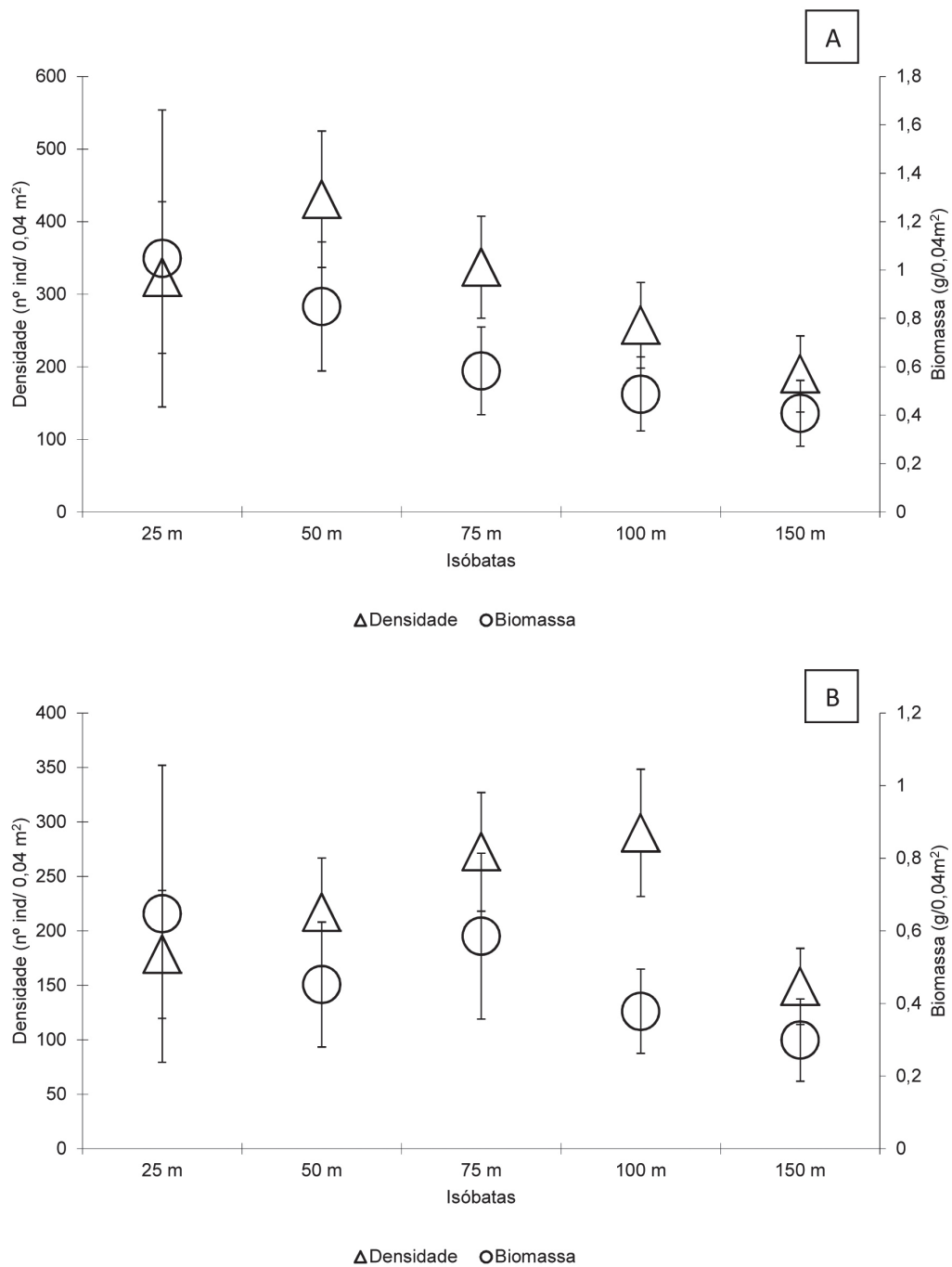


Figura 5 - Densidade (nº ind / 0,04 m²) e biomassa (g / 0,04 m²) (\pm erro padrão) da macrofauna da plataforma continental da Bacia de Campos durante o período chuvoso (A) e período seco (B) nas diferentes isóbatas.

A análise de similaridade (ANOSIM) aplicada à macrofauna evidenciou a formação de grupos faunísticos bem definidos em relação aos diferentes tipos granulométricos. Para os dois períodos amostrados, a análise apresentou diferenças significativas para os grupos da macrofauna encontrados em locais com granulometria composta de areia, cascalho e lama (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise ANOSIM da plataforma continental da Bacia de Campos, períodos chuvoso (PPC) e seco (PPS), entre os diferentes tipos de sedimento (Ar = areia, La = lama, AC = areia com cascalho). Em negrito valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$).

	R Estatístico		Nível de significância "p"	
	PPC	PPS	PPC	PPS
Ar, La	0,157	0,119	0,001	0,014
Ar, AC	0,109	0,215	0,002	0,001
La, AC	0,317	0,433	0,001	0,001

Utilizando a técnica multivariada de análise de agrupamento, o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis apresentou a formação de 4 grupos de estações. Os grupos I e II foram caracterizados pelas estações rasas (plataforma interna). O grupo III caracterizado apenas por estações presentes na plataforma externa a 150 m de profundidade e o grupo IV por aquelas estações com profundidades variando entre 75 e 100 m (plataforma média) (Figura 6).

O grupo I incluiu estações localizadas, em sua maioria, na região próxima ao Cabo de São Tomé. Todas foram caracterizadas por apresentarem granulometria de areia média de origem litoclástica. A análise ISA mostrou que as espécies que mais contribuíram para a formação deste grupo foram os poliquetas *Hesionura laubieri*, *Salvatoria* sp. 1, *Protodorvillea kefersteini*, *Prosphaerosyllis* sp. 1, *Perkinsyllis* sp. 1, *Mooreonuphis intermedia*, *Parexogone* sp. 3 e o molusco *Caecum* aff. *achironum* (Tabela 3).

O grupo II foi formado pelas estações localizadas próximas à região de Cabo Frio, e apresentou um sedimento lamoso de origem litoclástica. As espécies que mais caracterizaram este grupo foram os poliquetas *Paraprionospio alata*, *Mediomastus californiensis*, *Ninoe* sp. 1, *Magelona variolamellata*, *Aglaophamus macroura* e os anfípodos *Photis* sp. 2, *Diastylopsis* sp. 1, *Liljeborgia* sp. 1, *Pseudharpinia* sp. 6 e o molusco *Prochaetodermatidae* sp. 4. Estas espécies foram bastante comuns em sedimentos finos, não tendo sido observadas em areias grossas ou áreas com cascalho.

O grupo III foi formado somente por estações da isóbata de 150 m, caracterizada por areia fina de origem bioclástica. As espécies que mais representaram este grupo foram os poliquetas *Progoniada regularis*, *Lumbrinerides* sp. 4, *Brevicirrosyllis mariae*, *Laubieriopsis cabiochi*, *Prionospio* sp. U, *Exogone* sp. 6, *Barantolla* sp. C, *Syllis garciai* e *Dasybranchus* sp. B.

O grupo IV caracterizou o agrupamento de estações com grande contribuição de cascalho, exceto as estações B3, E4, E3, F3, F4 e F5 que formaram um subgrupo cons-

tituído por sedimento predominantemente fino. As espécies que mais contribuíram para o agrupamento foram os poliquetas *Spiophanes* sp. A, *Lumbrineridae* sp. 6, *Prionospio* sp. M, *Prosphaerosyllis isabellae*, *Scyphoproctus* sp. A, *Prionospio* sp. N, *Notomastus teres*, *Levinsenia abranchiata*, *Cossura* sp. 1 e o tanaidáceo *Tanaella* sp. 2.

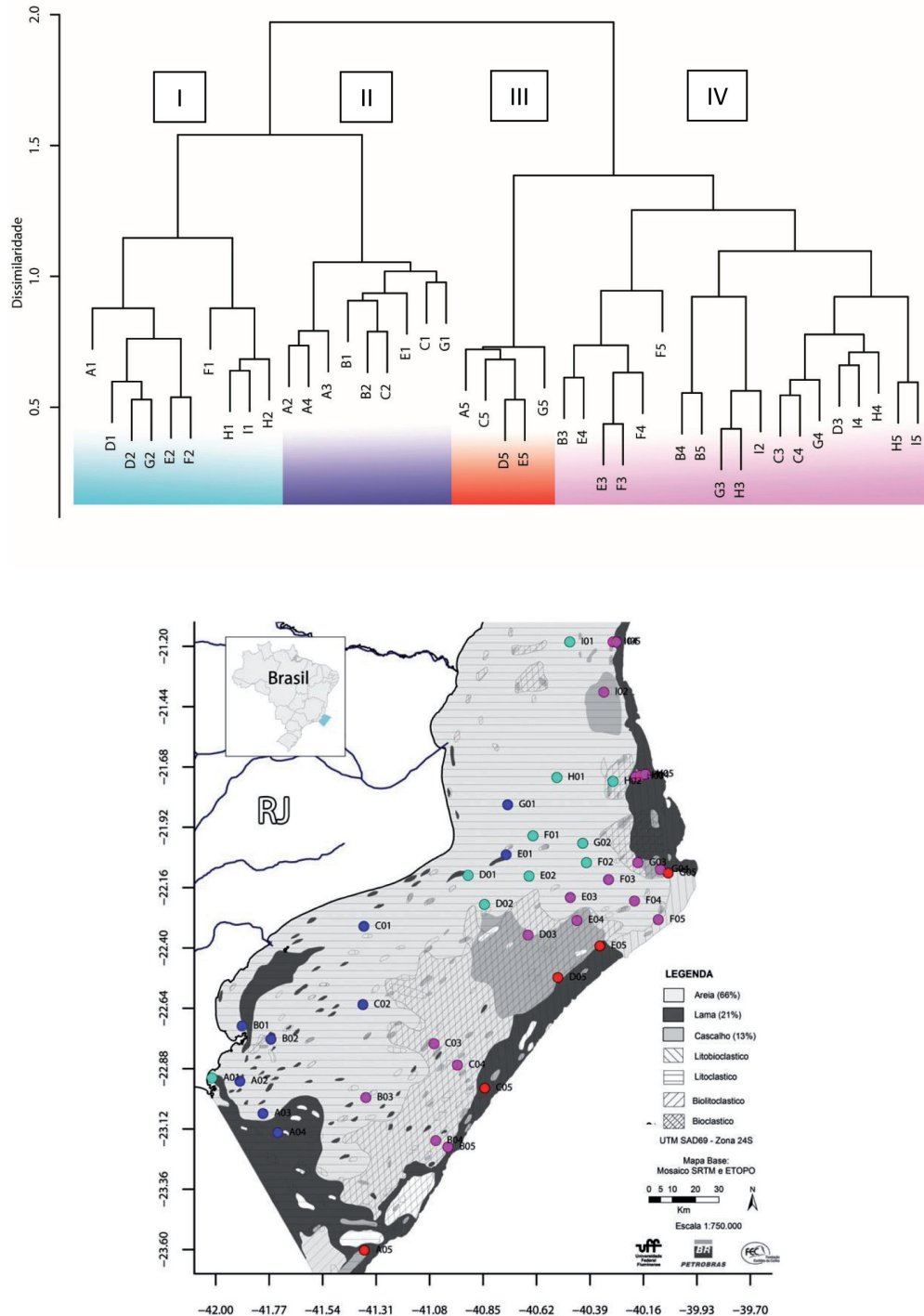


Figura 6 - Análise de agrupamento com base na macrofauna bentônica da plataforma continental da Bacia de Campos, período chuvoso, e mapa da plataforma continental da Bacia de Campos com a representação dos subgrupos (I, II, III e IV) formados pela análise de agrupamento, período chuvoso.

Tabela 3 - Contribuição das principais espécies, ISA (Dufréne e Legendre, 1997), para a formação dos subgrupos (I, II, III e IV) da análise de agrupamento, durante o período chuvoso. P significativo: $p < 0,05$; e hábitos tróficos preferenciais de cada espécie. (P)-Polychaeta, (C)- Crustacea, (M)- Mollusca.

	Espécies	p	ISA	Hábitos tróficos
Grupo I	(P) <i>Hesionura laubieri</i>	0,001	0,98	Carnívoro
	(P) <i>Prionospio</i> sp. L	0,001	0,96	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Sphaerosyllis</i> sp. 4	0,001	0,90	Carnívoro
	(P) <i>Salvatoria</i> sp. 1	0,001	0,89	Carnívoro
	(P) <i>Protodorvillea kefersteini</i>	0,001	0,88	Carnívoro
	(P) <i>Prosphaerosyllis</i> sp. 1	0,001	0,84	Carnívoro
	(P) <i>Perkinsyllis</i> sp. 1	0,001	0,83	Carnívoro
	(P) <i>Mooreonuphis intermedia</i>	0,001	0,82	Carnívoro
	(P) <i>Parexogone</i> sp. 3	0,001	0,80	Carnívoro
	(M) <i>Caecum</i> aff. <i>achironum</i>	0,001	0,80	Depositívoro de subsuperfície
Grupo II	(P) <i>Paraprionospio tamaii</i>	0,001	0,83	Depositívoro de superfície
	(C) <i>Photis</i> sp. 2	0,015	0,66	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Mediomastus californiensis</i>	0,037	0,65	Depositívoro de superfície ou subsuperfície
	(C) <i>Diastylopsis</i> sp. 1	0,002	0,61	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Ninoe</i> sp. 1	0,007	0,60	Carnívoro
	(C) <i>Lilgeborgia</i> sp. 1	0,004	0,60	Detritívoro de subsuperfície ou Carnívoro
	(C) <i>Pseudharpinia</i> sp. 6	0,002	0,55	Desconhecido
	(P) <i>Magelona variolamellata</i>	0,012	0,50	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Aglaophamus macroura</i>	0,028	0,48	Carnívoro
	(M) <i>Prochaetodermatidae</i> sp. 4	0,039	0,42	Depositívoro de superfície
Grupo III	(P) <i>Progoniada regularis</i>	0,001	0,81	Carnívoro
	(P) <i>Lumbrinerides</i> sp. 4	0,001	0,80	Carnívoro
	(P) <i>Brevicirrosyllis mariae</i>	0,001	0,79	Carnívoro
	(P) <i>Laubieropsis cabiochi</i>	0,001	0,75	Depositívoro de superfície
	(M) <i>Abra lioica</i>	0,001	0,70	Suspensívoro
	(P) <i>Prionospio</i> sp. U	0,001	0,69	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Exogone (Exogone)</i> sp. 6	0,003	0,65	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Barantolla</i> sp. C	0,001	0,64	Depositívoro de superfície ou subsuperfície
	(P) <i>Syllis garciai</i>	0,004	0,58	Carnívoro
	(P) <i>Dasybranchus</i> sp. B	0,002	0,54	Depositívoro de superfície ou subsuperfície
Grupo IV	(P) <i>Spiophanes</i> sp. A	0,001	0,83	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Lumbrineridae</i> sp. 6	0,001	0,66	Carnívoro
	(P) <i>Prionospio</i> sp. M	0,001	0,64	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Prosphaerosyllis isabellae</i>	0,003	0,63	Carnívoro
	(P) <i>Scyphoproctus</i> sp. A	0,001	0,61	Depositívoro de superfície ou subsuperfície
	(C) <i>Tanaella</i> sp. 2	0,002	0,59	Desconhecido
	(P) <i>Prionospio</i> sp. N	0,01	0,52	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Notomastus</i> cf. <i>teres</i>	0,017	0,52	Depositívoro de superfície ou subsuperfície
	(P) <i>Levinsenia</i> cf. <i>abranchiata</i>	0,018	0,48	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Cossura</i> sp. 1	0,008	0,47	Depositívoro de subsuperfície

A análise de agrupamento para o período seco (Figura 7) seguiu o mesmo padrão apresentado no período chuvoso, com agrupamentos formados a partir das características granulométricas e das faixas batimétricas. Nota-se apenas a variação na composição faunística que caracterizou a formação destes grupos (Tabela 4).

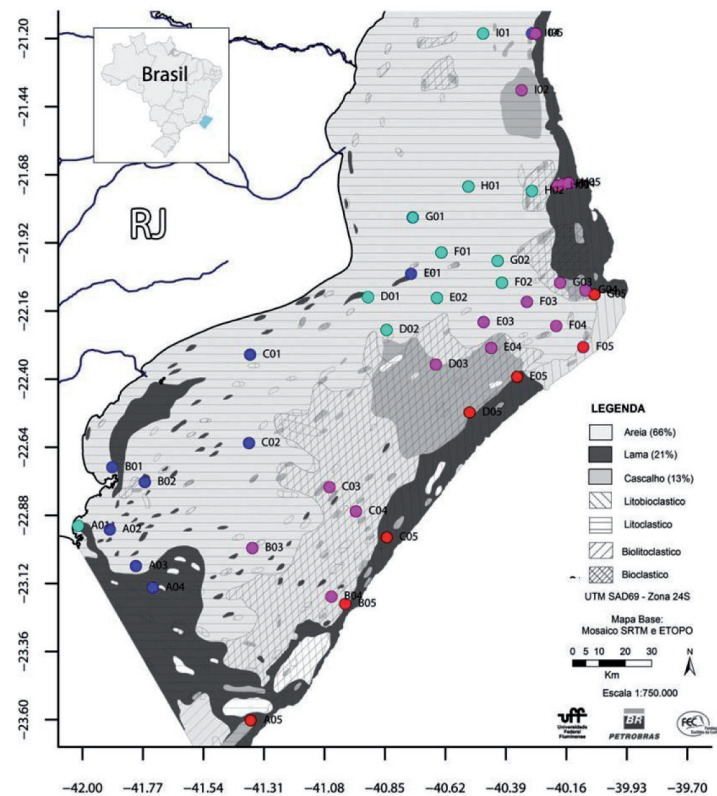
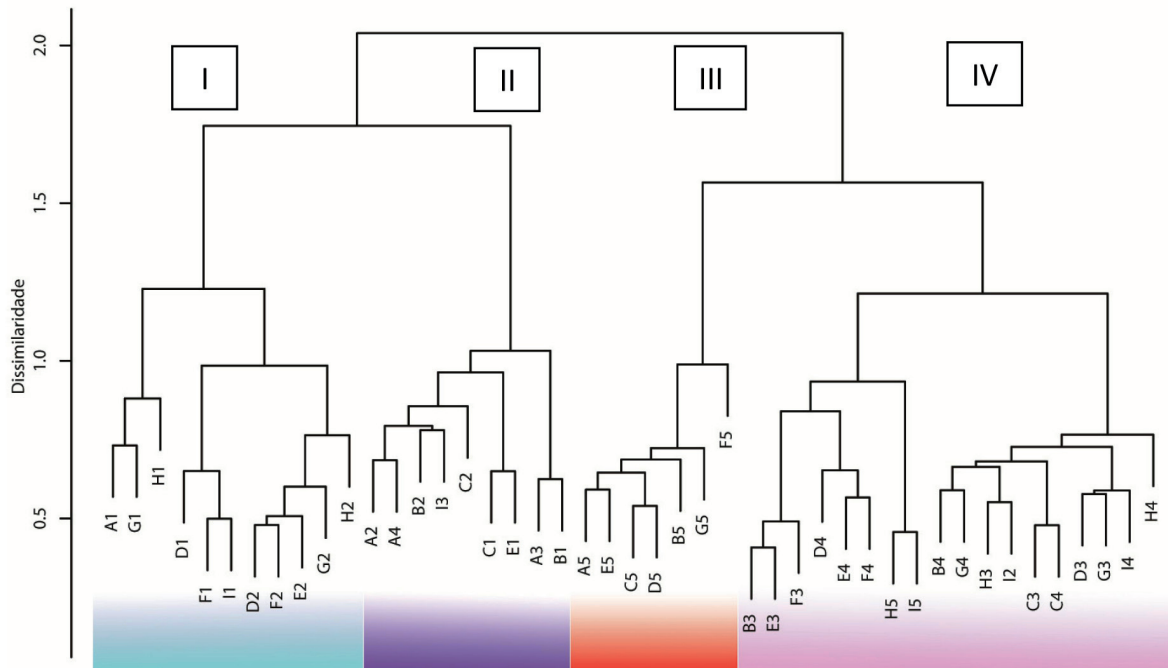


Figura 7 - Análise de agrupamento com base na macrofauna bentônica da plataforma continental da Bacia de Campos, período seco, e mapa da plataforma continental da Bacia de Campos com a representação dos subgrupos (I, II, III e IV) formados pela análise de agrupamento, período seco.

Tabela 4 - Contribuição das principais espécies, ISA (Dufréne e Legendre, 1997), para a formação dos subgrupos (I, II, III e IV) da análise de agrupamento, durante o período seco. P significativo: $p < 0,05$; e hábitos tróficos preferenciais de cada espécie. (P)-Polychaeta, (C)- Crustacea, (M)- Mollusca.

	Espécies	p	ISA	Hábitos tróficos
Grupo I	(C) <i>Puelche sp. 1</i>	0,001	0,90	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Hesionura laubieri</i>	0,001	0,89	Carnívoro
	(P) <i>Dorvilleidae sp. 6</i>	0,001	0,86	Desconhecido
	(P) <i>Aonides mayaguezensis</i>	0,001	0,84	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Sphaerosyllis sp. 4</i>	0,001	0,80	Carnívoro
	(P) <i>Goniadides carolinae</i>	0,001	0,79	Carnívoro
	(P) <i>Parexogone sp. 3</i>	0,001	0,77	Carnívoro
	(P) <i>Prosphaerosyllis sp. 1</i>	0,001	0,73	Carnívoro
	(M) <i>Caecum achironum</i>	0,001	0,73	Depositívoro de subsuperfície
	(P) <i>Eusyllinae sp. 1</i>	0,001	0,73	Carnívoro
Grupo II	(P) <i>Mediomastus californiensis</i>	0,001	0,92	Depositívoro de superfície ou subsuperfície
	(P) <i>Paraprionospio tamaii</i>	0,002	0,75	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Cirrophorus sp. 3</i>	0,008	0,68	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Sthenelais sp. A</i>	0,001	0,61	Carnívoro
	(P) <i>Magelona variolamellata</i>	0,001	0,55	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Micronephtys sp.</i>	0,008	0,52	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Aglaophamus macroura</i>	0,014	0,47	Carnívoro
	(C) <i>Pseudharpinia sp. 1</i>	0,004	0,44	Desconhecido
	(P) <i>Gymnonereis cf. crosslandi</i>	0,004	0,43	Carnívoro
	(P) <i>Aglaophamus dibranchis</i>	0,004	0,43	Carnívoro
Grupo III	(P) <i>Aonidella dayi</i>	0,001	0,93	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Brevicirrosyllis mariae</i>	0,001	0,83	Carnívoro
	(P) <i>Goniadella revizee</i>	0,001	0,82	Carnívoro
	(P) <i>Mooreonuphis sp. 1</i>	0,001	0,71	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Nereis sp.</i>	0,001	0,67	Carnívoro
	(P) <i>Barantolla sp. C</i>	0,001	0,58	Depositívoro de superfície ou subsuperfície
	(P) <i>Syllis garciai</i>	0,006	0,52	Carnívoro
	(P) <i>Progoniada regularis</i>	0,003	0,51	Carnívoro
	(P) <i>Notomastus cf. tenuis</i>	0,004	0,49	Depositívoro de superfície ou subsuperfície
	(P) <i>Notomastus latericeus</i>	0,003	0,46	Depositívoro de superfície ou subsuperfície
Grupo IV	(P) <i>Spiophanes sp. A</i>	0,001	0,87	Depositívoro de superfície
	(C) <i>Tanaella sp. 2</i>	0,001	0,77	Desconhecido
	(P) <i>Prosphaerosyllis isabellae</i>	0,001	0,67	Carnívoro
	(P) <i>Diopatra tridentata</i>	0,001	0,67	Carnívoro
	(P) <i>Ophelina cylindricaudata</i>	0,001	0,61	Depositívoro de superfície
	(P) <i>Capitellidae II sp. A</i>	0,001	0,60	Depositívoro de superfície ou subsuperfície
	(P) <i>Syllis sp. 16</i>	0,002	0,58	Suspensívoro
	(P) <i>Scyphoproctus sp. A</i>	0,005	0,57	Depositívoro de superfície ou subsuperfície
	(P) <i>Spiophanes sp. B</i>	0,01	0,57	Depositívoro de superfície
	(C) <i>Paratanaidae sp.</i>	0,005	0,53	Desconhecido

Em relação à preferência alimentar das espécies que mais contribuíram para a formação dos agrupamentos (Tabelas 3 e 4), os depositívoros (de subsuperfície e de superfície) representaram 57 % das espécies, seguidos de carnívoros (37 %) e suspensívoros (2 %) (Figura 8).

As espécies depositóvoras de superfície predominaram nos grupos II e IV, enquanto que as de subsuperfície foram observadas em todos os grupos formados, porém em menor abundância no grupo I, caracterizado por apresentar um sedimento de granulometria grossa. Neste tipo de substrato, as espécies carnívoras foram predominantes. Os suspensívoros foram poucos representativos, ocorrendo apenas nos grupos III e IV.

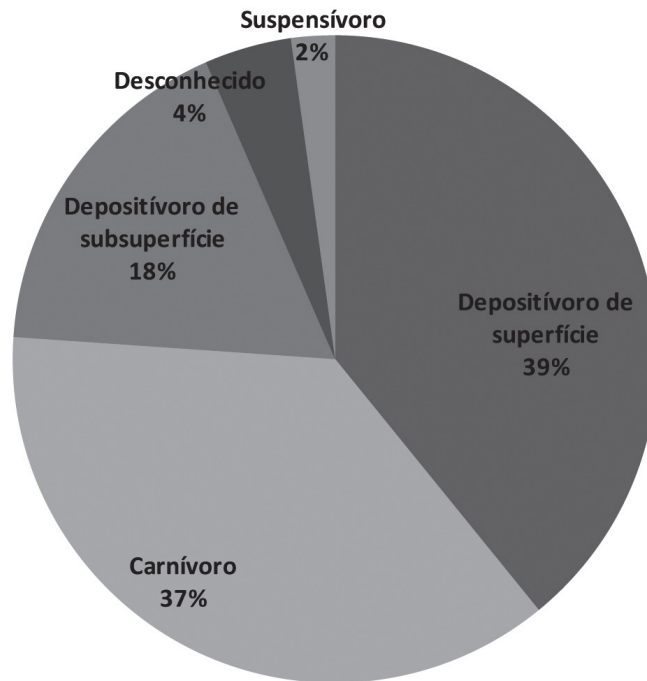


Figura 8 - Proporção dos diferentes hábitos alimentares da macrofauna bentônica da plataforma continental da Bacia de Campos.

Para integração entre dados abióticos e bióticos nos dois períodos estudados, foram selecionadas as variáveis: profundidade, temperatura da água junto ao fundo, carbono orgânico total, porcentagem de cascalho e areia, tamanho médio dos grãos (média de Phi), concentração de carbonato, assimetria e concentração de clorofila-a (Tabela 5).

Tabela 5 - Resultados principais da Análise de Correspondência Canônica na plataforma Continental da Bacia de Campos nos períodos chuvoso (PPC) e período seco (PPS). Variáveis ambientais (Areia = % de areia; MediaPhi = Phi médio; Assim = Assimetria; Carb = % carbonatos no sedimento; Prof = profundidade; Temp = temperatura; Clorof = clorofila; COT = carbono orgânico total; Casc = % de cascalho).

	PPC						PPS					
	CCA1	CCA2	CCA3	CCA4	CCA5	CCA6	CCA1	CCA2	CCA3	CCA4	CCA5	CCA6
<i>principais componentes</i>												
Autovalor	0,447	0,345	0,207	0,169	0,120	0,104	0,418	0,326	0,191	0,140	0,110	0,095
Proporção explicada	0,270	0,208	0,125	0,102	0,072	0,062	0,280	0,218	0,128	0,939	0,074	0,063
Proporção acumulada	0,270	0,479	0,604	0,707	0,780	0,994	0,280	0,498	0,626	0,719	0,793	0,850
<i>variáveis</i>												
areia	-0,720	-0,398	0,524	0,065	0,045	-0,090	-0,762	0,301	-0,515	0,094	-0,155	0,002
media Phi	-0,256	0,803	-0,128	0,034	0,017	0,234	0,088	-0,855	-0,064	-0,355	0,207	0,202
Assim	0,497	-0,207	-0,054	-0,016	0,065	-0,224	0,225	0,102	-0,025	0,193	0,171	0,419
Carb	0,895	-0,045	-0,309	0,036	-0,279	-0,025	0,848	0,317	0,323	0,162	-0,007	0,187
Prof	0,809	0,199	0,261	0,398	0,258	-0,081	0,826	0,183	-0,354	-0,318	-0,011	0,013
Temp	0,082	-0,486	-0,492	-0,549	0,288	0,008	-0,590	-0,039	0,452	0,144	0,462	0,324
Clorof	-0,340	-0,368	-0,717	-0,179	0,103	-0,223	-0,112	0,115	0,598	-0,151	0,538	-0,191
COT	0,227	0,758	-0,532	0,130	0,174	0,020	0,204	-0,410	0,161	-0,010	0,009	0,145
Casc	0,888	-0,123	-0,229	-0,178	-0,183	-0,096	0,734	0,417	0,351	0,301	0,084	-0,197

No período chuvoso, os dois principais eixos apresentaram uma variação associada de 27 % ao eixo 1 e 20 % ao eixo 2, somando uma variância total de 47 %, com $p < 0,001$.

As variáveis com as maiores correlações positivas com o primeiro eixo foram carbonato, cascalho e temperatura, que estiveram relacionadas às estações com as maiores profundidades (plataforma média-externa). As maiores correlações negativas foram relacionadas às porcentagens de areia e tamanho médio do grão, que corresponderam às estações mais rasas. Para o segundo eixo, as variáveis que mais se destacaram em correlação positiva foram Carbono Orgânico Total (COT) e tamanho médio do grão, associadas às estações localizadas na região próxima ao Cabo Frio. Foi observada uma correlação negativa para temperatura que correspondeu às estações com valores mais elevados. Para o período seco, os dois principais eixos apresentaram uma variação associada de 28 % no eixo I e 21 % no II, somando uma variância total de 49 %, com $p < 0,001$.

Elevadas porcentagens de frações de carbonato e cascalho, associadas a estações da plataforma média-externa foram posicionadas no lado positivo do eixo I, porém a temperatura mostrou-se associada ao lado negativo, separando as estações mais rasas das mais profundas. A maior correlação positiva ocorreu para areia e clorofila-a observadas no eixo II, que correspondeu a estações rasas próximas ao Cabo de São Tomé.

O lado negativo do eixo foi mais correlacionado a tamanho médio do grão, associado a estações rasas de sedimento lamoso na região próxima ao Cabo Frio (Figura 9).

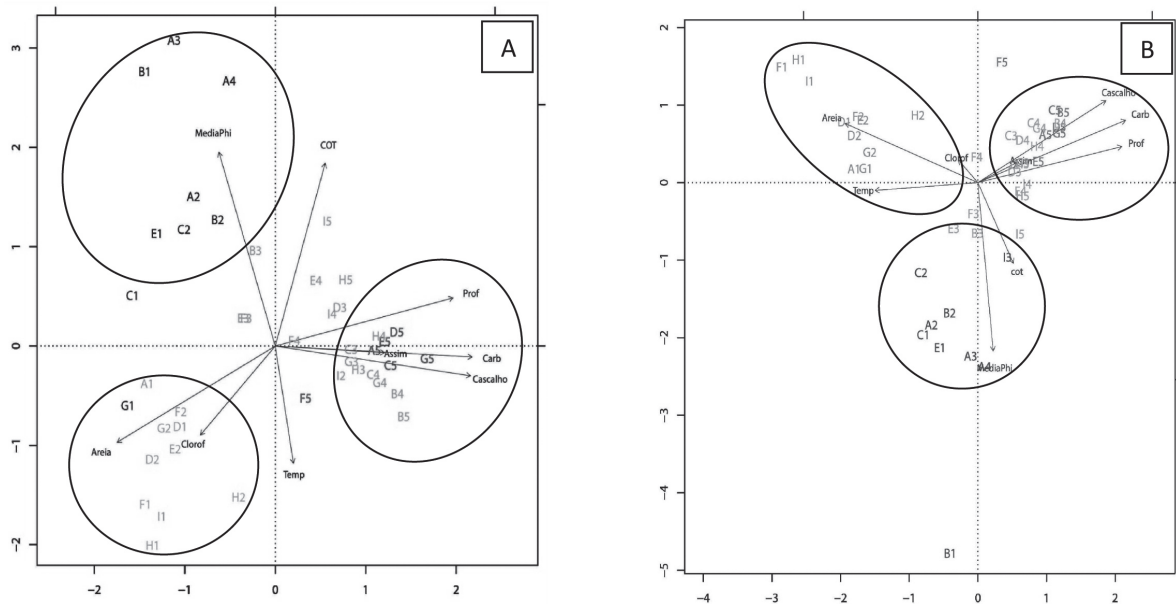


Figura 9 - Diagrama de ordenação com resultado da CCA para o período chuvoso (PPC) (A) e seco (PPS) (B). Variáveis ambientais (Clorof = clorofila; Temp = temperatura; Carb = % carbonatos no sedimento; Prof = profundidade; Assim = Assimetria; MediaPhi = Phi médio; Areia = % de areia; COT = carbono orgânico total; Cascalho = % de cascalho).

Os resultados da análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) indicaram diferenças temporais significativas na composição da macrofauna, com interação entre os fatores período, transectos e isóbatas (Tabela 6). A comparação múltipla a posteriori indicou que todos os transectos apresentaram diferenças entre as profundidades, nos períodos amostrados.

Tabela 6 - Análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) entre as isóbatas de 25 a 150 m, nos dois períodos amostrados (PPC e PPS). Dados de densidade transformados em $\log(x+1)$. Análise baseada nos índices de dissimilaridade de Bray-Curtis. Valores de $P < 0,05$ em **negrito**.

	GL	F	P(perm)
Período	1	31,278	0,001
Transecto	8	79,077	0,001
Isóbata	4	20,106	0,001
Período	8	2,945	0,001
Período X Isóbata	4	4,496	0,001
Transecto X Isóbata	30	6,176	0,001
Período X Transecto X Isóbata	30	24,088	0,001
Resíduo	172		
Total	257		

Discussão

Composição da comunidade

Um biótopo no qual um grupo de espécies vive não pode ser caracterizado apenas por uma variável, e sim por um conjunto destas, que atuam e interagem simultaneamente, propiciando características peculiares ao local (Olenin e Ducrotoy, 2006). As condições e os requerimentos semelhantes apresentados pelas espécies favorecem sua ocorrência em grupos formando associações ou comunidades. Contudo, uma comunidade tem sido considerada não como um agrupamento de espécies em um hábitat singular, mas como uma unidade coesa (Gray e Elliott, 2009). Assim, em uma comunidade haveria repartição de recursos, semelhanças quanto aos grupos funcionais, ao tamanho corpóreo, entre outras características. Inicialmente, estas comunidades foram compreendidas como associações com distribuição discreta, representadas por espécies dominantes. Contudo, muitas comunidades apresentam espécies frequentes e comuns em todo o ambiente, estando presentes em mais de uma associação faunística. Este padrão de distribuição das espécies gerou uma nova abordagem em contraste ao conceito clássico de uma comunidade com distribuição discreta, ou seja, a distribuição das espécies seria semelhante a uma curva normal, onde haveria uma continuidade na distribuição ao longo de um gradiente sedimentar (Hughes e Thomas, 1971). Cada espécie teria assim uma tolerância distinta em relação às variáveis ambientais, e a cada

mudança das variáveis no espaço geraria uma nova combinação de espécies ou alteraria sua relação quantitativa com as demais (Anderson, 2008; Gray e Elliott, 2009). Em nosso estudo, observamos também que a distribuição das espécies não apresentou um padrão de distribuição discreto. Das espécies identificadas, 9,6 % apareceram em mais de 15 % das estações de coleta e foram consideradas frequentes, enquanto que 20 % do total de espécies foram consideradas comuns, estando presentes entre 5 e 15 % do total das estações. Algumas espécies de crustáceos como *Phtisica marina* e *Chevalia anomala*, e os poliquetas *Spiophanes* sp. A, *Lumbrineris* sp. 4 e *Prionospio* sp., mesmo que abundantes em uma determinada estação, ocorreram também em mais de um tipo granulométrico, ou seja, não sendo exclusivas de um tipo sedimentar. Recentes discussões enfatizam que a relação dos organismos com as características do sedimento é heterogênea e que a variação na abundância de uma espécie é influenciada também por outros fatores e interações gerando relações não lineares (Cade e Noon, 2003; Koenker, 2005; Anderson, 2008).

Outra característica marcante das associações da macrofauna da plataforma continental da Bacia de Campos é o elevado número de espécies raras (70 %) e singulares (32 %), ou seja, com a ocorrência de um ou dois indivíduos. Elevada raridade e singularidade têm sido observada em outras regiões alcançando valores em torno de 50 a 70 % do total de espécies amostradas (Anderson, 2008; Gray e Elliott, 2009). A megafauna da margem continental da Austrália, por exemplo, foi caracterizada por alta diversidade com elevada porcentagem de espécies singulares, havendo espécies coletadas em uma única amostra e representada por apenas um indivíduo (Williams *et al.*, 2010). Segundo Ellingsen *et al.* (2007) estas espécies não estariam distribuídas aleatoriamente, mas associadas à diversidade e complexidade do hábitat. A maior ocorrência de espécies raras, na nossa área de estudo, foi na região ao norte, caracterizada pela variedade de tipos sedimentares com elevada porcentagem de carbonatos. Esta região apresentou também elevada diversidade biológica, corroborando com os resultados observados por esses autores. Estas espécies não apenas seriam importantes para a biodiversidade, mas desempenhariam um papel importante na estabilidade e funcionamento dos ecossistemas (Ellingsen *et al.*, 2007). Contudo, ainda não há um bom entendimento do papel desempenhado pelas espécies raras.

Dentre os grupos taxonômicos identificados, os anelídeos poliquetas juntamen-

te com os crustáceos e moluscos foram os grupos mais diversificados e abundantes da macrofauna, independente do tipo de fundo ou profundidade. Os poliquetas se destacaram por dominarem numericamente as associações. Vários autores indicam os poliquetas como os mais apropriados para a análise de eventos de perturbação ambiental, devido ao modo de vida relativamente sedentário e por apresentarem um espectro variado de tolerância às alterações ambientais (Dauer, 1984; Pires-Vanin *et al.*, 1997; Muniz e Pires-Vanin, 2005; Surugiu *et al.*, 2010). Entre as famílias registradas para a plataforma continental se destacam duas bastante frequentes e abundantes, Syllidae e Spionidae, sendo a primeira bem conhecida pelos indivíduos de tamanho muito reduzido. Algumas espécies da família Spionidae, classificadas de uma forma geral como depositívoras de superfície, têm sido utilizadas como espécies indicadoras em trabalhos de impacto ambiental, devido a sua capacidade de recolonizar em curto período de tempo áreas perturbadas e azóicas (Reish e Gerlinger, 1997). Entre os crustáceos, destacam-se os anfípodes pela riqueza e abundância, como observado em outras regiões do litoral brasileiro (Pires-Vanin, 1993; Santos e Pires-Vanin, 2000). As Famílias Caprellidae e Chevaliidae foram as mais abundantes na plataforma, sendo características de sedimento com granulometria média a grossa. Entretanto, a identificação taxonômica destas ao nível específico não foi possível, devido a necessidade de estudos taxonômicos mais detalhados. Desta forma, muitos táxons foram identificados como morfoespécies, como nos casos dos grupos Tanaidacea e Cumacea. Com relação aos moluscos, esperava-se uma abundância mais elevada em relação às espécies encontradas. Alguns trabalhos argumentam que os moluscos apresentam um grande potencial como grupo indicador da riqueza de espécies e de toda a macrofauna por terem boa relação com os gradientes ambientais, ampla distribuição geográfica e diversificação dentro dos ambientes marinhos (Bouchet, 1997; Smith, 2005; Shokri *et al.*, 2009). Porém, no presente trabalho, apresentaram baixa correlação com os padrões da macrofauna, o que pode estar relacionado ao fato de termos considerado apenas os moluscos vivos. Contudo, os bivalves foram os relativamente mais abundantes, principalmente nas estações com sedimento arenoso, como relatado por Bocher *et al.* (2007) em um estudo em áreas com diferentes aspectos granulométricos no Mar do Norte.

Padrão espacial e relação com sedimento

Como salientado anteriormente, a Bacia de Campos apresentou áreas muito diferenciadas em termos granulométricos. Diversos trabalhos sobre macrofauna bentônica apontam que o tamanho da partícula que constitui o sedimento é uma das variáveis mais importantes para caracterização das comunidades bentônicas (Anderson, 2008; Cosentino e Giacobbe, 2008; Arrighetti e Penchaszadeh, 2010). Algumas espécies apresentam elevada dominância em um determinado tipo granulométrico, tais como os poliquetas *Chone americana* (areia grossa) e *Mediomastus californiensis* (lama), os crustáceos *Diastylopsis* sp. 1 e *Metharpinia* sp. 1 (areia fina e lama), e os moluscos bivalves *Warrana besnardi* (areia média e grosso) e *Cardites micellus* (areia fina) auxiliando na diferenciação entre as áreas da plataforma. As estações localizadas na plataforma continental interna em torno de Cabo Frio (Grupo II) diferiram acentuadamente das estações localizadas na região do Cabo de São Tomé (Grupo I) (Figura 6). As estações do grupo II apresentaram elevadas porcentagens de silte e argila, de origem litoclástica. Alguns autores (Weston, 1988; Santos e Pires-Vanin, 2004) salientam que a contribuição de silte e argila são variáveis muito importantes para a diferenciação das associações da macrofauna. Assim, as espécies do grupo II *Photis* sp. 5 (anfípode), *Eudorella* sp. 3 (cumáceo), *Ampelisca paria* (anfípode) e *Axiothella* sp. 3 (poliqueta) são típicas de sedimentos lamosos com elevado conteúdo de matéria orgânica. O grupo trófico característico deste tipo de sedimento foram os depositívoros de superfície. Em contraste, as estações do agrupamento I, constituídas de granulometria média e grossa, não apenas apresentaram uma composição diferenciada de espécies, mas também uma mudança no grupo trófico que passa a ser predominantemente de carnívoros, principalmente poliquetas. Foram dominantes neste grupo as espécies *Hesionura laubieri*, *Salvatoria* sp. 1, *Protodorvillea kefersteini*, *Prosphaerosyllis* sp., *Perkinsyllis* sp., *Mooreonuphis intermedia* e *Parexogone* sp. 3. O sedimento arenoso, segundo alguns autores (Muniz e Pires-Vanin, 2005; Afli *et al.*, 2008; Cosentino e Giacobbe, 2008), dificultaria a obtenção de alimento para os depositívoros; por isso sua menor representatividade neste tipo de sedimento. Os agrupamentos I e II caracterizaram a plataforma interna até a profundidade de 50 m aproximadamente.

Alguns estudos realizados na plataforma continental de Ubatuba (SP) identificaram que depositívoros de subsuperfície apresentam correlação negativa com o

teor de areia grossa e de carbonato de cálcio (Paiva, 1993; Santos e Pires-Vanin, 2004). Porém, no presente estudo, não foi identificado nenhum padrão de ocorrência para este grupo trófico. Os suspensívoros também não apresentaram dominância em nenhuma associação, estando presentes em estações compostas por diferentes tipos de sedimento, desde areia grossa com baixa contribuição de finos até sedimentos com altas concentrações de silte/argila.

O grupo formado por estações localizadas a 150 metros de profundidade (Grupo III) apresentou uma maior contribuição de poliquetas depositívoros de superfície, como *Laubieriopsis cabiochi*, *Exogone* (*Exogone*) sp. 6, *Prionospio* sp. U, *Barantolla* sp. C, *Bevicirrosyllis mariae* e o molusco *Abra lioica*. O presente resultado sugere que espécies depositívoras são predominantes em ambientes lamosos. Resultados similares foram observados por Martins *et al.* (2013) e Santos e Pires-Vanin (2004).

Devido à maior variação de espécies entre as estações do agrupamento IV, que se destacou por apresentar o maior mosaico sedimentar, não foi possível verificar nenhum grupo trófico dominante. As principais espécies que caracterizaram este agrupamento foram os poliquetas *Spiophanes* sp. A, *Lumbrineridae* sp. 6, *Prionospio* sp. M, *Prosphaerosyllis isabellae* e o tanaidáceo *Tanaella* sp. 2. De forma geral, áreas caracterizadas como mosaico sedimentar geram agrupamentos com baixa similaridade entre as estações que podem ser explicadas pela magnitude das diferenças ambientais locais (Bolam *et al.*, 2008).

Variações temporais

Durante a primeira amostragem, realizada no período chuvoso, época em que a ACAS se aproxima da área da plataforma, a temperatura de fundo nas estações ao sul da plataforma apresentou média de 16,64 °C, enquanto que, no período seco, as mesmas estações apresentaram temperatura média de 18,09 °C. As maiores porcentagens de matéria orgânica foram observadas neste período. Como exposto anteriormente, a intrusão da ACAS promove o enriquecimento das águas costeiras com conseqüente aumento na produção primária e em toda a cadeia trófica (Pires-Vanin, 1993; Lana *et al.*, 1996), o que explicaria em parte esse aumento da matéria orgânica no sedimento. Somado ao fenômeno da ressurgência, ocorre também no período chuvoso, um aumento da influência de material terrestre proveniente da vazão dos rios, principalmente do Paraíba do Sul, que carrega maior porcentagem de

nutrientes para a plataforma interna. Neste período, foram observadas na maioria das estações de coleta densidades e biomassas mais elevadas, destacando-se as estações da plataforma interna entre 25 e 50 m. As condições hidrodinâmicas, tais como influxo de diferentes massas de água influenciam no aumento do suplemento alimentar para a macrofauna e, conseqüentemente, na abundância e biomassa das populações (Schückel *et al.*, 2010). Os trabalhos realizados nas plataformas de Ubatuba e São Sebastião, que também estão sobre a influência da ressurgência, corroboram nossas observações (Pires-Vanin, 1993; Pires-Vanin *et al.*, 1997; Arasaki *et al.*, 2004; Sumida *et al.*, 2005).

Observa-se que, no período chuvoso, os maiores valores de densidade da macrofauna encontram-se nas profundidades mais rasas (50 m), enquanto que no período seco os valores mais elevados são observados nas isóbatas de 75 e 100 m. A diminuição dos valores da macrofauna no período seco em áreas rasas pode ser associada à diminuição da produção primária e ao maior revolvimento do fundo que ocorre durante esse período (Aidar *et al.*, 1993; Pires-Vanin, 1993).

As estações localizadas a 150 m, independente da época amostrada, apresentaram os menores valores de densidade e biomassa. Este fato pode estar relacionado aos processos de transporte da borda da plataforma e a não retenção de clorofila-a no sedimento.

Variações sazonais na abundância e na biomassa são comuns de serem observadas em todas as regiões geográficas. Entretanto, quanto maior a intensidade e amplitude das variações dos parâmetros abióticos, como observado nas regiões temperadas e polares, mais acentuadas são as mudanças dos parâmetros descritores da comunidade (Gray e Elliott, 2009). No presente estudo, estão sendo avaliadas diferenças entre amostragens que ocorreram em períodos distintos, entretanto, devido à ausência de replicação temporal (mais de uma amostragem em um dado período) as diferenças observadas deverão ser consideradas como indícios da variabilidade sazonal. Algumas espécies, abundantes no período chuvoso, não foram amostradas no período seco, como *Warrana besnardi* (Bivalvia), *Apanthura* sp. 4 (Isopoda), *Chevalia setosa* e *Chevalia convexa* (Amphipoda), *Owenia fusiformis* e *Pholoe minuta* (Polychaeta). Considera-se, também, que cada espécie possui um período reprodutivo e de recrutamento próprio e que nas regiões tropicais, apesar da maioria das espécies apresentarem reprodução contínua, muitas possuem picos reprodutivos e de recrutamento entre a primavera e o verão (Costa e Fernandes,

1993; Ventura *et al.*, 1997; Ventura *et al.*, 1998). As variações em quase todos os parâmetros entre o período seco e chuvoso dificultam também a identificação do fator que mais contribuiu para as alterações temporais na macrofauna.

Gradientes de profundidade

O gradiente de profundidade também mostrou ser uma variável importante na diferenciação dos agrupamentos faunísticos. Espécies como os poliquetas *Perkinsyllis* sp., *Mooreonuphis intermedia*, *Parexogone* sp. 3, *Paraprionospio alata*, o anfípode *Photis* sp. 2 e o cumáceo *Diastylopsis* sp. 1, foram exclusivas das estações localizadas em profundidades rasas, de até 50 metros. Em contraste, as espécies de poliqueta *Laubieriopsis cabiochi*, *Prionospio* sp. U, *Capitelidae* II sp. A e *Lumbrinerides* sp. 4 foram características das estações localizadas em águas mais profundas, sendo encontradas principalmente na plataforma externa. A batimetria já foi apontada como um fator bastante relevante na diferenciação das associações de espécies em outros trabalhos (Karakassis e Eleftheriou, 1997; Absalão *et al.*, 2006; De Léo e Pires-Vanin, 2006; Joydas e Damodaran, 2009). A divisão da plataforma continental da costa sudeste brasileira em interna, média e externa, já havia sido sugerida por outros autores (Castro, 1996; Lana *et al.*, 1996; Castro *et al.*, 2008; Pires-Vanin, 2008). Entretanto, neste estudo, algumas diferenças foram observadas em relação aos limites da plataforma média. Enquanto estes autores delimitam a plataforma média entre 50 e 75 metros de profundidade, nossas análises não foram capazes de diferenciar as profundidades entre 75 e 100 metros, estando as estações mescladas no agrupamento IV. Este fato talvez esteja relacionado à diminuição da largura da plataforma continental em sua área norte, na qual as profundidades de 75, 100 e 150 metros ficariam muito próximas. Na profundidade de 25 m, apesar dos valores mais elevados de biomassa, as densidades foram inferiores às observadas a 50 m. Em profundidades mais rasas, ocorre maior influência da hidrodinâmica e a incidência de ondas pode assumir um papel preponderante, influenciando o transporte e revolvimento de sedimento (McCall, 1977; Absalão, 1991). Outro fator pouco abordado nos trabalhos é a influência das atividades humanas, como pesca com redes de arrasto, que poderiam gerar impactos negativos sobre as comunidades bentônicas (Gray e Elliott, 2009), afetando a abundância da epifauna devido à retirada dos organismos, além da remobilização do sedimento, alterando suas características e propriedades. As regiões no entorno de Cabo Frio

e do Cabo de São Tomé são áreas relevantes em termos de produção pesqueira. Matéria orgânica e produção primária, que estão relacionadas à disponibilidade alimentar, podem influenciar a abundância e ocorrência de filtradores/suspensívoros (Schückel *et al.*, 2010). O forte aumento na densidade de suspensívoros, como *Owenia* e *Spiophanes*, pode ser uma resposta rápida ao aumento de produção primária em determinadas épocas do ano (Pearson e Mannvik, 1998; Schückel *et al.*, 2010). Altas densidades de *Owenia* observadas no período chuvoso podem estar relacionadas ao aumento dos valores de produção primária. Na plataforma interna da Bacia de Campos, os valores mais elevados de densidade bentônica para a plataforma continental foram registrados para as áreas com teores mais elevados de clorofila e produção primária, localizadas nas proximidades de Cabo Frio, Cabo de São Tomé e mais ao norte da Bacia de Campos. Enquanto a clorofila-a esteve mais relacionada às estações mais rasas da plataforma interna, caracterizadas por granulometria grossa, o carbono orgânico total foi mais relacionado às estações com areias mais finas. Este resultado está de acordo o descrito por Carreira *et al.* (2013, volume 6 desta série), que apresentou alta correlação de carbono orgânico total em estações de granulometria fina na Bacia de Campos. Os filtradores, depositívoros de superfície e carnívoros foram bem representativos nas profundidades mais rasas, enquanto que nas maiores profundidades, os depositívoros de subsuperfície foram abundantes. Depositívoros de superfície são relacionados com a matéria orgânica recentemente assentada; enquanto os organismos de subsuperfície e predadores são indicadores de material mais refratário e de baixa taxa de sedimentação entre o ambiente pelágico e bentônico (Hyland *et al.*, 2005).

Influência de variáveis ambientais

Modelos multivariados geralmente são mais sensíveis para detectar pequenas mudanças nas estruturas das associações que modelos estatísticos univariados. A idéia de que vários parâmetros ambientais seriam importantes para explicar os padrões espaciais e temporais das comunidades bentônicas tem sido bem discutida na literatura (Pires-Vanin, 2008). Gradientes tais como temperatura, profundidade e produção primária, geralmente produzem mudanças na distribuição e funcionamento das comunidades em média e larga escala espacial, enquanto mudanças no sedimento caracterizam gradientes em escala local (Bolam *et al.*, 2008). Agrupamentos biológicos são identificados em áreas com características físicas homo-

gêneas, principalmente do sedimento (Parry *et al.*, 2003; Wlodarska-Kowalczyk e Weslawski, 2008). Assim, podemos descrever o ambiente no qual uma espécie vive, como o reflexo da interação de diversas variáveis físico-químicas que determinam padrões e processos, que são fundamentais para constituir e determinar o nicho de um organismo.

A análise multivariada gerada para a plataforma continental da Bacia de Campos permitiu distinguir diferentes áreas geográficas baseadas, principalmente, nas características sedimentológicas. O mosaico sedimentar somado à variação espacial dos parâmetros ambientais gerou diferenças marcantes ao longo da plataforma. Esta heterogeneidade foi confirmada pela análise permutacional e indicou diferenças significativas entre os transectos, as profundidades e os períodos em relação à composição e abundância das espécies. Contudo, as interações biológicas também modificam e determinam esses padrões, conforme já mencionado na introdução. Uma única espécie é capaz de modificar a estrutura física de um determinado local, através da construção de tubos, bioturbação, formação de estruturas calcárias, incrustações, entre outros (Rhoads e Young, 1970; Gray e Elliott, 2009). A presença de algas calcárias e corais na plataforma continental certamente são determinantes, não só na modificação e estruturação do meio físico, mas também por gerar uma complexidade de habitats que influencia na biodiversidade e no fluxo de energia do sistema. Áreas de rodolito são citadas na literatura como regiões de elevada diversidade e produção (Lana *et al.*, 1996, Amado-filho *et al.*, 2012). A complexidade do habitat é citada como parâmetro relevante nos modelos multivariados auxiliando na compreensão da matriz biológica (Hoekstra *et al.*, 2005). A biodiversidade ou “hotspots” frequentemente são o foco para preservação e conservação de áreas marinhas, porém a relação direta entre diversidade e o número de espécies raras não é a mesma para todas as regiões. Um enfoque na complexidade de habitats tem sido sugerido como alternativa de conservação (Hoekstra *et al.*, 2005; Ellingsen *et al.*, 2007). O planejamento para a conservação da biodiversidade não pode ter uma extensa credibilidade sem uma sistemática descrição da diversidade e dos diferentes habitats (Williams *et al.*, 2010). Contudo, a caracterização das associações, embora necessárias, não são suficientes como único critério para a elaboração de planos de conservação. Portanto, o entendimento da trama trófica e do fluxo de energia é fundamental para a preservação da integridade funcional dos ecossistemas.

Conclusão

A estrutura espacial da macrofauna permaneceu relativamente estável entre os períodos amostrados. Isto sugere a importância do tipo de fundo para o estabelecimento de associações da macrofauna. A profundidade como proxy dos efeitos dos diversos fatores associados a esta variável também foi relevante para compreendermos a distribuição das diferentes espécies da macrofauna e provavelmente, em locais com sedimentos mais homogêneos, assumiria um peso maior na determinação dos padrões espaciais.

A elevada proporção de espécies raras indica, além de uma elevada biodiversidade, uma maior complexidade entre as relações biológicas, o que sugere uma trama trófica complexa. A Plataforma continental deve ser vista como constituída por vários sub-ambientes, uma vez que foi possível diferenciar associações ao longo de sua extensão. Entretanto, devemos ressaltar que estas associações não são imutáveis, ao contrário, são dinâmicas refletindo as variações temporais de processos biológicos e ambientais. Esta visão de sub-ambientes poderá evitar equívocos no manejo do ecossistema e na exploração sustentável dos recursos, protegendo e minimizando os efeitos negativos sobre áreas onde as associações são mais complexas e sensíveis as alterações.

Agradecimentos

Este trabalho só pôde ser realizado com a colaboração direta ou indireta de muitas pessoas, para as quais expressamos nossos sinceros agradecimentos, especialmente aquelas que se dedicaram às coletas e triagem das amostras. À Diretora de pesquisa e Chanceler Dra Jeanete Maron Ramos (*in memoriam*) e Dra Elaine Figueredo Albuquerque da Universidade Santa Úrsula, pela infraestrutura e apoio logístico. Aos vários especialistas que contribuíram para a identificação do material biológico e ao Dr. Sergio Rosso pelas valiosas discussões sobre as análises dos dados. Aos biólogos Rodrigo Aluizio, Fabiola de Souza Freitas e Ingrid Ávila da Costa pela incansável ajuda.

Referências Bibliográficas

- Absalão, R.S., 1991. Environmental discrimination among soft-bottom Mollusc associations off Lagoa dos Patos, South Brazil. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 32, 71-86.
- Absalão, R.S., Moreira, J., Troncoso, J.S., 2006. Common environmental descriptors of two benthic amphi-atlantic mollusc assemblages. *Brazil. J. Oceanogr.* 54 (1), 65-73.
- Afli, A., Ayari, R., Brahim, M., 2008. Trophic organization of the macro-zoobenthic assemblages within coastal areas subjected to anthropogenic activities. *J. Mar. Biol. Assoc. UK.* 88 (4), 663-674.
- Aidar, E., Gaeta, S.A., Ganesella-Galvão, S.M.F., Kutner, M.B.B., Teixeira, C., 1993. Ecossistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. *Publicação esp. Inst. Oceanogr., São Paulo.* 10, 9-43.
- Amado-Filho GM, Moura RL, Bastos AC, Salgado LT, Sumida PY, *et al.*, 2012. Rhodolith Beds Are Major CaCO₃ Bio-Factories in the Tropical South West Atlantic. *PLoS ONE* 7(4): e35171. doi:10.1371/journal.pone.0035171
- Anderson, M.J., 2008. Animal-sediment relationships re-visited: Characterising species' distributions along an environmental gradient using canonical analysis and quantile regression splines. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 366, 16-27.
- Arasaki, E., Muniz, P., Pires-Vanin, A.M.S., 2004. A functional analysis of the benthic macrofauna of the São Sebastião Channel (Southeastern Brazil). *Mar. Ecol.* 25 (4), 249-263.
- Arrighetti, F., Penchaszadeh, P.E., 2010. Macrobenthos-sediment relationships in a sandy bottom community off Mar del Plata, Argentina. *J. Mar. Biol. Assoc. UK.* 90 (5), 933-939.
- Aschan, M., 1990. Changes in soft bottom macrofauna communities along environmental gradients. *Annls Zool. Fenn.* 27, 329-336.
- Beukema, J.J., Honkoop, P.J.C., Dekker, R., 1998. Recruitment in *Macoma balthica* after mild and cold winters and its possible control by egg production and shrimp predation. *Hydrobiologia.* 23 (375/376), 23-34.
- Bocher, P., Piersma, T., Dekinga, A., Kraan, C., Yates, M.G., Guyot, T., Folmer, E.O., Radenac, G., 2007. Site- and species-specific distribution patterns of molluscs at five intertidal soft-sediment areas in northwest Europe during a single winter. *Mar. Biol.* 151, 577-594.
-

-
- Bolam, S.G., Egglerson, J., Smith, R., Mason, C. Vanstaen, K., Rees, H., 2008. Spatial distribution of macrofaunal assemblages along the English Channel. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 88, 675-687.
- Bouchet, P., 1997. Inventorying the molluscan diversity of the world: what is our progress rate? *The Veliger* 40, 1–11.
- Cade, B.S., Noon, B.R., 2003. A gentle introduction to quantile regression for ecologists. *Front. Ecol. Environ.* 1, 412–420.
- Carreira et. al. 2013
- Castro, B.M., 1996. Correntes e massas de água da plataforma continental norte de São Paulo. Tese de livre-docência. São Paulo, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 248 p.
- Castro, B.M., Miranda, L.B., Silva, L.S., Fontes, R.F.C., Pereira, A.F., Coelho, A.L., 2008. Processos físicos: hidrografia, circulação e transporte, in: Pires-Vanin, A.M.S. (ed), *Oceanografia de um ecossistema subtropical: Plataforma de São Sebastião*, SP. Editora da Universidade de São Paulo, pp. 59-121.
- Caswell, H., Cohen, J.E., 1991. Communities in patchy environments: a model of disturbance, competition and heterogeneity, in: Kolasa, J., Pickett, S.T.A. (eds), *Ecological heterogeneity*. Springer-Verlag, New York.
- Clarke, K.R., Green, R.H., 1988. Statistical Design and analysis for a “biological effects” study. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 46, 213-226.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 2001. *Change in Marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. London: PRIMER-E, Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, 144p.
- Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Lasram, F.B.R., Aguzzi, J., Ballesteros, E., Bianchi, C.N., Corbera, J., Dailianis, T., Danovaro, R., Estrada, M., Frogliia, C., Galil, B.S., Gasol, J.M., Gertwagen, R., Gil, J., Guilhaumon, F., Kesner-Reyes, K., Kitsos, M., Koukouras, A., Lampadariou, N., Laxamana, E., Cuadra, C.M.L., Lotze, H.K., Martin, D., Mouillot, D., Oro, D., Raicevich, S., Rius-Barile, J., Saiz-Salinas, J.I., Vicente, C.S., Somot, S., Templado, J., Turon, X., Vafidis, D., Villanueva, R., Voultsiadou, E., 2010. The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats. *Plos One* 5 (8), e11842. doi:10.1371/journal.pone.0011842
- Cosentino, A., Giacobbe, S., 2008. Distribution and functional response of sublittoral soft bottom assemblages to sedimentar constraints. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 79, 263-276.
-

-
- Costa, P.A.S., Fernandes, F.C., 1993. Seasonal and spatial changes of cephalopods caught in the Cabo Frio (Brazil) upwelling ecosystem. *Bull. Mar. Sci.* 52(2): 751-769.
- Dame, R.F., 1996. Ecology of marine bivalves. An ecosystem approach. CRC Press. New York.
- Dauer, D.M., 1984. The use of polychaete feeding guilds as biological variables. *Mar. Pollut. Bull.* 15, 301-305.
- De Léo, F.C., Pires-Vanin, A.M.S., 2006. Benthic megafauna communities under the influence of the South Atlantic Central Water intrusion onto the Brazilian SE shelf: a comparison between an upwelling and a non-upwelling ecosystem. *J. Mar. Syst.* 60, 268-284.
- Dufréne, M., Legendre, P., 1997. Species assemblages and indicator species: the needs for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.* 67 (3), 345-366.
- Eleftheriou, A., Basford, D.J., 1989. The macrobenthic infauna of the offshore northern North Sea. *J. Mar. Biol. Assoc. UK.* 69, 123-143.
- Ellingsen, K.E., Hewitt, J.E., Thrush, S.F., 2007. Rare species, habitat diversity and functional redundancy in marine benthos. *J. Sea Res.* 58, 291-301.
- Gama, B.A.P., Fernandes, F.C., 1994. Distribuição de crustáceos anomuros na plataforma continental de Cabo Frio (Rio de Janeiro, Brasil). *Nerítica, Paraná*, 8(1-2): 87-98.
- Gray, J.S., 1974. Animal-sediment relationships. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 12, 223-261.
- Gray, J.S., Clarke, K.R., Warwick, R.M., Hobbs, G., 1990. Detection of initial effects of pollution on marine benthos: an examination from the Ekofisk and Eldfisk oilfields, North Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 66, 285-299.
- Gray, J.S., Elliott, M., 2009. Ecology of marine sediments, from science to management. Oxford University Press Inc., New York, 225 p.
- Hall, S.J., 2002. The continental shelf benthic ecosystem: current status, agents for change and future prospects. *Environ. Conserv.* 29 (3), 350-374.
- Hall, S.J., Raffaelli, D., Thrush, S.F., 1994. Patchiness and disturbance in shallow water benthic assemblages, in: Hildrew, A.G., Raffaelli, D.G., Giller, P.S. (eds), *Aquatic Ecology: Scale, Pattern and Process*, Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications. pp. 333-375.
- Hoekstra, J.M., Boucher, T.M., Ricketts, T.H., Roberts, C., 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecol. Lett.* 8, 23-39.
-

-
- Hughes, R.N., Thomas, M.L.H., 1971. The classification and ordination of shallow-water benthic samples from Prince Edward Island, Canada. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 7, 1-39.
- Hyland, J., Balthis, L., Karakassis, I., Magni, P., Petrov, A., Shine, J., Vestergaard, O., Warwick, R., 2005. Organic carbon content of sediments as an indicator of stress in the marine benthos. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 295, 91-103.
- Joydas, T.V., Damodaran, R., 2009. Infaunal macrobenthos along the shelf waters of the west coast of India, Arabian Sea. *Indian J. Mar. Sci.* 38 (2), 191-204.
- Karakassis, I., Eleftheriou, A., 1997. The continental shelf of Crete: structure of macrobenthic communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 160, 185-196.
- Kempf, M., 1972. Shelf off Alagoas and Sergipe (NE Brazil). 5. Station list and notes on benthic bionomy. *Trab. Inst. Oceanogr. UFPE.* 13, 7-28.
- Koenker, R., 2005. *Quantile Regression*. Cambridge University Press, New York, USA.
- Lana, P.C., Camargo, M.G., Brogim, R.A., Isaac, V.J., 1996. O bentos da costa brasileira: avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858 – 1996). FEMAR, Rio de Janeiro, 432 p.
- Lavrado, H.P., Viana, M.S., 2007. Atlas de invertebrados marinhos da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira, parte 1. Série livros 25. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 258 p.
- Legendre, P., Fortin, M.J., 1989. Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetatio.* 80, 107-138.
- Lubchenco, J., Navarette, S.A., Tissot, B.N., Castilla, J.C., 1993. Possible ecological responses to global climate change: nearshore benthic biota of northeastern Pacific coastal ecosystems, in: Mooney, H.A., Fuentes, E.R., Kronberg, B.I. (eds), *Earth System Responses to Global Change: Contrasts between North and South America*. London, UK: Academic Press, pp. 147-166.
- Martins, R., Quintino, V., Rodrigues, A.M., 2013. Diversity and spatial distribution patterns of the soft-bottom macrofauna communities on the Portuguese continental shelf. *J. Sea Res.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.seares.2013.03.001>.
- McCall, P.L., 1977. Community patterns and adaptive strategies of the infaunal benthos of Long Island Sound. *J. Mar. Res.* 35, 221-266.
- McCall, P.L., Tevesz, M.J.S., 1982. *Animal-sediment relations: the biogenic alteration of sediments*. Plenum Press, New York, 336 p.
-

-
- McGill, B.J., Enquist, B.J., Weiher, E., Westoby, M., 2007. Re building community ecology from functional traits. *Trends Ecol. Evol.* 21, 178-185.
- Muniz, P., Pires-Vanin, A.M.S., 2005. More about Taxonomic Sufficiency: a case study using polychaete communities in a subtropical bay moderately affected by urban sewage. *Ocean Sci. J.* 40 (3), 127-143.
- Norling, K., Rosenberg, R., Hulth, S., Grémare, A., Bonsdorff, E., 2007. Importance of functional biodiversity and species-specific traits of benthic fauna for ecosystem functions in marine sediment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 332, 11-23.
- Olenin, S., Ducrotoy, J.P., 2006. The concept of biotope in marine ecology and coastal management. *Mar. Pollut. Bull.* 53, 20-29.
- Paiva, P.C., 1990. Padrões de distribuição e estrutura trófica dos anelídeos poliquetas da plataforma continental do litoral norte do estado de São Paulo. Tese de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 146 p.
- Paiva, P.C., 1993. Anelídeos poliquetas da plataforma continental norte do estado de São Paulo: I – Padrões de densidade e diversidade específicas. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, São Paulo. 41 (1-2), 69-80.
- Parry, D.M., Kendall, M.A., Pilgrim, D.A., Jones, M.B., 2003. Identification of patch structure within marine benthic landscapes using a remotely operated vehicle. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 285-286, 497-511.
- Pearson, T.H., Mannvik, H.P., 1998. Long-term changes in the diversity and faunal structure of benthic communities in the northern North Sea: natural variability or induced stability? *Hydrobiologia* 375-376, 317-329.
- Pereira, R.C., Soares-Gomes, A., 2009. *Biologia Marinha*. Interciência, Rio de Janeiro, 632 p.
- Pires-Vanin, A.M.S., 1993. A macrofauna benthica na plataforma continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Publção Esp. Inst. Oceanogr.* 10, 137-158.
- Pires-Vanin, A.M.S., 2008. *Oceanografia de um ecossistema subtropical: Plataforma de São Sebastião, SP*. Editora da Universidade de São Paulo, 464 p.
- Pires-Vanin, A.M.S., Corbisier, T.N., Arasaki, E., Möellmann, A.M., 1997. Composição e distribuição espaço-temporal da fauna benthica no Canal de São Sebastião. *Relat. Téc. Inst. Oceanogr.* 41, 29-46.
- R Development Core Team, 2000–2009. “R Data Import/Export”, ISBN 3-900051-10-0, obtido no site: <http://r-project.org/>
-

-
- Reish, D.J., Gerlinger, T.V., 1997. A review of the toxicological studies with polychaetus annelids, in: Reish, D., Qian, Pei-Yuan (eds), Proceedings of the Fifth International Polychaete Conference, China. Bull. Mar. Sci. 60 (2), 584-607.
- Rhoads, D.C., Young, D.K., 1970. The influence of deposit-feeding organisms on sediment stability and community trophic structure. J. Mar. Res. 28, 150-178.
- Saavedra, L., Dornelles, L.M.A., Santos, S.B., Absalão, R., Anjos, S.M.C., Melo, G.V., Stanton, N.S.G., Fonseca, E.M., Lima, L.M., Küsel, E.T., Ribeiro, E.O., Lazillotta, A.A.A., Esteves, F.A., 1999. Caracterização oceanográfica da plataforma continental interna adjacente ao Cabo Frio – RJ, no inverno de 1995, in: Silva, S.H.G., Lavrado, H.P. (eds), Ecologia dos Ambientes Costeiros do Estado do Rio de Janeiro. Série Oecologia Brasiliensis. Vol. VII. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil, pp. 245-271.
- Santos, K.C., Pires-Vanin, A.M.S., 2000. Ecology and distribution of Peracarida (Crustacea) in the continental shelf of São Sebastião (SP), with emphasis on the amphipod community. Nauplius. 8 (1), 35-53.
- Santos, M.F.L., Pires-Vanin, A.M.S., 2004. Structure and dynamics of the macrobenthic communities of Ubatuba Bay, Southeastern Brazilian Coast. Braz. J. Oceanogr. 52 (1), 59-73.
- Schückel, U., Ehrich, S., Kröncke, I., 2010. Temporal variability of three different macrofauna communities in the northern North Sea. Estuar. Coast. Shelf Sci. 89, 1-11.
- Sherman, K., Grosslein, M.D., Mountain, D.G., Busch, D., O'Reilly, J., Theroux, D., 1998. The continental shelf of the northcast coast of the United States, in: Postma, H., Zilstra, J.J. (eds), Ecosystems of the world: Continental shelves. Amsterdam, the Netherlands: Elsevier, pp. 279-333.
- Shokri, M.R., Gladstone, W., Kepert, A., 2009. Annelids, arthropods or molluscs are suitable as surrogate taxa for selecting conservation reserves in estuaries. Biodivers. Conserv. 18, 1117-1130.
- Smith, S.D.A., 2005. Rapid assessment of invertebrate biodiversity on rocky shores: where there's a whelk there's a way. Biodivers. Conserv. 14, 3565-3576.
- Soares-Gomes, A., Pires-Vanin, A.M.S., 2003. Padrões de abundância, riqueza e diversidade de moluscos bivalves na plataforma continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brasil: uma comparação metodológica. Rev. Bras. Zool. 20 (4), 717-725.
-

-
- Soares-Gomes, A., Fernandes, F.C., 2005. Spatial distribution of bivalve mollusc assemblages in the upwelling ecosystem of the continental shelf of Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Paraná, Brasil, 22(1): 73-80.
- Sumida, P.Y.G., Yoshinaga, M.Y., Ciotti, A.M., Gaeta, S.A., 2005. Benthic response to upwelling events off the SE Brazilian coast. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 291, 35-42.
- Surugiu, V., Revkov, N., Todorova, V., Papageorgiou, N., Valavanis, V., Arvanitidis, C., 2010. Spatial patterns of biodiversity in the Black Sea: Na assessment using benthic polychaetes. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 88, 165-174.
- Thouzeau, G., Robert, G., Ugarte, R., 1991. Faunal assemblages of benthic megainvertebrates inhabiting sea scallop grounds from eastern Georges Bank, in relation to environmental factors. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 74, 61-82.
- Ventura, C.R.R., Fernandes, F.C., 1995. Bathymetric distribution and population size structure of Paxillosid seastars (Echinodermata) in the Cabo Frio upwelling ecosystem of Brazil. *Bull. Mar. Sci.* 56(1): 268-282.
- Ventura, C.R.R., Falcão, A.P.C., Santos, J.S., Fiori, C.S., 1997. Reproductive cycle and feeding periodicity in the satrfish *Astropecten brasiliensis* in the Cabo Frio upwelling ecosystem (Brazil). *Inv. Rep. Dev.*, 31: 135-141.
- Ventura, C.R.R., Santos, J.S., Falcão, A.P.C., Fiori, C.S., 1998. Reproduction and food intake in *Astropecten cingulatus* (Asteroidea: Paxillosida) in the upwelling environment of Cabo Frio (Brazil). *Proc. 9th Int. Echinod. Conf.*
- Weinberg, J.R., 1984. Interactions between functional groups in soft-substrata: do species differences matter? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 80, 11-28.
- Weissberger, E.J., Jumars, P.A., Mayer, L.M., Schick, L.L., 2008. Structure of a northwest Atlantic Shelf macrofaunal assemblage with respect to seasonal variation in sediment nutritional quality. *J. Sea Res.* 60, 164-175.
- Weston, D.P., 1988. Macrobenthos-sediment relationships on the continental shelf off Cape Hatteras North Carolina. *Continent. Shelf Res.* 8 (3), 267-286.
- Williams, A., Althaus, F., Dunstan, P.K., Poore, G.C.B., Bax, N.J., Kloser, R.J., McEnulty, F.R., 2010. Scales of habitat heterogeneity and megabenthos biodiversity on an extensive Australian continental margin (100-1100 m depths). *Mar. Ecol.* 31, 222-236.
- Włodarska-Kowalczyk, M., Weslawski, J.M., 2008. Mesoscale spatial structures of soft-bottom macrozoobenthos communities: effects of physical control and impoverishment. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 356, 215-224.
-

Anexo 1 - Lista dos principais táxons de invertebrados da macrofauna de sedimento (80% da abundância total) da Bacia de Campos, entre 25 e 150 m de profundidade.

Identificações taxonômicas finalizadas, em janeiro/2011, pelos especialistas listados nas páginas iniciais deste volume.

Anelídeos:

Aglaophamus cf. circinata
Aglaophamus macroura (Schmarda, 1861)
Ampharetidae sp. 1
Aonidella dayi López-Jamar, 1989
Aonides mayaguezensis Foster, Nancy M., 1969
Apistobranchus sp. A
Aricidea (Acmira) catherinae Laubier, 1967
Aricidea (Acmira) simplex Day, 1963
Aricidea (Acmira) sp. 4
Aricidea (Allia) sp. 1
Aricidea (Aricidea) cf. wassi
Aricidea (Aricidea) fragilis Webster, 1879
Aricidea (Aricidea) taylori Pettibone, 1965
Axiothella sp. 3
Barantolla sp. C
Brevicirrosyllis mariae San Martin & Hutchings, 2006
Capitellidae II sp. A
Dorvilleidae sp. 6
Ceratocephale cf. oculata
Chone americana Day, 1973
Chrysopetalum sp. 1
Cirrophorus abranchiatus Autor desconhecido
Cirrophorus sp. 3
Clymenella dalesi Mangum, 1966
Cossura sp. 2
Diopatra tridentata Hartman, 1944

Ceratocephale abyssorum (Hartman & Fauchald, 1971)
Erinaceusyllis sp. 2
Euchone sp.
Eunice sp. 1
Eusyllinae sp. 1
Exogone (*Exogone*) *dispar* (Webster, 1879)
Exogone (*Exogone*) *mompasensis* Martínez, Adarraga & San Martín, 2002
Exogone (*Exogone*) sp. 2
Exogone (*Exogone*) sp. 3
Exogone (*Exogone*) sp. 4
Galathowenia oculata (Zachs, 1923)
Glycera lapidum Quatrefages, 1866
Glycera oxycephala Ehlers, 1887
Goniada crudelis (Kinberg, 1865)
Goniadella revizee Rizzo & Amaral, 2004
Goniadides carolinae Day, 1973
Haplosyllis lobo Paola, San Martín & Martín, 2006
Haplosyllis sp. 1
Harmothoe sp. A
Hesionura laubieri (Hartmann-Schröder, 1963)
Kinbergonuphis difficilis (Fauchald, 1982)
Kinbergonuphis fauchaldi Lana, 1991
Kinbergonuphis sp. 2
Laonice weddellia Hartman, 1978
Leitoscoloplos sp. 1
Leitoscoloplos sp. 2
Leodamas sp. 1
Linopherus sp.
Levinsenia abranchiata Hartman, 1965
Levinsenia oligobranchiata (Strelzov, 1973)
Levinsenia sp. 1
Levinsenia sp. 2

Lumbrineridae sp. 6
Lumbrinerides sp. 3
Lumbrineriopsis sp. 1
Lumbrineris sp. 4
Mediomastus californiensis **Hartman, 1944**
Micronephthys sp.
Mooreonuphis intermedia (**Kinberg, 1865**)
Mooreonuphis sp. 1
Nereis sp. 1
Nereis sp.
Ninoe sp. 1
Notomastus cf. *aberans*
Notomastus cf. *magnus*
Notomastus cf. *teres*
Notomastus latericeus **Sars, 1851**
Notomastus lobatus **Hartman, 1947**
Ophelina acuminata **Örsted, 1843**
Ophelina cylindricaudata **Hansen, 1878**
Orbiniidae sp. 3
Opisthodonta sp. 1
Owenia cf. *collaris*
Owenia fusiformis **Delle Chiaje, 1844**
Owenia johnsoni **Blake in Blake, Hilbig & Scott, 2000**
Paradiopatra hartmanae (**Kirkegaard, 1980**)
Paraehlersia sp. 1
Parapionosyllis sp. 2
Parapionosyllis sp. 3
Paraprionospio alata (**Moore, 1923**)
Parexogone sp. 3
Parexogone sp. 6
Perkinsyllis augeneri **Hartmann-Schröder, 1979**
Perkinsyllis sp. 1

Pholoe minuta **(Fabricius, 1780)**

Pholoe sp. A

Pholoides sp. A

Phyllodoce lineata **(Claparède, 1870)**

Pionosyllis sp. 1

Prionospio cristata **Foster, 1971**

Prionospio dayi **(Foster, 1969)**

Prionospio sp.

Prionospio sp. L

Prionospio sp. M

Prionospio sp. N

Prionospio sp. O

Prionospio sp. T

Prionospio sp. U

Protodorvillea kefersteini **(McIntosh, 1869)**

Progoniada regularis **Hartman, 1965**

Prosphaerosyllis brachycephala **Fukuda, Yunda-Guarin & Nogueira, 2009**

Prosphaerosyllis isabellae **(San Martin, 2001)**

Prosphaerosyllis sp. 1

Salvatoria sp. 1

Salvatoria sp. 3

Sphaerosyllis sp. 3

Sphaerosyllis sp. 4

Sphaerosyllis sp. 6

Sphaerosyllis sp. 7

Sphaerosyllis sp. 8

Sphaerosyllis sp. 9

Spiophanes sp. A

Spiophanes sp. B

Sthenelais sp. A

Sthenelais sp. B

Sthenelanella peterseni **Lana, 1991**

Syllides sp. 5

Syllis garciai (Campoy, 1982)

Syllis guidae Nogueira & Yunda-Guarín, 2008

Syllis sclerolaema Ehlers, 1901

Syllis sp. 13

Syllis sp. 16

Syllis sp. 19

Syllis sp. 2

Syllis sp. 5

Syllis sp. 10

Praxillella praetermissa (Malmgren, 1865)

Pseudofabriciola sp.

Scyphoproctus sp. A

Crustáceos:

Agathotanaeis sp. 2

Ampelisca anae Valério-Berardo, 2008

Ampelisca brevisimulata J.L. Barnard, 1954

Ampelisca moreirai Valerio-Berardo & Wakabara, 2006

Ampelisca paria Barnard & Agard, 1986

Ampelisca youngi Valério-Berardo, 2007

Apolochus neapolitanus (Della Valle, 1893)

Araphura sp. 1

Araphura sp. 3

Arhaphuroides sp. 2

Belura sp. 1

Bunakenia sudvestatlantica Gutu, 1996

Byblis sp.

Callianassidae sp.

Caprella equilibra Say, 1818

Carpias sp. 1

Ceradocus sp. 1

Cheramus marginatus (Rathbun, 1901)

Chevalia anomala Souza-Filho, Souza & Valério-Berardo, 2010

Chevalia caetes Souza-Filho, Souza & Valério-Berardo, 2010

Chevalia convexa Souza-Filho, Souza & Valério-Berardo, 2010

Chevalia setosa Souza-Filho, Souza & Valério-Berardo, 2010

Cumella sp. 12

Cumella sp. 6

Deutella incerta (Mayer, 1903)

Diastylidae sp 4

Diastylopsis sp1

Dulichella anisochir (Krøyer, 1845)

Erichthonius sp.1

Erichthonius sp.2

Eudorella sp. 4

Eudorella sp.3

Gammaropsis sp. 1

Gammaropsis sp. 2

Gammaropsis sp. 3

Gitana sp. 1

Gitana sp.

Globosolembos sp. 1

Halicoides sp.

Halicoides sp. 1

Hamatipeda sp. 1

Harpiniopsis sp. 1

Heterophoxus sp. 1

Heterophoxus sp.

Intermedichelia gracilis Gutu, 1996

Jassa sp. 2

Kupellonura sp. 1

Laetmatophilus sp. 1

Lembos sp. 1
Leptocheilia savignyi (Krøyer, 1842)
Leptocheilia sp. 1
Leucon (Bytholeucon) sp. 1
Liljeborgia sp. 1
Lysianassa sp. 1
Mesokalliapseudes viridis (Menzies, 1953)
Metharpinia sp. 1
Metharpinia sp. 1
Meximaera sp. 1
Microdeutopus sp. 1
Microdeutopus sp. 2
Microphoxus sp. 1
Monoculodes sp. 1
Natanolana gracilis (Hansen, 1890)
Paraleiopus macrochelis Silva Brum, 1978
Paratanaidae sp.
Peraeospinosus sp. 1
Photis sp. 1
Photis sp. 2
Photis sp. 3
Photis sp.4
Photis sp.5
Phoxocephalus sp. 1
Phtisica marina Slabber, 1769
Podocerus sp. 1
Pseudharpinia sp. 1
Pseudharpinia sp. 6
Puelche sp. 2
Puelche sp. 3
Puelche sp.
Puelche sp.1

Quantanthura brasiliensis **Kensley & Koenig, 1979**

Saltipedis paulensis **(Silva Brum, 1971)**

Stenetrium sp. 1

Tanaella sp. 2

Urothoidae sp. nov. 1

Westwoodilla sp. 1

Moluscos:

Abra lioica **(Dall, 1881)**

Cardites micellus **(Penna-Neme, 1971)**

Crenella sp. 1

Ennucula puelcha **(d'Orbigny, 1842)**

Prochaetodermatidae sp.4

Warrana besnardi **(Klappenbach, 1963)**

VIII. MACROFAUNA BENTÔNICA DO TALUDE CONTINENTAL E CÂNIONS

Resumo

A distribuição espaço-temporal da comunidade macrobentônica do talude continental da Bacia de Campos foi estudada buscando a identificação de padrões nos parâmetros estruturais da comunidade ao longo dos gradientes batimétrico, latitudinal e temporal. A influência da presença de cânions sobre a densidade e diversidade do macrobentos também foi avaliada, assim como suas relações com o sedimento e as massas d'água da região. Os organismos coletados foram triados em malhas de 300 µm, contabilizando-se exclusivamente os pertencentes à macrofauna. Foram identificados 1.402 táxons, sendo Polychaeta, Crustacea e Mollusca os grupos que apresentaram maior riqueza. Cerca de 37% das espécies são raras, ocorrendo apenas uma vez, com um único indivíduo. A abundância total da macrofauna variou entre 14 ± 2 a 696 ± 74 ind. $0,09 \text{ m}^{-2}$. Os poliquetas corresponderam a 52,3% da abundância total, seguidos pelos tanaidáceos (18,8%) e pelos bivalves (10%). A diversidade, medida pelo índice de rarefação, foi maior no talude médio, a 1.000 m. A análise da estrutura da comunidade macrobentônica revelou a existência de três associações formadas pelas isóbatas 400, 700-1300 e 1.900-3.000 m, demonstrando que a macrofauna se distribui em faixas batimétricas bem definidas. A maior variabilidade regional e temporal só ocorreu no talude superior, ao norte e ao sul da Bacia de Campos, possivelmente relacionada às diferenças na topografia e na disponibilidade de matéria orgânica, oriunda de processos de ressurgência que ocorrem na região. Os resultados indicam que a distribuição do macrobentos do talude continental da Bacia de Campos está relacionada, não somente ao gradiente de matéria orgânica, mas também a diferenças de massas d'água que ocorrem ao longo do talude. Nos cânions Almirante Câmara e Grussaí, a densidade e estrutura da comunidade macrobentônica foi significativamente diferente, quando comparada ao talude adjacente, principalmente a 400 e 1.000 m de profundidade. O efeito dos cânions encontrados na Bacia de Campos parece estar relacionado ao maior enriquecimento orgânico nestes ambientes, identificado pelo teor de fitopigmentos dentro dos cânions, o que promove um aumento importante na densidade e biomassa do macrobentos. Resultados similares já foram observados em outros cânions do Atlântico e Mediterrâneo, sugerindo a ocorrência de um acoplamento bento-pelágico na região da Bacia de Campos.

Introdução

Embora aparentemente seja um ambiente homogêneo, as margens continentais são influenciadas por diferentes fatores como: o amplo gradiente batimétrico, as variáveis físicas relacionadas aos tipos de substrato e topografia submarina, e as interações biológicas entre as comunidades bentônicas associadas ao fundo. Condições geológicas, físicas e geoquímicas do assoalho oceânico e da coluna d'água criam diversos tipos de habitats singulares que abrigam comunidades biológicas específicas e únicas destes sistemas (Ramirez-Llodra *et al.*, 2010).

Devido ao fato de ser um ambiente heterotrófico e dependente do fluxo de matéria orgânica proveniente da zona fótica, na forma de uma chuva de detritos (“neve marinha”), o oceano profundo é fortemente limitado pela quantidade de alimento que chega ao fundo, já que uma boa parte dessa matéria orgânica é consumida nas regiões epipelágicas e mesopelágicas. Esse fluxo de pelotas fecais e neve marinha diminui exponencialmente com a profundidade (Rex *et al.*, 2006, Biggs *et al.*, 2008). Uma exceção ocorre nos ecossistemas redutores como as fontes hidrotermais e as exsudações frias, onde as bactérias quimiossintetizantes têm papel chave na produtividade primária, sustentando uma rica teia alimentar.

O talude continental apresenta o maior gradiente ambiental de todas as regiões oceânicas e pode apresentar uma maior heterogeneidade espacial em função da presença de outros habitats, regionalmente, como corais de profundidade, comunidades quimiossintéticas, cânions e zonas de mínimo de oxigênio (Menot *et al.*, 2010). Em larga escala, a hidrografia, representada pelas massas d'água e pela produtividade, atua na determinação da composição e diversidade das comunidades bentônicas (Mello e Sousa *et al.*, 2006, Sellanes *et al.*, 2010, Williams *et al.*, 2010). Entretanto, em mesoescala (dezenas de quilômetros), essa influência hidrográfica pode ser modulada por variações na topografia, no substrato ou no regime de correntes de fundo.

Vários estudos têm verificado uma relação unimodal entre a diversidade e a profundidade, ocorrendo um valor máximo na faixa batimétrica correspondente ao talude médio, sendo que essa faixa batimétrica pode variar de local para local (Rex, 1981, 1983, Flach e De Bruin, 1999, Levin *et al.*, 2000, Naranaswamy *et al.*, 2005, Palma *et al.*, 2005, Menot *et al.*, 2010). Isso indica que a profundidade e pressão não são os únicos fatores determinantes mas sim outros fatores ambientais (e.g. oxigênio

dissolvido e fluxo de carbono orgânico) que co-variam com a profundidade localmente de forma diferente entre regiões (Levin *et al.*, 2001). Em uma escala regional, o ecossistema do mar profundo é altamente complexo e dependente das relações com processos oceanográficos que ocorrem na superfície e que podem levar a alterações nos gradientes ambientais (Levin *et al.*, 2001). Em termos quantitativos, há um marcante decréscimo da densidade e da biomassa ao longo do gradiente batimétrico. Hughes & Gage (2004), por exemplo estimaram uma razão de 19.000:5:1, na densidade, e de 29:7:1 na biomassa da macrofauna encontrada em 1.100, 1.920 e 3.580 m na margem continental européia, mostrando como a fauna de pequeno porte pode responder de forma significativa às variações ambientais encontradas ao longo do talude. Em termos de composição faunística, esse gradiente ambiental acaba promovendo o fenômeno da zonação da fauna de talude, com assembleias de espécies diferenciadas em faixas batimétricas distintas. As causas da zonação são geralmente atribuídas às variações da temperatura, pressão, massas d'água e, sobretudo, à disponibilidade de matéria orgânica em função da profundidade (Carney, 2005). A maioria dos estudos de zonação envolvem principalmente a megafauna (Cartes *et al.*, 2003, Cartes e Carrasson, 2004) e indicam que a zonação parece ser mais evidente nos níveis tróficos superiores, como peixes e crustáceos, do que em níveis tróficos inferiores, como poliquetas e bivalves. Alguns estudos mais recentes mostraram que a macrofauna também apresenta zonação ao longo do talude, apesar desta ser aparentemente mais gradual do que a zonação da megafauna, com a maioria das espécies apresentando uma distribuição batimétrica bem abrangente e se sucedendo ao longo do talude (Olabarria, 2005). De qualquer forma, as causas da zonação em oceano profundo são complexas e vários fatores físicos ou biológicos podem agir de forma sinérgica produzindo os padrões observados.

Os cânions submarinos são habitats que podem promover transporte e carregamento de detritos orgânicos e inorgânicos originários da coluna d'água para zona batial e hadal (Vetter e Dayton, 1998, Puig *et al.*, 2003). Os cânions podem acumular grandes quantidades de sedimento em seu talvegue (Oliveira *et al.*, 2007), os quais podem influenciar diretamente as associações da macrofauna. O fornecimento irregular de matéria orgânica, variedade de substratos e a interação entre a topografia e a deposição de matéria orgânica podem explicar a alta diversidade e densidade de espécies endêmicas (Alves *et al.*, 2006). Embora vários estudos tenham detectado maior diversidade e biomassa nos cânions do que no talude adjacente (Rowe *et al.*,

1982; Sardá *et al.*, 1994; Gage *et al.*, 1995; Vetter e Dayton, 1998; Ramirez-Llodra *et al.*, 2008, 2010), outros não verificaram diferenças significativas entre esses habitats (Houston e Haedrich, 1984; Maurer *et al.*, 1994). Mesmo assim, os cânions têm sido considerados habitats essenciais pelo fato de serem fundamentais para a reprodução, alimentação e refúgio, aspectos críticos do ciclo de vida de várias espécies de organismos, inclusive de interesse comercial (Tyler e Ramirez-Llodra, 2002; Sardá *et al.*, 2009).

Prospecções no talude continental nos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro foram realizadas por expedições dos navios Marion Dufresne (Guille & Ramos, 1987, Tavares, 1999), N.Oc. Victor Hansen (Soares-Gomes *et al.*, 1999) e nos últimos anos pelos navios N.Oc. Prof. W. Besnard ou pelo R/B Astro Garoupa, dentro do programa REVIZEE (Amaral *et al.*, 2004; Lavrado, 2006). O crescimento da exploração de petróleo e gás natural no subsolo oceânico tem estimulado o desenvolvimento de estudos de caracterização e monitoramento ambiental de várias bacias oceânicas brasileiras. Dentro da região sudeste, a área correspondente a Bacia de Campos tem sido alvo de vários estudos com este enfoque, reunindo relevantes informações sobre a estrutura das comunidades bentônicas de substratos não consolidados (Lavrado *et al.*, 2010). A composição específica da macrofauna bentônica do talude médio-inferior da Bacia de Campos é principalmente formada por anelídeos poliquetas, com cerca de 40% do total de indivíduos encontrados, crustáceos tanaidáceos (23%), bivalves (13,5%) e crustáceos isópodes (12,9%) (Lavrado *et al.*, 2010). Uma das características principais da macrofauna de mar profundo é a grande quantidade de espécies raras. Na Bacia de Campos, cerca de 30% das espécies são representadas uma única vez e por apenas 1 indivíduo, no talude médio-inferior (Lavrado *et al.*, 2010). O mesmo pode ser observado no Atlântico Norte, onde a grande maioria das espécies estão representadas por menos do que 1% do número total de indivíduos (Grassle e Maciolek, 1992). No geral, a densidade da macrofauna encontrada, em estudos anteriores, no talude médio-inferior da Bacia de Campos, entre 900 e 1.950 m, é menor que a de outras regiões profundas similares (Tselepides *et al.*, 2000), refletindo, de certa forma, a oligotrofia presente na região (Pedrosa *et al.*, 2006), o que indicaria que a maior parte da produção é reciclada na coluna d'água, com baixo fluxo vertical para o sedimento. Entretanto, os dados obtidos se concentraram apenas no talude médio-inferior, sem análise mais detalhada da macrofauna do talude superior e da região do platô de São Paulo, assim como também dos cânions presentes na região.

Nesse contexto, os objetivos do presente estudo foram: caracterizar a comunidade macrobentônica de talude continental de toda a Bacia de Campos, em termos de densidade, biomassa e composição taxonômica, e determinar o seu padrão de zonação vertical e o grau de variação espacial e temporal. Além disso, pretendeu-se avaliar a influência da presença de cânions para a diversidade do macrobentos no talude continental e relacionar as variações espaciais e temporais do macrobentos às variações nas características do sedimento e das massas de água do fundo da região. No geral, as hipóteses do presente estudo foram:

- i. Em função do forte gradiente ambiental, em termos de profundidade, temperatura, pressão e disponibilidade de matéria orgânica, existente no talude, espera-se encontrar um padrão de zonação da macrofauna em resposta a esse gradiente.
- ii. Considerando que o talude da Bacia de Campos abrange uma pequena faixa latitudinal e apresenta uma maior homogeneidade de substrato que a plataforma continental, espera-se que não haja variação espaço-temporal significativa.
- iii. Considerando que os cânions são geralmente canalizadores de matéria orgânica, espera-se que os cânions presentes na região sejam diferentes das regiões do talude adjacente, quanto à estrutura da comunidade macrobentônica.

Metodologia

Uma descrição detalhada da área estudada pode ser encontrada no capítulo 1 deste volume enquanto o desenho amostral, metodologia de coleta, preparação de amostras, controle de qualidade de triagem e metodologia de análise de dados encontram-se detalhadamente descritos e ilustrados no capítulo 2 deste volume.

Contextualizando de forma breve, destaca-se que o estudo da macrofauna do talude continental e platô de São Paulo foi realizado com 328 amostras coletadas em nove transectos (A - I) perpendiculares à costa, amostrados no período seco (TPS 2008), que equivale à época com menor pluviosidade e frequência de ressurgência, coincidindo com o período de inverno, e no período chuvoso (TPC 2009), que equivale ao período com maior pluviosidade e com ressurgências mais frequentes, coincidindo com o período de verão.

Em cada transecto foram amostradas sete isóbatas (400 m, 700 m, 1.000 m, 1.300 m, 1.900 m, 2.500 m e 3.000 m) com box-corer.

Nos cânions Grussaí e Almirante Câmara, foram amostradas quatro isóbatas

dentro dos cânions (400m, 700m, 1000m, 1300 m) cujos dados foram comparados com os transectos adjacentes (G e H) da malha amostral usada para o talude.

Em cada estação, três amostras com área total de 900 cm² foram obtidas em lançamentos independentes. O sedimento foi coletado e fixado com formol a 4 % tamponado com tetraborato de sódio.

Em laboratório, as amostras foram lavadas em peneira de 300 µm, e depois foram integralmente triadas sob lupa, sendo considerada apenas a macrofauna stricto sensu. Foram obtidos valores de densidade equivalentes ao total de indivíduos vivos. 0,09 m⁻² e biomassa em g peso úmido. 0,09m⁻², além de outros parâmetros de estrutura de comunidade: riqueza, diversidade ($H' \log_2$), índice de equitabilidade de Pielou (J') e índice de rarefação de Hurlbert (ES25).

Para detecção de diferenças significativas desses parâmetros de comunidade, considerando os fatores campanha, isóbatas e transectos, foram realizadas análises de variância trifatorial (Zar, 2010), considerando todos os fatores como fixos e ortogonais.

Os grupos taxonômicos selecionados para as análises estatísticas multivariadas foram Polychaeta, Crustacea e Mollusca, considerando apenas a abundância dos táxons identificados em nível de espécie ou morfotipados, cuja soma atingia 80 % da abundância total.

Para a análise de agrupamento utilizou-se o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis com método de agrupamento de médias não ponderadas (UPGMA), o mesmo índice aplicado à análise de ordenação do n-MDS. Posteriormente empregou-se a análise SIMPER para verificar as espécies discriminantes para a formação dos grupos e a análise de similaridades (ANOSIM) para verificação da significância dos grupos testados.

A Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi utilizada com a finalidade de se identificar as variáveis ambientais mais relacionadas à variabilidade espacial da macrofauna. As variáveis ambientais utilizadas para ambos os períodos foram: tamanho médio do grão, percentagem de silte-argila, grau de seleção, assimetria, curtose, teor de carbonato, carbono orgânico total, temperatura e salinidade da água de fundo, fitopigmentos do sedimento (clorofila-a e feofitina) e profundidade de coleta.

A análise de variância permutacional não paramétrica (PERMANOVA - Anderson, 2001) foi utilizada para avaliar a significância das diferenças na estrutura das associações entre as diferentes escalas espaciais nos períodos chuvoso e seco, con-

siderando, para um desenho amostral balanceado apenas os transectos A,B,C,H e I, e todas as isóbatas, com exceção de 3.000m, para obtenção de um design balanceado. No caso dos cânions, considerou-se apenas as isóbatas de 1.000 e 1.300 m na comparação dos dois cânions. Já no caso de comparação do cânion Almirante Câmara com o talude adjacente, todas as quatro isóbatas foram consideradas.

Resultados

Composição taxonômica

Foram identificados 1.402 táxons, dos quais apenas 281 espécies foram nomeadas (20%), sendo as demais mantidas em morfo-espécies ou em grupos taxonômicos superiores (Tabela 1). As espécies que corresponderam a 80% da abundância total se encontram no Anexo 1. Os grupos com maior número de táxons foram Polychaeta, seguido de Crustacea e Mollusca. Cerca de 37% do total só ocorreram uma única vez, com apenas um único indivíduo, refletindo a grande quantidade de espécies raras na região. Os grupos mais abundantes e frequentes foram Polychaeta seguidos de Tanaidacea e Bivalvia.

Tabela 1 - Número de táxons, dominância (%) e frequência de ocorrência (%) dos grupos de invertebrados marinhos do macrobentos encontrados na Bacia de Campos, nos dois períodos amostrais Ni representa o número total de indivíduos encontrados, Na representa o número total de amostras coletadas.

	Número de famílias	Número de gêneros	Número de táxons	Número de espécies nominais	Dominância (%) Ni= 77.629	Frequência de Ocorrência (%) Na =328
Aplacophora	3	0	11	0	2,5	49,4
Bivalvia	11	51	100	38	10,0	68,6
Gastropoda	30	64	105	47	1,6	32,3
Scaphopoda	5	7	9	7	0,4	20,7
Amphipoda	27	72	152	22	3,0	66,5
Isopoda	24	49	170	1	3,5	83,8
Tanaidacea	17	36	101	12	18,8	93,3
Cumacea	7	30	115	0	1,2	46,6
Outros crustáceos	1	0	5	0	0,0	5,8
Polychaeta	53	193	575	141	52,3	99,7
Oligochaeta	3	0	7	0	0,4	31,7
Echinodermata	11	16	38	13	0,3	31,4
Nemertea	0	0	1	0	3,3	76,8
Sipuncula	0	0	1	0	2,1	69,8
Outros grupos	0	0	12	0	0,6	48,5
Total geral	192	518	1.402	281	100,0	100,0

Estes três grupos, em conjunto, compreenderam mais de 90% do total de indivíduos presentes no talude, ocorrendo em todas as estações e isóbatas. Entre os Polychaeta, as quatro famílias mais abundantes foram Spionidae, Paraonidae, Cirratulidae e Syllidae, sendo que as maiores variações temporais ocorreram para Spionidae e Syllidae, com redução no período chuvoso (Tabela 2). No caso dos crustáceos, as quatro Famílias mais abundantes foram: as dos tanaidáceos Colletteidae, Anarthuridae e Tanaellidae, sendo a quarta pertencente ao grupos dos isópodes, Desmosomatidae. Entre os isópodes, foram mais abundantes as Famílias Ischnomesidae, Munnopsidae e Haploniscidae. Entre os anfípodes, foram mais abundantes as Famílias Phoxocephalidae e Ampeliscidae e, entre os cumáceos, dominaram as Famílias Nannastacidae, Leuconidae e Dyastilidae. As maiores variações temporais ocorreram para as famílias Colletteidae, que aumentou sua abundância no período chuvoso, e Anarthuridae, que teve uma redução de abundância, nesse mesmo período. Os moluscos mais abundantes foram representados basicamente por três Famílias de bivalves (Thyasiridae, Nuculanidae e Malletidae), uma de gastrópode (Rissoidae) e uma de aplacóforos (Prochaetodermatidae), que totalizaram 73,8% do total (Tabela 2). Rissoidae teve uma redução importante no período chuvoso, devido à diminuição da abundância do gastrópode *Benthonellania coronata*.

Tabela 2 - Abundância relativa (%) e frequência de ocorrência (%) das 20 principais famílias de macrofauna, no período seco (TPS) e chuvoso (TPC) na Bacia de Campos. Com indicação das ordens das famílias de Crustacea (A – Amphipoda, C – Cumacea, I – Isopoda e T – Tanaidacea). N = Número total de indivíduos. Período seco: 159 amostras. Período chuvoso: 169 amostras.

Família	Mollusca			Polychaeta			Crustacea							
	TPS	TPC	Família	TPS	TPC	Família	TPS	TPC	Família					
	Abund	rel	ocor	Abund	rel	ocor	Abund	rel	ocor					
	6.168		4.190	20.856		19.485	10.423		10.116					
Thyasiridae	38,2	39,0	56,6	43,2	Spionidae	25,3	97,5	18,3	95,3	Colletteidae (T)	24,3	72,3	38,2	75,7
Rissoidae	16,0	16,4	0,5	7,1	Paraonidae	21,1	84,3	23,8	94,1	Anarthruridae (T)	15,8	15,7	9,3	14,2
Prochaetodermatidae	10,8	32,1	12,2	34,3	Cirratulidae	11,9	95,0	10,2	92,3	Tanaellidae (T)	10,5	74,2	7,2	61,5
Nuculanidae	8,8	32,1	9,2	25,4	Syllidae	8,5	71,7	6,2	66,3	Desmosomatidae (I)	7,8	77,4	8,0	68,0
Malletiidae	5,6	13,8	3,2	11,8	Ampharetidae	4,0	57,2	4,2	42,0	Typhlotanaiidae (T)	5,7	61,0	6,0	57,4
Nuculidae	3,4	23,3	2,6	20,1	Ophelidae	3,8	59,7	2,5	53,3	Pseudotanaiidae (T)	4,5	55,3	3,1	50,3
Limifossoridae	3,1	13,2	1,9	11,2	Amphinomidae	3,6	69,8	4,3	65,7	Phoxocephalidae (A)	3,8	42,1	2,7	46,7
Yoldiidae	2,6	37,1	3,0	30,2	Glyceridae	2,3	61,6	1,7	61,5	Nannastacidae (C)	3,8	30,8	1,4	26,6
Chaetodermatidae	2,3	22,6	3,1	16,0	Sabellidae	2,2	72,3	2,0	76,9	Agathotanaidae (T)	2,7	46,5	2,9	44,4
Entalinidae	1,9	9,4	2,0	10,7	Hesionidae	1,9	55,3	2,0	63,9	Ampeliscidae (A)	1,7	27,7	2,3	39,6
Pistigiomidae	1,2	10,1	1,1	5,9	Maldanidae	1,6	47,8	2,2	53,8	Colletteidae (T)	1,7	37,7	1,2	34,9
Spheniopsidae	0,7	6,3	0,0	0,6	Trichobranchidae	1,4	44,7	2,2	64,5	Anarthruridae (T)	1,6	22,0	0,8	21,9
Kelliellidae	0,5	6,3	0,2	2,4	Capitellidae	1,1	49,7	1,9	50,9	Tanaellidae (T)	0,9	27,7	1,2	33,1
Pyramidellidae	0,5	7,5	0,3	4,7	Lumbrineridae	0,9	54,1	1,3	59,8	Desmosomatidae (I)	0,8	20,1	0,5	19,5
Thraciidae	0,5	5,0	0,6	5,9	Orbiniidae	0,9	38,4	1,6	53,3	Typhlotanaiidae (T)	0,8	21,4	0,8	24,9
Cuspidariidae	0,4	10,7	0,7	14,8	Cossuridae	0,8	23,3	1,4	26,0	Pseudotanaiidae (T)	0,8	20,1	0,7	20,1
Tellinidae	0,3	10,1	0,0	0,6	Pilargidae	0,8	25,2	2,1	39,6	Phoxocephalidae (A)	0,8	8,8	0,1	3,6
Conidae	0,3	8,2	0,1	3,6	Nephtyidae	0,8	21,4	0,8	21,3	Nannastacidae (C)	0,7	18,9	0,5	12,4
Olividae	0,2	5,7	0,1	3,0	Onuphidae	0,7	33,3	0,7	39,1	Agathotanaidae (T)	0,6	9,4	0,4	11,2
Cylichnidae	0,2	5,7	0,1	3,0	Magelonidae	0,6	10,7	0,7	11,2	Ampeliscidae (A)	0,4	17,6	0,3	14,8

Varição batimétrica da macrofauna

As maiores diferenças de densidade da macrofauna ocorreram entre 400 e 3.000 m (Figura 1), tendo alcançado o valor máximo de 696 ± 74 ind. $0,09 \text{ m}^{-2}$ na isóbata de 400 m e o valor mínimo de 14 ± 2 ind. $0,09 \text{ m}^{-2}$ na isóbata de 3.000 m, vale ressaltar que esta variação batimétrica foi estatisticamente significativa (ANOVA trifatorial, $p < 0,05$, Tabela 3). O mesmo padrão foi observado para os anelídeos e moluscos. No caso dos crustáceos, houve um aumento na densidade a 700 m, muito em função das estações localizadas nos transectos B e C, próximos a Cabo Frio e Búzios, nas quais foi encontrada uma grande quantidade de tubos de tanaidáceos do gênero *Nematotanis* sp., em todas as réplicas e nos dois períodos amostrados. A dominância desses tanaidáceos se refletiu na maior abundância relativa do grupo na isóbata de 700 m, com 38 – 44% da abundância total nos dois períodos (Figura 2). Os moluscos, por sua vez, apresentaram uma maior representatividade a 400 m (29 - 33%), com o sucessivo declínio nas isóbatas mais profundas, enquanto os poliquetos aumentaram sua dominância de 44%, no talude superior e a 75% na isóbata de 3.000 m.

Tabela 3 - Valores de F resultantes da análise univariada de variância trifatorial considerando os principais descritores da comunidade macrobentônica (densidade da macrofauna total, diversidade (ES25 e H'), equitabilidade (J') e biomassa total), nos dois períodos (TPS e TPC), em cinco transectos (A,B,C, H, I) e em 6 isóbatas (400, 700, 1.000, 1.300, 1.900 e 2.500 m). Dados transformados em log (x+1). Dados de biomassa analisados apenas no período chuvoso (TPC). Valores em negrito – $p < 0,05$

	Densidade total		ES25		H' log2		Biomassa total			
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Período (P)	0,854	0,357	5,541	0,02	4,274	0,041	1,01	0,317		
Transecto (T)	7,848	<0,0001	12,886	<0,0001	18,596	<0,0001	20,74	<0,0001	1,961	0,112
Isóbata (I)	288,204	<0,0001	88,801	<0,0001	96,785	<0,0001	103,213	<0,0001	5,231	<0,001
P x T	3,338	0,012	3,64	0,008	5,955	<0,0001	2,714	0,033		
P x I	3,091	0,011	2,284	0,05	2,902	0,017	0,351	0,881		
I x T	5,541	<0,0001	11,089	<0,0001	17,921	<0,0001	17,661	<0,0001	1,006	0,468
P x T x I	0,747	0,769	1,365	0,153	2,409	0,001	2,228	0,004		

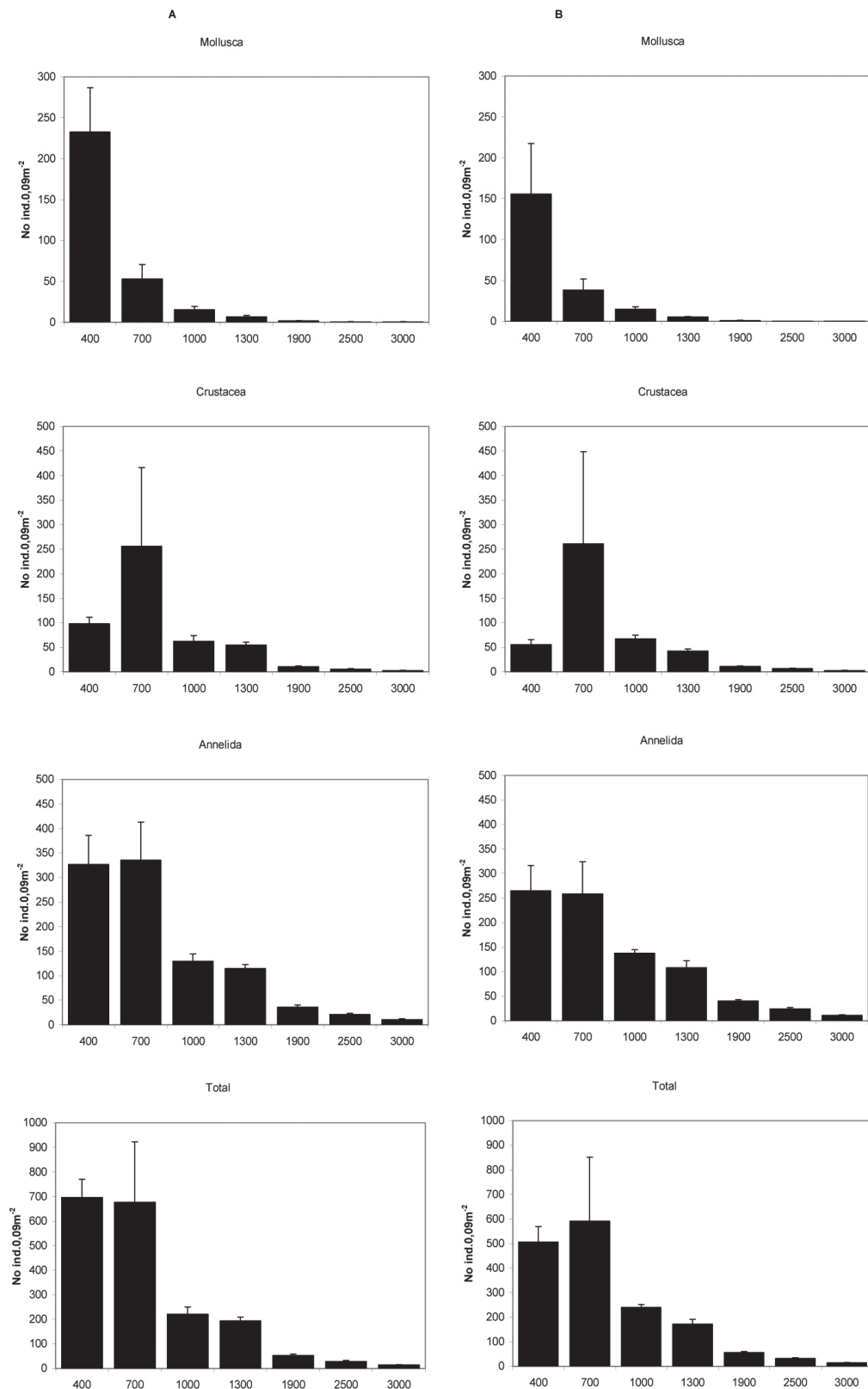


Figura 1 - Densidade (número de indivíduos por 0,09 m²) dos principais grupos de macrofauna em ambientes de talude nas isóbatas de 400 a 3.000 m. Média + Erro-padrão. A. Talude Período Seco. B. Talude Período Chuvoso. Observação: as escalas de abundância diferem entre gráficos.

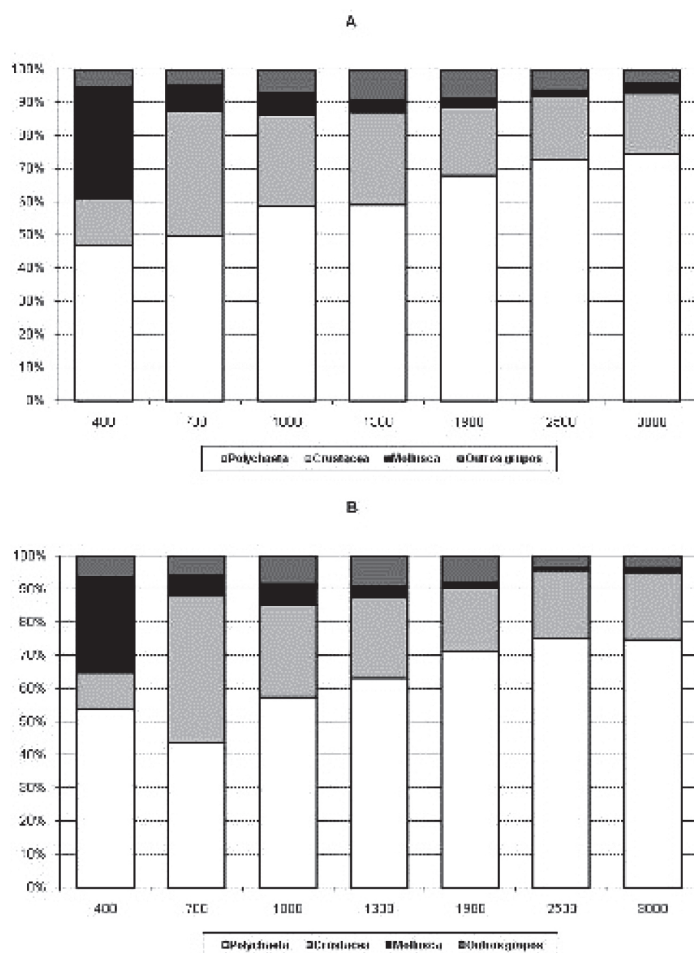


Figura 2 - Abundância relativa (%) dos principais grupos de macrofauna encontrados em ambientes de talude nas isóbatas de 400 a 3.000 m. Valores médios das estações amostradas sobre cada isóbata. A. Talude Período Seco. B. Talude Período Chuvoso.

No período chuvoso, a biomassa variou de forma semelhante à abundância, exceto pelos registrados nas isóbatas de 700 m ($F = 5,231$, $p < 0,001$, Tabela 3) (Figura 3A). Essa maior biomassa ocorreu principalmente em função da biomassa de moluscos (mesmo tendo sido realizado cálculo excluindo o peso de conchas). Apesar dos poliquetos dominarem numericamente nas maiores profundidades, a maior parte da biomassa do talude médio e inferior se deve aos crustáceos peracáridos, especialmente os tanaidáceos (Figura 3B).

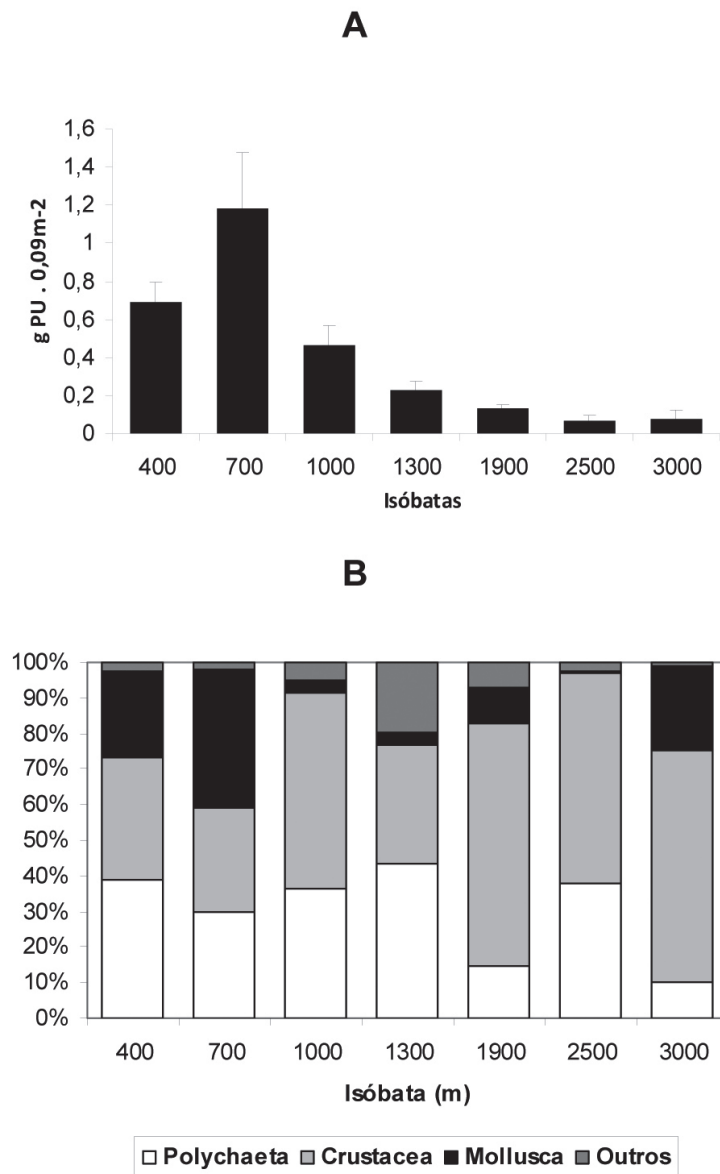


Figura 3 - Abundância dos principais grupos de macrofauna encontrados em ambientes de talude nas isóbatas de 400 a 3.000 m, no período chuvoso. A. Valores médios de biomassa total (g peso úmido. 0,09 m⁻²) + Erro-padrão das estações amostradas sobre cada isóбата. B. Abundância relativa (%) dos principais grupos de macrofauna.

Em termos de riqueza, o número absoluto de espécies mostrou uma redução em direção às isóbatas mais profundas (Figura 4). Entretanto, considerando-se o efeito da rarefação da abundância de organismos em regiões de talude, o uso de outros indicadores de riqueza e diversidade é mais adequado, como o número estimado de espécies numa amostra de 25 indivíduos (ES25). Considerando este indicador, percebe-se um aumento de riqueza no talude médio, com máximos em torno de 1.000 m de profundidade (Figura 4). O mesmo padrão pode ser observado para a diversidade

($H' \log_2$), que variou entre 5,1 bits.indivíduo⁻¹, na isóбата de 1.000 m, no período chuvoso, até 2,3 na isóбата de 3.000 m no período seco (Figura 4). Já a equitabilidade variou de 0,70 a 0,92, sendo menor apenas na isóбата de 400 m (Figura 4). Tanto os valores de riqueza estimada como os de diversidade e equitabilidade apresentaram diferenças entre as isóbatas, mas com interações significativas entre isóbatas e transectos, e também entre períodos e transectos/ isóbatas (Tabela 3), demonstrando tanto uma variabilidade temporal como espacial, mas que ainda se apresentam como menos relevantes do que as diferenças batimétricas encontradas.

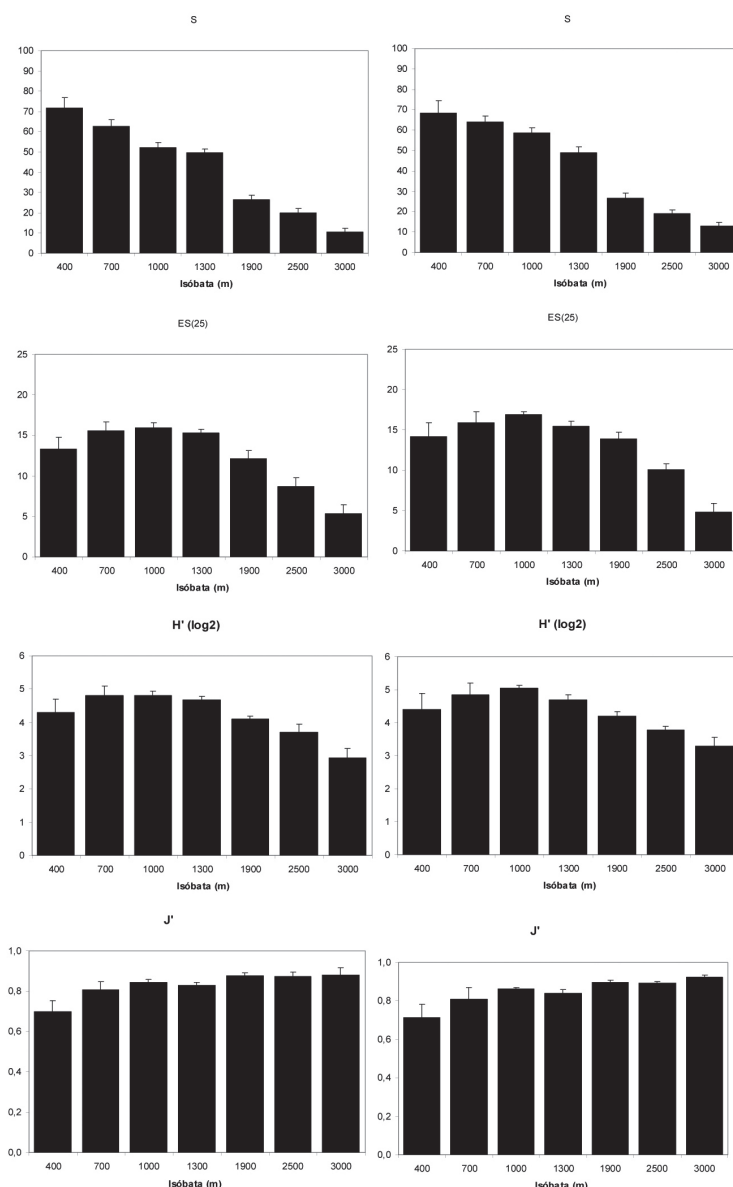


Figura 4 - Riqueza (S), riqueza estimada ES(25), índice de Shannon-Wiener ($H' - \log_2$) e equitabilidade de Pielou (J') da comunidade de macrofauna em ambientes de talude nas isóbatas de 400 a 3.000 m de profundidade. Valores médios dos transectos A a H. Média + Erro-padrão. A. Talude Período Seco. B. Talude Período Chuvoso.

Em termos de estrutura da comunidade, as análises multivariadas revelaram padrões batimétricos distintos, com uma mudança expressiva da comunidade macrobentônica entre 400 e 700 m e entre 1.300 e 1.900 m. A maior variabilidade entre as amostras ocorreu nas isóbatas mais profundas (Figura 5). A análise de similaridades (ANOSIM) revelou diferenças significativas nos agrupamentos de espécies entre quase todas as isóbatas (R global = 0,793 p = 0,001), com exceção de 2.500 e 3.000 m, semelhantes entre si. As espécies que mais contribuíram para a similaridade dentro de cada isóbata se encontram listadas na Tabela 4 e no Anexo 2. Houve também diferenças entre os transectos (R global = 0,484, p = 0,001), que destacaram a região central da Bacia de Campos das duas regiões limítrofes, (transectos B e C, ao sul e o transecto I, ao norte) (Tabela 5). Percebe-se que a maior parte das espécies que discriminam as isóbatas são depositívoras, sendo que, nas isóbatas mais profundas, as espécies depositívoras de subsuperfície não contribuem mais para as similaridades encontradas. Moluscos (bivalves e aplacóforos) são mais representativos no talude superior (400 m), enquanto nas demais isóbatas, poliquetas e crustáceos (anfípodas e tanaidáceos) são mais dominantes.

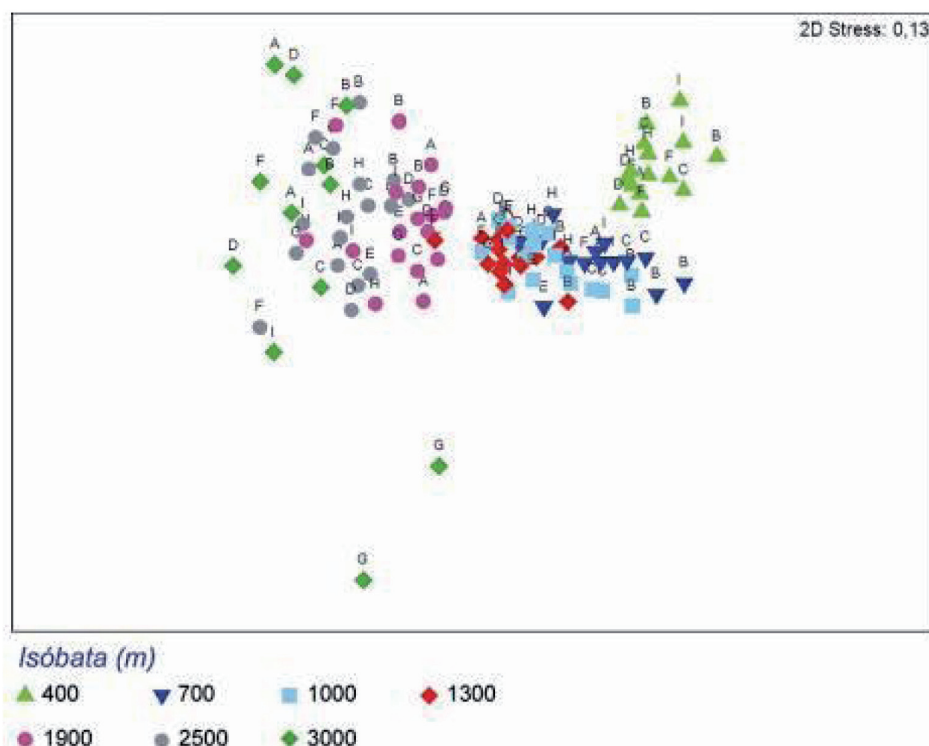


Figura 5 - Diagrama de *n*-MDS baseado na matriz de distância de Bray-Curtis, em relação aos dados médios de abundância de espécies (com número mínimo de 5 indivíduos numa amostra) encontradas em ambientes de talude (transectos A a H), entre 400 e 3.000 m de profundidade. Dados transformados em $\log(x+1)$.

Tabela 4 - Espécies que contribuem, em conjunto, com cerca de 50% dos valores de similaridade encontrados entre amostras de cada isóbata (SIMPER). Grupos taxonômicos: P – Polychaeta, T - Tanaidacea, A – Amphipoda, AP – Aplacophora, B – Bivalvia, S - Scaphopoda. Hábitos alimentares: P – predador, D – depositívoro, DS – depositívoro de superfície, DSS – depositívoro de subsuperfície, S – suspenzívoro. Valores entre parênteses: número total de espécies que contribuem para 90% da similaridade encontrada em cada isóbata.

Grupos	Espécies	Grupo taxonômico	Hábito alimentar	Abundância Média (log)	Similaridade Média	Contribuição cumulativa (%)
400m Similaridade média 47,29% (58)	<i>Mendicula pygmaea</i>	B	D	3,5	3,27	6,92
	<i>Prionospio fauchaldi</i>	P	DS	2,81	2,88	13,01
	<i>Levinsenia oligobranchiata</i>	P	DSS	2,38	1,94	17,11
	<i>Ophelina abbranchiata</i>	P	DS	2,16	1,58	20,45
	<i>Leptognathiella</i> sp. 1	T	D	1,71	1,45	23,51
	<i>Prochaetodermatidae</i> sp.4	AP	P	1,8	1,44	26,55
	<i>Mendicula ferruginosa</i>	B	D	1,68	1,43	29,58
	<i>Ledella</i> sp. 1	B	S	1,79	1,42	32,57
	<i>Entalina platamodes</i>	S	P	1,53	1,38	35,48
	<i>Spiophanes</i> sp. B	P	DS	1,8	1,36	38,35
	<i>Limifossoridae</i> sp.2	AP	D	1,57	1,29	41,08
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	P	P	1,54	1,07	43,34
	<i>Prionospio</i> sp.	P	DS	1,91	0,97	45,39
	<i>Levinsenia</i> sp.1	P	DSS	1,33	0,84	47,17
	<i>Leptophoxoides marina</i>	A	P	1,08	0,84	48,96
	<i>Saturnia</i> sp. 1	B	D	1,14	0,84	50,74
700 m Similaridade média 46,41% (54)	<i>Glycera lapidum</i>	P	P	1,95	2,07	4,46
	<i>Levinsenia oligobranchiata</i>	P	DSS	2,05	1,85	8,45
	<i>Parexogone wolffi</i>	P	P	1,89	1,81	12,35
	<i>Ophelina abbranchiata</i>	P	DS	1,76	1,76	16,14
	<i>Prionospio fauchaldi</i>	P	DS	2,3	1,69	19,77
	<i>Nematotanaeis</i> sp. 1	T	D	2,38	1,62	23,27
	<i>Parexogone</i> sp. 1	P	P	1,8	1,59	26,69
	<i>Pseudotanaididae</i> tipo 1	T	D	1,81	1,51	29,95
	<i>Aurospio dibranchiata</i>	P	DS	1,43	1,5	33,18
	<i>Levinsenia</i> sp.1	P	DSS	1,42	1,44	36,29
	<i>Nereimyra punctata</i>	B	P	1,25	1,29	39,07
	<i>Spiophanes</i> sp. A	P	DS	1,2	1,1	41,44
	<i>Prionospio</i> sp.	P	DS	1,48	1,1	43,8
	<i>Aricidea</i> (Allia) X	P	DSS	1,09	1,04	46,05
<i>Mendicula ferruginosa</i>	B	D	1,77	0,95	48,11	
<i>Ampelisca anae</i>	A	S	1,1	0,91	50,06	

Continua

Continuação

Grupos	Espécies	Grupo taxonômico	Hábito alimentar	Abundância Média (log)	Similaridade Média	Contribuição cumulativa (%)
1.000 m Similaridade média 48,18% (50)	<i>Paramphinome posterobranchiata</i>	P	P	2,24	3,5	7,26
	<i>Aurospio dibranchiata</i>	P	DS	1,98	3,27	14,05
	<i>Prionospio fauchaldi</i>	P	DS	1,87	2,76	19,77
	<i>Glycera lapidum</i>	P	P	1,69	2,55	25,06
	<i>Parexogone wolfi</i>	P	P	1,49	1,96	29,14
	<i>Nereimyra punctata</i>	P	P	1,22	1,69	32,64
	<i>Prionospio sp.</i>	P	DS	1,31	1,63	36,04
	<i>Levinsenia sp.1</i>	P	DSS	1,24	1,37	38,88
	<i>Pseudotanaidae tipo 1</i>	T	D	0,99	1,26	41,51
	<i>Sphaerosyllis sp. 1</i>	P	P	0,97	1,1	43,79
	<i>Cetiopyge sp. 1</i>	T	D	0,88	1,08	46,04
<i>Amphicorina sp. A</i>	P	S	0,92	1,02	48,17	
<i>Leptognathiella sp. 1</i>	T	D	0,8	0,96	50,16	
1.300 m Similaridade média 50,46% (41)	<i>Paramphinome posterobranchiata</i>	P	P	2,55	5,19	10,28
	<i>Aurospio dibranchiata</i>	P	DS	2,49	5,08	20,35
	<i>Amphicorina sp. A</i>	P	S	1,47	2,44	25,19
	<i>Glycera lapidum</i>	P	P	1,14	2,14	29,43
	<i>Prionospio fauchaldi</i>	P	DS	1,38	2,11	33,62
	<i>Pseudotanaidae tipo 1</i>	T	D	1,14	2,05	37,68
	<i>Prionospio sp.</i>	P	DS	1,41	1,88	41,4
	<i>Aricidea (Allia) abbranchiata</i>	P	DSS	1,1	1,47	44,32
<i>Leptognathiella sp. 1</i>	T	D	0,87	1,29	46,87	
<i>Aricidea (Allia) X</i>	P	DSS	0,89	1,25	49,34	
<i>Anguillosyllis sp. 1</i>	P	P	0,9	1,18	51,69	
1.900 m Similaridade média 40,68% (24)	<i>Paramphinome posterobranchiata</i>	P	P	1,07	5,55	13,65
	<i>Amphicorina sp. A</i>	P	S	0,92	4,3	24,22
	<i>Prionospio sp.</i>	P	DS	1,13	4,18	34,51
	<i>Aurospio dibranchiata</i>	P	DS	0,95	3,71	43,64
	<i>Glycera lapidum</i>	P	P	0,52	2,18	49,01
<i>Leptognathiella sp. 1</i>	T	D	0,55	1,92	53,72	
2.500 m Similaridade média 38,05% (17)	<i>Amphicorina sp. A</i>	P	S	0,96	7,71	20,27
	<i>Prionospio sp.</i>	P	DS	0,84	4,2	31,31
	<i>Paramphinome posterobranchiata</i>	P	P	0,56	3,6	40,76
	<i>Prionospio sp. G</i>	P	DS	0,69	3,06	48,81
<i>Aonides sp.</i>	P	DS	0,6	2,84	56,26	
3.000 m Similaridade média 22,66% (15)	<i>Amphicorina sp. A</i>	P	S	0,56	6,4	28,24
	<i>Prionospio sp.</i>	P	DS	0,52	3,67	44,43
	<i>Leptognathiella sp. 1</i>	T	D	0,21	1,75	52,13

Tabela 5 - Valores de R resultantes da análise de similaridade (ANOSIM) feita entre os transectos A-I. Valores em negrito indicam correlações significativas ($p < 0,05$). Matriz de similaridade de Bray-Curtis baseada nos valores médios da densidade de organismos do macrobentos nos dois períodos amostrados.

Transectos	A	B	C	D	E	F	G	H
B	0,54							
C	0,32	0,43						
D	0,46	0,67	0,71					
E	0,38	0,88	0,57	0,01				
F	0,21	0,55	0,59	0,30	0,22			
G	0,20	0,65	0,50	0,44	0,42	0,17		
H	0,25	0,92	0,71	0,40	0,36	0,50	0,00	
I	0,38	0,92	0,77	0,68	0,69	0,32	0,33	0,54

Para permitir uma análise simultânea dos efeitos temporais sobre os espaciais, uma análise multivariada permutacional (PERMANOVA) foi realizada apenas com os transectos A, B, C, H, I, e entre 400 a 2.500 m, para que a análise ocorresse de forma balanceada. Os resultados indicaram diferenças temporais significativas na composição da comunidade macrobentônica, mas com interação entre os fatores isóbatas e transectos (Tabela 6). As principais diferenças entre os dois períodos (TPS e TPC) ocorreram nas isóbatas de 400 m (C e I) e a 2.500 m, no transecto A. Já em relação aos transectos, as maiores diferenças significativas, entre os cinco analisados, ocorreram a 400m de profundidade, com exceção do transecto B, que foi semelhante aos demais nessa isóbata. A partir de 1.300 m, não foram encontradas diferenças significativas entre nenhum dos transectos. No caso do fator isóbata, todos os transectos apresentaram diferenças entre as profundidades, com a maior parte das diferenças ocorrendo entre 400, 700, 1.000-1.300 e 1.900-2.500m.

Tabela 6 - Resultado da análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) aplicada a matriz de abundância de 235 táxons da macrofauna, nos transecto A,B,C,H e I, entre as isóbatas 400 a 2.500 m, nos dois períodos amostrados (TPS e TPC). Dados de densidade transformados em $\log(x+1)$. Análise baseada nos índices de dissimilaridade de Bray-Curtis. Valores de $P < 0,05$ em negrito.

Fonte	GL	F	p
Período (P)	1	10,181	0,0001
Transecto (T)	4	5,535	0,0001
Isóbata (I)	5	26,608	0,0001
P x T	4	3,110	0,0001
P x I	5	2,190	0,0001
T x I	20	3,379	0,0001
P x T x I	20	1,387	0,0002
Resíduo	120		
Total	179		

Distribuição espacial do macrobentos na Bacia de Campos

Em termos de distribuição espacial da macrofauna, a análise de classificação realizada com os valores médios de abundância, revelou a formação de cinco grupos de estações, no período seco, e quatro, no período chuvoso, em função da profundidade, indicando uma zonação da fauna ao longo do talude (Figuras 6 e 7). No período seco, os transectos B e C, na isóbata de 700 m, se isolaram dos demais em função principalmente da grande abundância do tanaidáceo tubícola *Nematotanaïs* sp., que ocorreu em grandes quantidades nesse período. A estação a 3000m de profundidade no transecto G, no platô de São Paulo, se destacou em ambos os períodos, pela baixíssima quantidade de espécies e abundância. As espécies que melhor discriminaram os grupos formados encontram-se na Tabela 7 e Anexo 2.

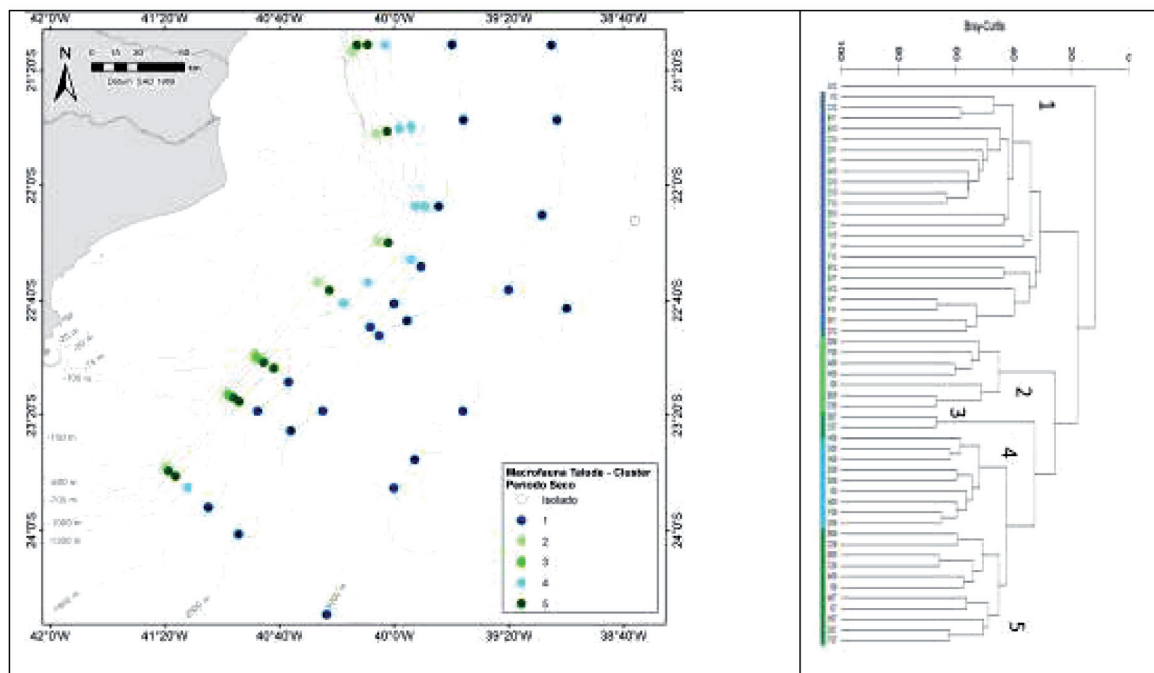


Figura 6 - Associações de espécies de macrobentos na Bacia de Campos, durante o período seco (TPS). Matriz de distância de Bray-Curtis baseada no número de indivíduos por 0,09 m² referente a 235 espécies. Dados transformados em log (x+1). Análise de agrupamento UPGMA. Grupo 1: 1.900-3.000 m, Grupo 2: 40 m, Grupo 3: 700 m (Transectos B e C), Grupo 4: 1.000-1.300m, Grupo 5: 700 m-1.300m (Transectos A,B,C,I)

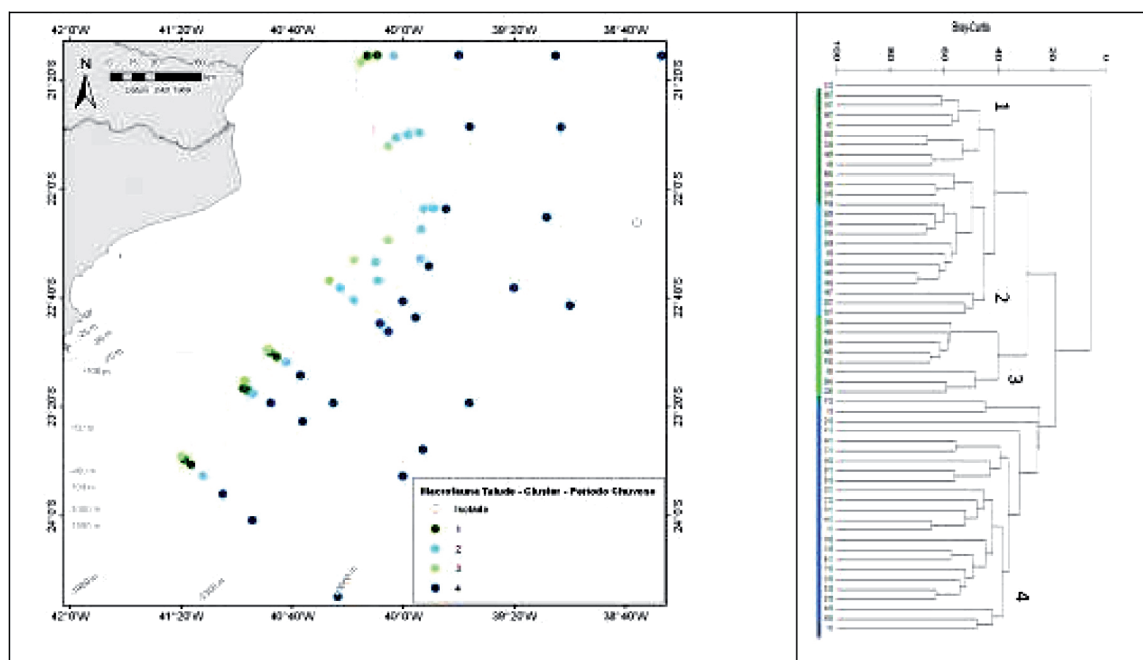


Figura 7 - Associações de espécies de macrobentos na Bacia de Campos, durante o período chuvoso (TPC). Matriz de distância de Bray-Curtis baseada no número de indivíduos por 0,09 m² referente a 235 espécies. Dados transformados em log (x+1). Análise de agrupamento UPGMA. Grupo 1: 400 m, Grupo 2: 700-1.300 m (transectos A B, C, I), Grupo 3: 700-1.300 m (Transectos D, E, F, G, H), Grupo 4: 1.900-3.000 m

Tabela 7 - Espécies que mais contribuem para similaridade encontrada nas amostras de cada grupo de estações (SIMPER). Grupos taxonômicos: P – Polychaeta, T – Tanaidacea, B – Bivalvia.

Espécies	TPS			TPC				
	Grupo	Abund. Média (log)	Similaridade Média	Contribuição (%)	Grupo	Abund. Média (log)	Similaridade Média	Contribuição (%)
Grupo 2 - 400 m similaridade média 48,69								
<i>Prionospio fauchaldi</i>	P	3,27	3,41	7	B	3,35	3,28	6,8
<i>Mendicula pigmaea</i>	B	3,61	3,19	13,55	P	2,53	2,78	12,55
<i>Prionospio</i> sp.	P	3,1	2,39	18,47	P	2,1	1,85	16,38
<i>Ledella</i> sp. 1	B	2,34	2,12	22,83	P	2,16	1,67	19,85
Grupo 3 - 700 m (B-C) - similaridade média 66,78								
<i>Prionospio fauchaldi</i>	P	4,68	4,26	6,38	P	2,65	2,85	5,56
<i>Nematotanis</i> sp. 1	T	5,13	4,25	12,74	P	2,02	2,38	10,22
<i>Mendicula ferruginosa</i>	B	4,02	4,14	18,94	B	2,29	2,2	14,5
<i>Aricidea</i> (<i>Aedicira</i>) A	P	3,88	3,84	24,69	P	2,07	2,02	18,45
Grupo 5 - 700-1.000 m - similaridade média 48,50								
<i>Parexogone wolffi</i>	P	2,31	2,97	6,12				
<i>Aurospio dibranchiata</i>	P	2,01	2,74	11,77				
<i>Prionospio fauchaldi</i>	P	2,12	2,59	17,11				
<i>Glycera lapidum</i>	P	1,94	2,52	22,3				
Grupo 4 - 1.000-1.300 m similaridade média 47,96								
<i>Paramphinome posterobranchiata</i>	P	2,75	5,66	11,8	P	2,28	4,46	8,71
<i>Aurospio dibranchiata</i>	P	2,18	4,22	20,6	P	2,35	4,07	16,68
<i>Glycera lapidum</i>	P	1,43	2,89	26,64	T	1,32	2,42	21,41
<i>Amphicorina</i> sp. A	P	1,64	2,85	32,58	P	1,39	2,33	25,97
Grupo 1 - 1.900-3.000 m - similaridade média 35,36								
<i>Prionospio</i> sp.	P	1,24	8,38	23,06	P	0,91	6,35	17,59
<i>Amphicorina</i> sp. A	P	0,85	6,12	39,89	P	0,78	3,27	26,66
<i>Paramphinome posterobranchiata</i>	P	0,74	3,89	50,6	P	0,68	3,01	35,01
Grupo 3 - 400 m similaridade média: 48,25								
<i>Mendicula pigmaea</i>					B			
<i>Prionospio fauchaldi</i>					P			
<i>Levinsenia oligobranchiata</i>					P			
<i>Prionospio</i> sp. B					P			
Grupo 1 - 700-1.000 m - similaridade média 51,21								
<i>Prionospio fauchaldi</i>					P			
<i>Glycera lapidum</i>					P			
<i>Mendicula ferruginosa</i>					B			
<i>Aricidea</i> (<i>Allia</i>) C					P			
Grupo 2 - 1.000-1.300 m - similaridade média 51,14								
<i>Aurospio dibranchiata</i>					P			
<i>Paramphinome posterobranchiata</i>					P			
<i>Leptognathiella</i> sp. 1					T			
<i>Levinsenia abranchiata</i>					P			
Grupo 4 - 1900-3000 - similaridade média 36,09								
<i>Amphicorina</i> sp. A					P			
<i>Prionospio</i> sp. G					P			
<i>Paramphinome posterobranchiata</i>					P			

Relação do macrobentos com as variáveis ambientais.

A análise de correspondência canônica (ACC) revelou um gradiente batimétrico importante (Figura 8, Tabelas 8 e 9). Tanto no período seco, como no chuvoso, os dois primeiros eixos responderam por cerca de 50% da variância total dos dados (Tabela 8). O primeiro eixo separou as estações principalmente em função da profundidade e fitopigmentos, além da temperatura (no período chuvoso). Enquanto, o segundo eixo, no geral, destacou as estações com maiores teores de carbonato daquelas com maiores teores de carbono orgânico total e sedimento mais fino (Tabela 9), principalmente as de 700-1.300 m dos transectos A, B, C e I.

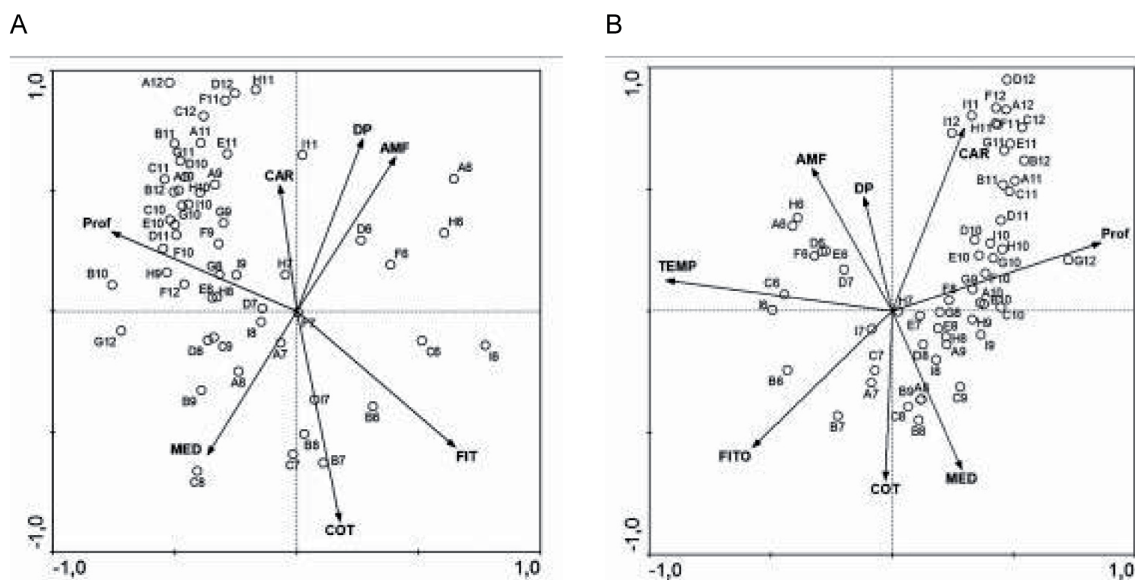


Figura 8 - Análise de correspondência canônica baseada na matriz de abundância de 144 espécies (número mínimo de 5 indivíduos) de macrofauna bentônica. A. Período seco. B. Período chuvoso. Dados de densidade transformados em $\log(x+1)$ Letras indicam transectos de A a I. Números indicam isóbatas de 6 a 12. Prof = profundidade (m), MED = tamanho médio do grão em ϕ , DP = grau de seleção do grão; AMF = areia muito fina (%), CAR = teor de carbonato (%), COT = carbono orgânico total, FITO = fitopigmentos ($\mu\text{g.g}^{-1}$), TEMP = temperatura da água de fundo ($^{\circ}\text{C}$).

Tabela 8 - Autovalores e percentual acumulado de variação explicada pelos eixos da Análise de Correspondência Canônica no período seco (TPS) e chuvoso (TPC)

TPS	Eixos				Inércia total
	1	2	3	4	
Autovalores:	0,362	0,190	0,136	0,080	2,393
Correlações espécies-ambiente:	0,943	0,953	0,917	0,904	
Porcentagem acumulada de variância explicada:					
Pelas espécies:	15,1	23,1	28,8	32,1	
Pela relação espécie-ambiente:	33,7	51,4	64,0	71,4	
Soma de todos os autovalores					2,393
Soma de todos os autovalores canônicos					1,072

TPC	Eixos				Inércia total
	1	2	3	4	
Autovalores:	0,345	0,197	0,132	0,069	2,366
Correlações espécies-ambiente:	0,964	0,940	0,922	0,815	
Porcentagem acumulada de variância explicada:					
Pelas espécies:	14,6	22,9	28,5	31,4	
Pela relação espécie-ambiente:	32,8	51,6	64,1	70,7	
Soma de todos os autovalores					2,366
Soma de todos os autovalores canônicos					1,051

Tabela 9 - Matriz de Correlação das variáveis ambientais com os eixos 1, 2 e 3 da Análise Canônica de Correspondência, nos períodos seco (TPS) e chuvoso (TPC). Nível de significância das variáveis ambientais pelo teste de Monte Carlo. ($p < 0,05$). Não foram obtidos valores de temperatura e salinidade da água para o período seco.

	TPS			TPC		
	Eixos			Eixos		
	1	2	3	1	2	3
Profundidade	-0,7606	0,3296	0,3350	0,8599	0,2800	0,3530
Umidade do sedimento	-0,2382	-0,4490	0,1972	0,2003	-0,4055	0,4883
Areia Muito Fina	0,4053	0,6409	-0,5314	-0,3299	0,5876	-0,5960
Lama	-0,3382	-0,5365	0,5569	0,2969	-0,5898	0,5239
Média do grão	-0,3665	-0,5970	0,4867	0,2867	-0,6512	0,4650
Grau de seleção	0,2704	0,7152	-0,3836	-0,1151	0,4674	-0,4461
Assimetria	0,3750	0,5691	-0,4898	-0,2686	0,3707	-0,3663
Curtose	0,0345	-0,6420	-0,3109	-0,2525	-0,4089	0,0867
Carbonato total	-0,0699	0,5246	0,5258	0,2965	0,7502	0,4456
Carbono Orgânico Total	0,1771	-0,8738	0,2119	-0,0277	-0,6945	0,3401
Fitopigmentos	0,6500	-0,5650	0,3134	-0,5747	-0,5595	0,5188
Temperatura				-0,9319	0,1258	-0,1733
Salinidade				-0,4924	-0,5112	-0,3433

Influência dos cânions na macrofauna

Em termos de densidade total, as maiores diferenças ocorreram a 1.000m, com valores médios de densidade nos cânions superiores aos taludes adjacentes, nos dois períodos amostrados (Figura 9). As maiores diferenças se devem aos crustáceos, que foram bem mais abundantes a 1.000 m, dentro dos cânions, aumentando sua abundância relativa em relação aos demais grupos. Já no talude superior, a 400 m, as maiores diferenças ocorreram no período chuvoso, com um número menor de moluscos ocorrendo no transecto adjacente, em relação aos demais grupos de invertebrados (Figura 10). Considerando somente as amostras obtidas de forma pareada entre cânions e taludes adjacentes, foi feita comparação estatística dos dois cânions e taludes adjacentes, entre 1.000 e 1.300 m. Nesta avaliação, a densidade total de organismos foi significativamente maior a 1.000 m, mas não a 1.300 m, denotando uma interação significativa entre o efeito do cânion e a profundidade ($F = 10,053$, $p < 0,05$) (Tabela 10).

Em relação aos dados de biomassa, no período chuvoso, percebe-se também um ligeiro aumento nos cânions, a 1.000 m, correspondendo a uma maior densidade encontrada nessa isóbata, (Figura 11). Também não houve variações significativas da biomassa em relação ao efeito cânion, mas foram observadas diferenças batimétricas (Tabelas 10 e 11)

Entretanto, tanto o índice de rarefação como o de diversidade H' não mostraram nenhuma tendência, sendo bem similares ao talude adjacente, com exceção da isóbata de 400 m, no período seco, em que houve um aumento da riqueza no talude adjacente ao cânion Almirante Câmara (Tabela 12). Considerando-se novamente as amostras obtidas de forma pareada entre cânions e taludes adjacentes, foi observado na avaliação estatística que riqueza estimada, diversidade, equitabilidade somente se mostraram significativamente menores no cânion Almirante Câmara, a 400m no período chuvoso.

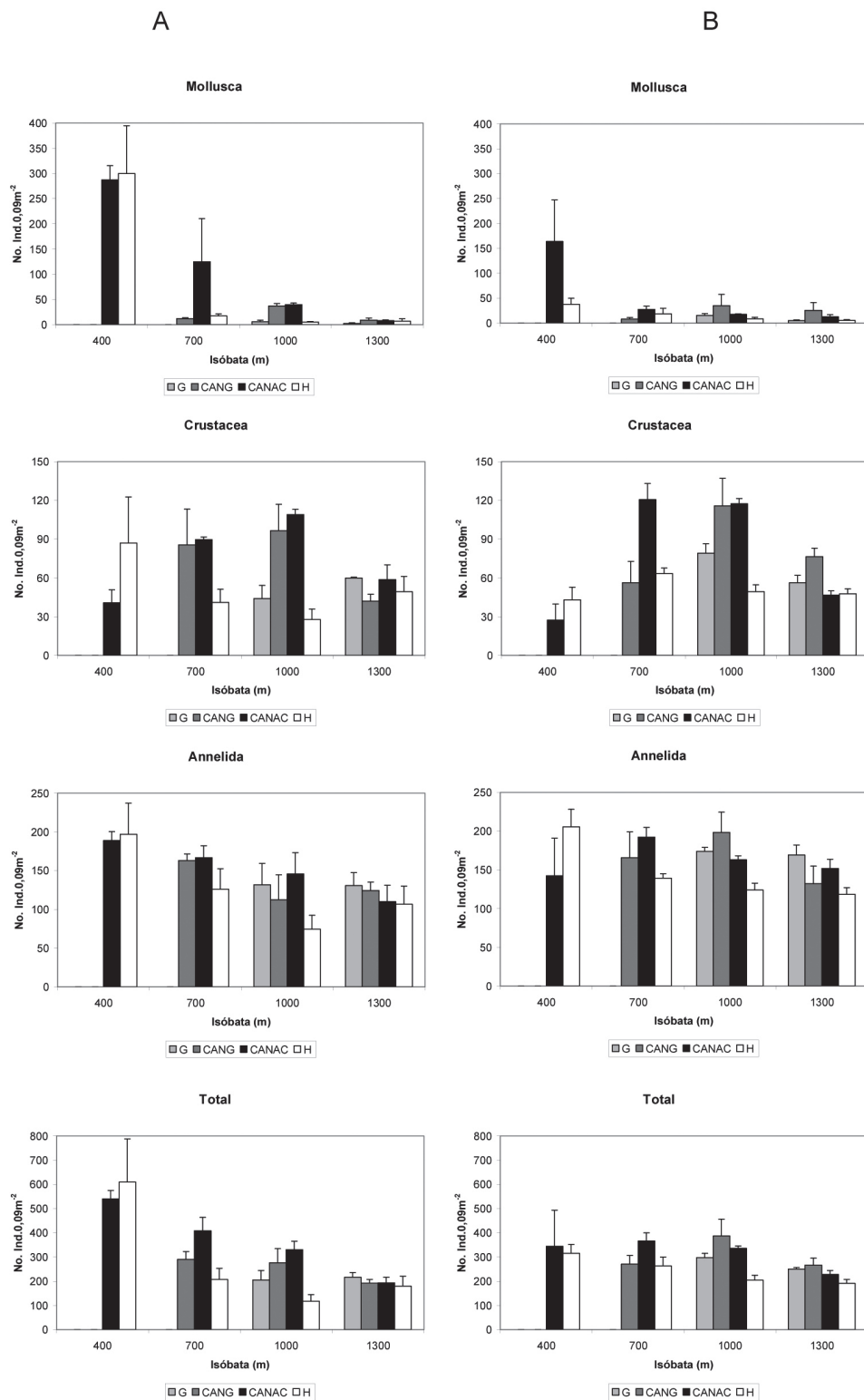


Figura 9 - Densidade (número de indivíduos por 0,09m²) dos principais grupos de macrofauna em ambientes de cânions Grussaí (CANG) e Almirante Câmara (CANAC) e taludes adjacente (Transectos G e H). Média + Erro-padrão. A. Talude Período Seco. B. Talude Período Chuvoso. Observação: as escalas de abundância diferem entre gráficos.

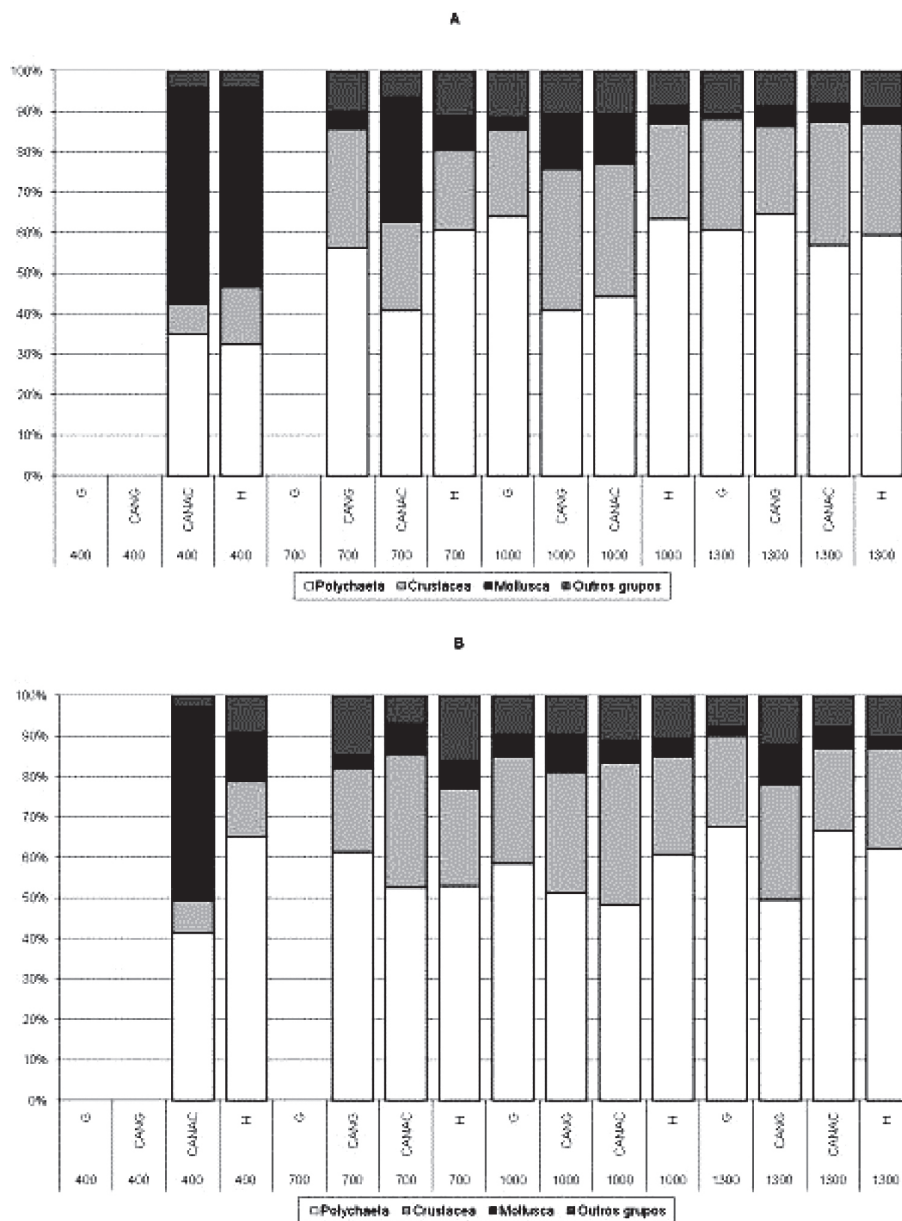


Figura 10 - Abundância relativa (%) dos principais grupos de macrofauna encontrados em ambientes de cânions (CANG e CANAC) e taludes adjacente (Transectos G e H). A. Talude Período Seco. B. Talude Período Chuvoso.

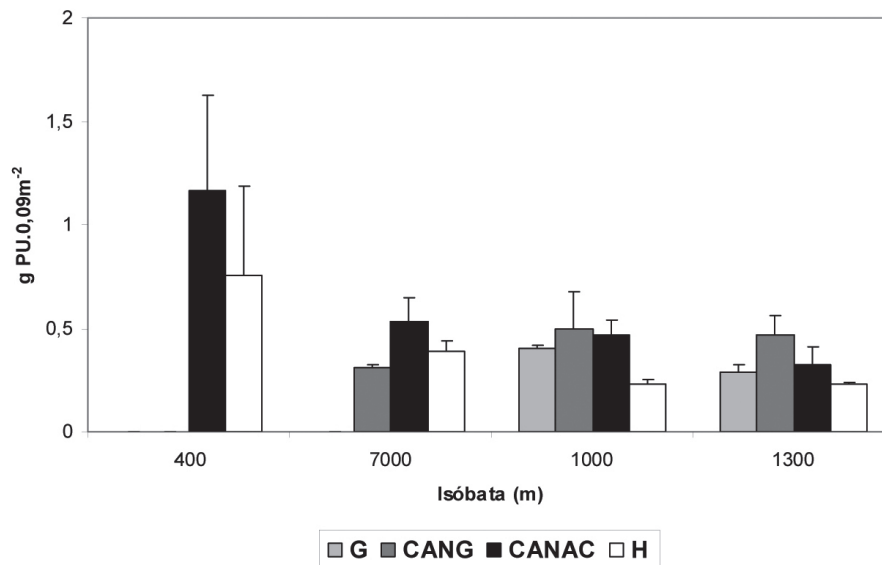


Figura 11 - Biomassa total (g. peso úmido. 0,09 m⁻²) da macrofauna da Bacia de Campos, durante o período chuvoso, nos cânions (CANG e CANAC) e talude adjacente (transectos G e H). Valores médio + Erro-padrão.

Tabela 10 - Valores de F resultantes da análise de variância trifatorial hierárquica considerando os principais descritores univariados da comunidade macrobentônica, nos dois períodos (TPS e TPC), nos cânions (CANG e CANAC) e talude adjacente (G e H) nas isóbatas de 1.000 e 1.300 m. Transectos (T) aninhados em cânions e talude (C) Dados transformados em log (x+1). Dados de biomassa analisados apenas no período chuvoso (TPC). Valores em negrito – p < 0,05

	Densidade total		ES25		H' log2		J		Biomassa total	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Período (P)	13,772	0,001	3,778	0,061	12,751	0,001	0,375	0,544		
Isóbata (I)	5,275	0,028	19,708	0,0001	23,123	<0,0001	21,469	<0,0001	0,063	0,804
Cânion (C)	16,062	<0,001	4,23	0,048	16,528	<0,001	0,029	0,865	2,725	0,096
Transecto T (C)	6,344	0,005	2,686	0,083	0,866	0,43	3,966	0,029	0,257	0,619
P X I	1,113	0,299	0,025	0,874	0,263	0,611	0,373	0,546	0,377	0,692
P X C	0,432	0,516	0,196	0,66	0,046	0,831	0,87	0,358	0,785	0,389
I X C	10,053	0,003	0,001	0,975	1,485	0,232	1,768	0,193		
P X T (C)	0,723	0,493	0,699	0,504	1,483	0,242	0,024	0,976		
I X T (C)	0,771	0,47	4,132	0,025	4,521	0,018	0,393	0,678		
P x I x C	2,016	0,165	2,655	0,113	5,71	0,023	0,0002	0,987		
P X I X T (C)	0,249	0,781	0,961	0,393	0,421	0,659	1,07	0,354		

Tabela 11 - Valores de *F* resultantes da análise de variância trifatorial considerando os principais descritores univariados da comunidade macrobentônica, nos dois períodos (TPS e TPC), entre o cânion Almirante Câmara e o talude adjacente (H) nas isóbatas de 400, 700, 1.000 e 1.300 m. Dados transformados em $\log(x+1)$. Dados de biomassa analisados apenas no período chuvoso (TPC). Valores em negrito – $p < 0,05$

	Densidade total		ES25		H' log ₂		J'		Biomassa total	
	Ff	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Período (P)	0,077	0,783	3,856	0,058	3,316	0,078	7,074	0,012		
Isóbata (I)	6,75	0,001	34,299	<0,0001	14,994	<0,0001	20,54	<0,0001	4,404	0,019
Canion (C)	8,05	0,008	6,125	0,019	0,7108	0,405	3,664	0,065	2,823	0,112
P x I	3,441	0,028	0,482	0,697	0,359	0,783	2,821	0,054	0,236	0,869
P x C	1,4	0,245	1,858	0,182	2,288	0,14	0,489	0,489		
I x C	2,927	0,049	5,475	0,004	4,326	0,011	0,935	0,435		
P x I x C	0,302	0,823	5,408	0,004	4,807	0,007	6,316	0,002		

Tabela 12 - Riqueza específica (S), riqueza estimada numa amostra de 25 indivíduos (ES25), diversidade (H') e equitabilidade (J') do macrobentos dentro dos cânions Grussaí (CANG) e Almirante Câmara (CANAC) e no talude adjacente (transectos G e H) no período seco (TPS) e chuvoso (TPC). Valores médios \pm erro-padrão

Isóbata (m)	Transecto	S		ES(25)		H'(log2)		J'	
		Média	EP	Média	EP	Média	EP	Média	EP
TPS									
400	CANAC	57,33	7,84	13,31	1,02	4,32	0,25	0,74	0,02
	H	82,67	10,87	12,70	0,69	4,15	0,14	0,66	0,05
700	CANG	72,00	7,94	17,94	0,73	5,32	0,21	0,86	0,01
	CANAC	86,67	3,28	16,50	2,59	5,01	0,67	0,78	0,10
1.000	H	67,67	7,51	19,65	0,49	5,54	0,07	0,91	0,01
	G	58,33	7,62	18,77	0,66	5,31	0,22	0,91	0,01
	CANG	69,67	8,41	19,08	0,44	5,48	0,11	0,90	0,02
	CANAC	79,67	2,19	19,38	0,23	5,66	0,04	0,90	0,01
1.300	H	41,67	5,24	18,14	0,28	4,91	0,06	0,92	0,02
	G	58,33	0,88	16,68	0,76	4,97	0,13	0,85	0,02
	CANG	52,67	4,41	16,83	0,64	4,92	0,12	0,86	0,02
	CANAC	62,33	5,93	18,08	0,53	5,23	0,15	0,88	0,01
TPC									
400	CANAC	37,33	12,20	11,43	1,60	3,62	0,57	0,72	0,03
	H	71,67	7,36	18,15	0,58	5,38	0,17	0,87	0,01
700	CANG	68,33	10,17	19,18	0,15	5,48	0,15	0,91	0,01
	CANAC	87,00	1,53	20,34	0,20	5,89	0,03	0,91	0,01
	H	71,00	1,53	20,01	0,16	5,66	0,01	0,92	0,01
1.000	G	80,33	1,76	18,99	0,46	5,59	0,10	0,88	0,01
	CANG	85,33	7,22	19,19	0,41	5,67	0,09	0,89	0,02
	CANAC	79,67	1,45	19,76	0,08	5,73	0,03	0,91	0,00
	H	60,67	3,28	19,09	0,38	5,40	0,10	0,91	0,01
1.300	G	57,67	1,20	16,56	0,56	4,95	0,11	0,85	0,01
	CANG	75,67	9,17	18,60	0,79	5,48	0,22	0,88	0,01
	CANAC	71,00	2,08	18,26	0,58	5,38	0,10	0,87	0,02
	H	62,67	0,67	18,01	0,21	5,23	0,04	0,88	0,01

A análise da estrutura da comunidade através do diagrama de nMDS, nos dois períodos (Figura 12), revelou um forte gradiente batimétrico, independentemente do efeito cânion, isolando o talude superior (400 m) do talude médio (1.000-1.300 m). Secundariamente, houve uma separação das amostras obtidas nos diferentes cânions em relação as obtidas no talude adjacente, principalmente a 1.000 m de profundidade, no período chuvoso. A análise de similaridade mostrou diferenças entre todas as isóbatas (ANOSIM, R Global = 0,66, p = 0,001, para o período seco e R global = 0,689, p = 0,001 para o período chuvoso).

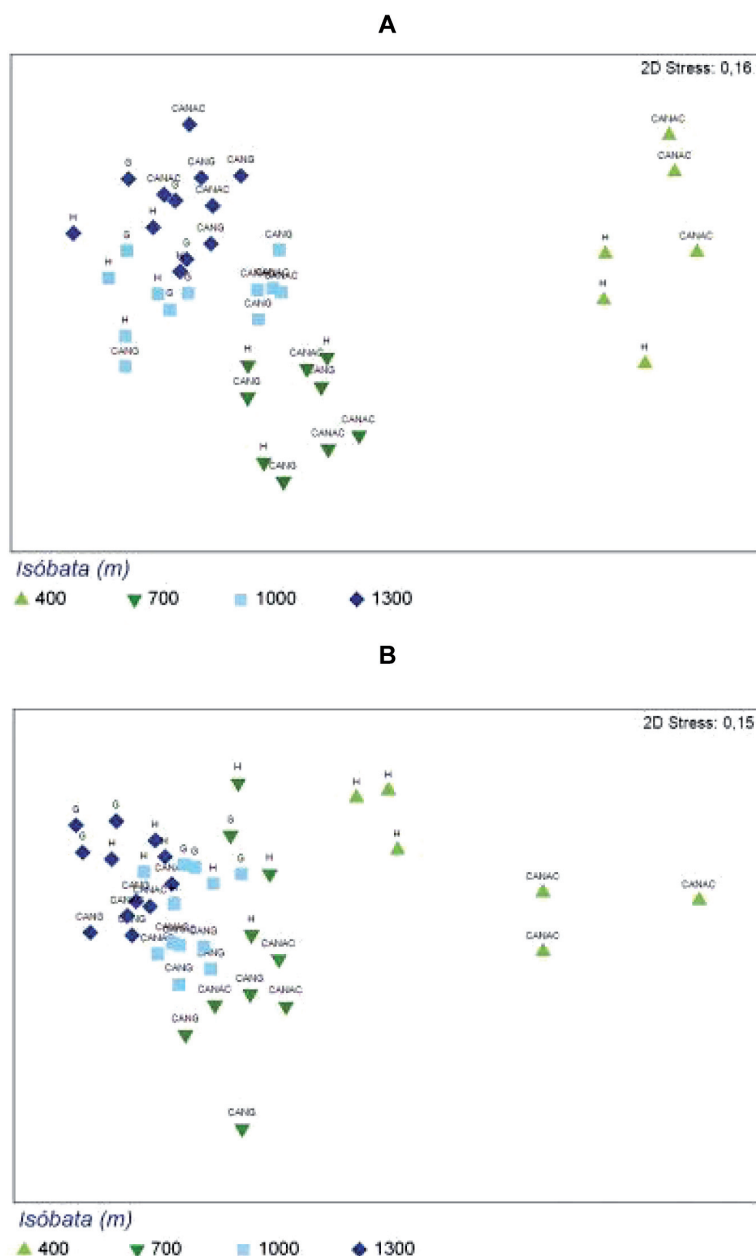


Figura 12 - Diagrama de n-MDS baseado na matriz de distância de Bray-Curtis, em relação aos dados abundância de espécies (com número mínimo de 5 indivíduos numa amostra) encontradas em ambientes de cânions (CANG e CANAC) e taludes adjacentes (Transectos G e H). Dados transformados em $\log(x+1)$. Estratégia de agrupamento: UPGMA. A - Talude Período Seco. B - Talude Período Chuvoso.

Os resultados da PERMANOVA, analisados quanto ao efeito cânion no talude médio (1.000 e 1.300 m) revelaram diferenças temporais significativas, mas com efeitos interativos entre cânions e talude, assim como entre isóbatas (Tabelas 13 e 14). De forma geral, houve diferenças na composição da macrofauna a 1.000 e 1.300 m, dentro dos cânions. Comparando-se o cânion Almirante Câmara, nas quatro isóba-

tas avaliadas, percebe-se também uma variação significativa entre períodos, com interação entre transectos e isóbatas. Nos dois períodos amostrados, a estrutura da comunidade bentônica foi significativamente diferente tanto a 400 como a 1.000 m, entre o cânion Almirante Câmara e o talude adjacente. Considerando a variação batimétrica, o Almirante Câmara apresentou diferenças mais nítidas, sendo todas as isóbatas diferentes entre si, ao passo que o transecto H, adjacente a ele, apresentou semelhança entre as isóbatas de 1.000 e 1.300 m, nos dois períodos amostrados.

Tabela 13 - Resultado da análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) aplicada a matriz de abundância de 91 táxons da macrofauna, nos cânions (CANG e CANAC) e talude adjacente (G e H), nas isóbatas de 1.000 e 1.300m, nos períodos amostrados (TPS e TPC). Dados de densidade transformados em $\log(x+1)$. Análise baseada nos índices de dissimilaridade de Bray-Curtis. Valores de P de Monte Carlo < 0,05 em negrito.

Fonte	GL	F	p
Período (P)	1	9,485	0,0001
Isóbata (I)	1	8,558	0,0001
CT	1	7,878	0,0001
Transecto (CT)	2	3,091	0,0001
P x I	1	1,446	0,1344
P x CT	1	4,585	0,0002
P x T (CT)	2	1,447	0,0790
I x CT	1	3,219	0,0005
I x T (CT)	2	1,651	0,0320
P x I x T	1	1,447	0,1347
P x I x T (CT)	2	0,906	0,5822
Resíduo	32		
Total	47		

Tabela 14 - Resultado a análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) aplicada a matriz de abundância de 153 táxons da macrofauna, entre o cânions Almirante Câmara (CANAC) e o talude adjacente (H), nas 4 isóbatas (400, 700, 1000 e 1300 m), nos dois períodos (TPS e TPC). Dados de densidade transformados em $\log(x+1)$. Análise baseada nos índices de dissimilaridade de Bray-Curtis. Valores de $P < 0,05$ em **negrito**.

Fonte	GL	F	p
Período (P)	1	7,742	0,0001
Transecto (T)	1	5,890	0,0002
Isóbata (I)	3	13,246	0,0001
P x T	1	2,823	0,0050
P x I	3	2,284	0,0012
T x I	3	3,978	0,0001
P x T x I	3	1,453	0,0644
Resíduo	32		
Total	47		

Em termos de distribuição espacial da macrofauna, a análise de classificação realizada com os valores médios de abundância, nos dois períodos, revelou a formação de cinco grupos de estações, sendo que, em dois deles, as amostras dos cânions se mostraram diferentes do talude adjacente - 400 e 1.000 m de profundidade (Figura 13). Moluscos, em especial os bivalves das famílias Yoldiidae e Thyasiridae, juntamente com os aplacóforos da família Prochaetodermatidae, foram mais abundantes dentro dos cânions, a 400 m e 1.000 m, enquanto o gastrópode *Benthonella coronata* foi mais abundante no talude adjacente (Tabela 15 e Anexo 2). A 1.000 m, várias espécies de poliquetas carnívoros tiveram maior abundância dentro dos cânions, além de alguns tanaidáceos, enquanto que, no talude adjacente predominou o poliqueta *Paramphinome posterobranchiata* da família Amphinomidae, sendo esta espécie registrada até o momento, somente para a Bacia de Campos.

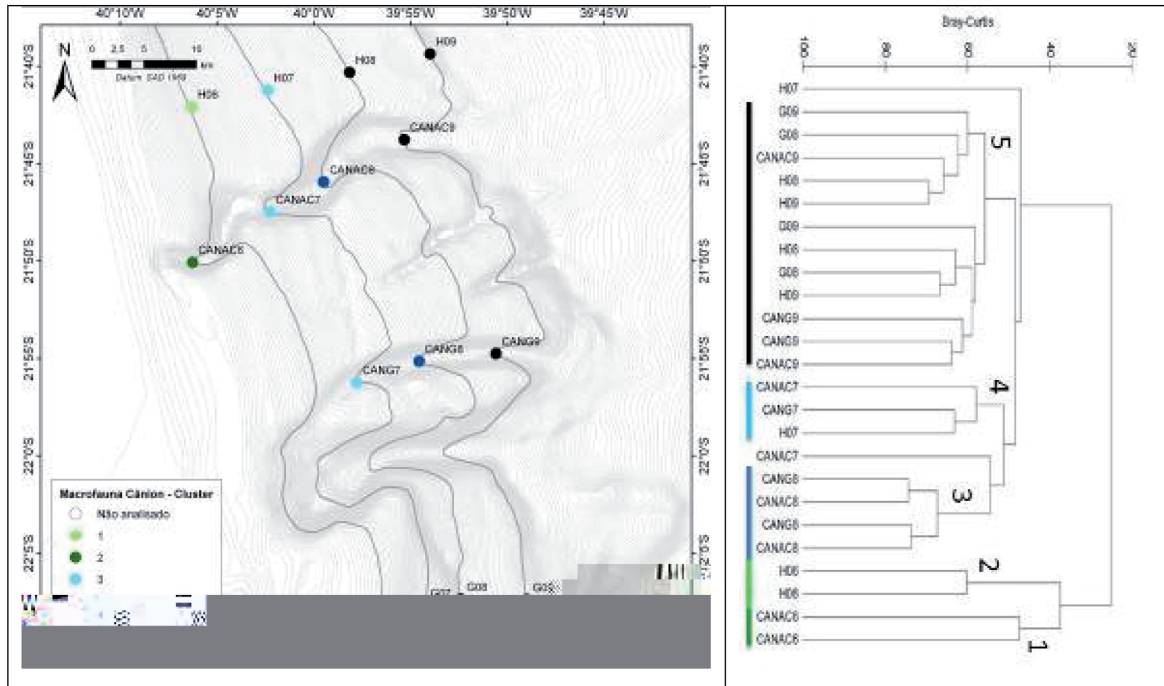


Figura 13 - Associações de espécies de macrofauna na Bacia de Campos, nos cânions (Grussaí - CANG e Almirante Câmara - CANAC) e talude adjacente (transectos G e H). Matriz de distância de Bray-Curtis baseada na densidade dos organismos.. Dados transformados em log (x+1). Análise de agrupamento UPGMA. Grupo 1: Cânion Almirante Câmara - 400 m, Grupo 2: Transecto H 400 m, Grupo 3: 700 m, Grupo 4: Cânions Grussaí e Almirante Câmara 1.000 m, Grupo 5: 1.000-1.300 m .

Tabela 15 - Espécies que contribuem, com cerca de 50% da dissimilaridade encontradas entre cânions e talude adjacente, a 400 m e 1.000 m de profundidade (SIMPER). Grupos taxonômicos: P – Polychaeta, T – Tanaidacea, A – Amphipoda, C – Cumacea, I – Isopoda, AP – Aplacophora, B – Bivalvia, G – Gastropoda, S – Scaphopoda. Valores entre parênteses: número total de espécies que contribuem para 90% da similaridade encontrada em cada isóbata. Em negrito, espécies com valores de abundância nos cânions duas vezes ou mais a abundância no talude adjacente.

	Grupo Taxonômico	Cânion Abundância média	Talude Abundân- cia média	Dissimilari- dade média	Contribuição cumulativa (%)
Grupo 1 x 2 (400 m)					
Dissimilaridade média = 62,43					
Espécies					
<i>Benthonellania coronata</i>	G	1,0	3,1	2,0	3,2
<i>Orthoyoldia crosbyana</i>	B	2,4	0,0	1,9	6,2
<i>Medicula pygmaea</i>	B	4,4	2,1	1,8	9,0
<i>Loandalia tricuspis</i>	P	0,0	2,1	1,6	11,6
<i>Spiophanes</i> sp. B	P	0,1	2,2	1,6	14,3
Prochaetodermatidae sp.4	AP	3,6	1,4	1,6	16,8
<i>Cumellopsis</i> sp. 2	C	0,0	2,1	1,6	19,3
<i>Leptognathiella</i> sp. 1	T	0,0	2,0	1,5	21,7
<i>Medicula ferruginosa</i>	B	0,0	1,9	1,5	24,1
Prochaetodermatidae sp.1	AP	2,5	0,7	1,4	26,3
<i>Harpiniopsis</i> sp. 1	A	1,8	0,0	1,4	28,5
<i>Typhlotanais</i> sp. 1	T	0,0	1,8	1,4	30,6
<i>Ophelina abranchiata</i>	P	1,8	3,4	2,1	32,8
<i>Lumbrineris</i> sp. 1	P	0,0	1,7	2,1	34,8
<i>Yoldiella</i> sp. 2	B	1,8	0,4	2,0	36,9
<i>Prionospio</i> sp.	P	1,5	2,3	1,9	38,8
<i>Saturnia</i> sp. 1	B	2,6	1,0	1,9	40,7
<i>Ledella</i> sp. 1	B	0,0	1,6	1,9	42,6
<i>Levinsenia oligobranchiata</i>	P	2,1	1,1	1,9	44,5
<i>Ceratocephale</i> cf. abyssorum	P	0,0	1,5	1,9	46,4
<i>Entalina platamodes</i>	S	0,8	2,2	1,7	48,1
<i>Prionospio</i> sp. D	P	0,7	1,9	1,6	49,7
Prochaetodermatidae sp.2	AP	1,4	0,0	1,6	51,3

Grupo 4 x 5 (1.000)					
Dissimilaridade média= 47,22					
<i>Mendicula ferruginosa</i>	B	2,3	0,3	1,8	3,7
<i>Yoldiella extensa</i>	B	2,1	0,2	1,7	7,4
<i>Parexogone sp. 1</i>	P	2,0	0,3	1,6	10,8
<i>Tanaella kroyeri</i>	T	2,2	0,4	1,6	14,2
<i>Chelator sp. 3</i>	I	2,0	0,5	1,4	17,2
<i>Paramphinome posterobranchiata</i>	P	1,6	3,0	1,2	19,7
<i>Tanaella sp. 1</i>	T	1,6	0,3	1,2	22,2
<i>Glyphohesione klatti</i>	P	1,8	0,5	1,1	24,6
<i>Araphura sp. 1</i>	T	1,8	0,5	1,1	26,9
<i>Agathotanaeis sp. 2</i>	T	1,8	0,7	1,0	29,0
<i>Levinsenia oligobranchiata</i>	P	1,0	0,7	1,0	31,0
<i>Chelator sp. 5</i>	I	1,7	0,8	2,0	33,1
<i>Aricidea (Acmira) finitima</i>	P	1,1	0,2	2,0	35,0
<i>Prionospio sp.</i>	P	0,4	1,1	1,9	36,9
<i>Parexogone wolffi</i>	P	1,3	0,5	1,9	38,8
<i>Paranarthrura sp. 1</i>	T	1,3	0,3	1,9	40,7
<i>Mendicula pygmaea</i>	B	1,2	0,4	1,7	42,4
<i>Parexogone cf. campoyi</i>	P	0,8	0,8	1,7	44,1
<i>Sphaerosyllis sp. 1</i>	P	0,9	0,4	1,7	45,8
<i>Chelator sp.1</i>	I	1,2	0,5	1,6	47,4
<i>Nereimyra punctata</i>	P	1,9	1,0	1,6	49,0
<i>Cossura sp. 1</i>	P	0,9	0,2	1,5	50,6

Relação com as variáveis ambientais

A análise de correspondência canônica (ACC) revelou um gradiente batimétrico importante dentro dos cânions (Figura 14). Tanto no período seco, como no chuvoso, os dois primeiros eixos responderam por cerca de 53% da variância total dos dados (Tabela 16). O primeiro eixo separou as estações principalmente em função da profundidade e fitopigmentos, além da temperatura (no período chuvoso). Enquanto, o segundo eixo, no geral, destacou as estações com maiores teores de carbono orgânico total e teores de areia muito fina (Tabela 17), principalmente em relação à isóbata de 400 m.

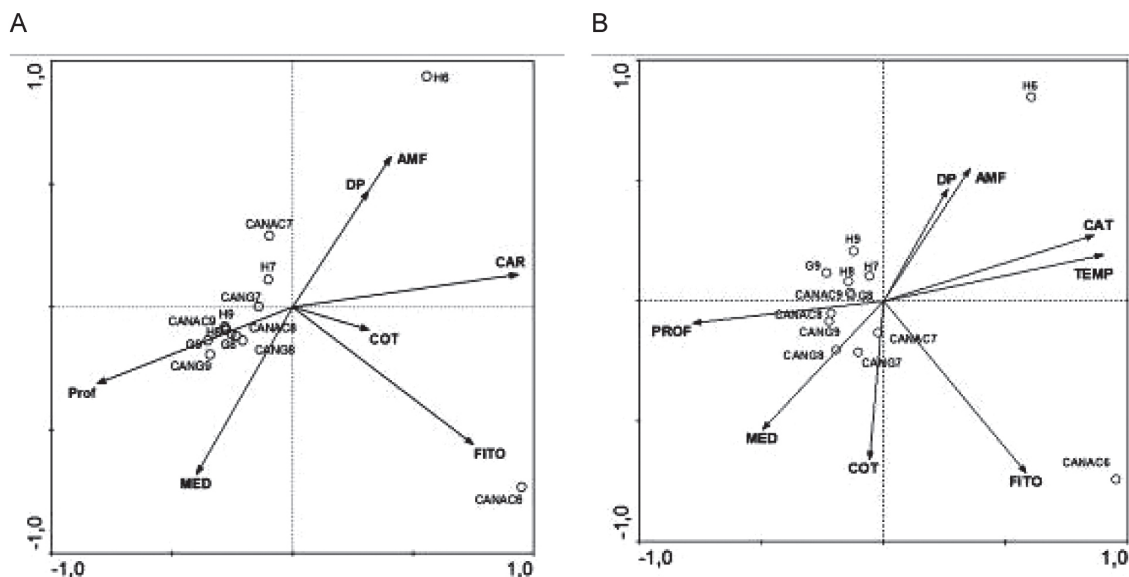


Figura 14 - Análise de correspondência canônica baseada na matriz de abundância de 91 espécies (número mínimo de 5 indivíduos) de macrofauna bentônica, nos cânions (CANG e CANAC) e talude adjacente (G e H). A. Período seco. B. Período chuvoso. Dados de densidade transformados em log (x+1). Letras indicam transectos de A a I. Números indicam isóbatas de 6 a 12. Prof = profundidade (m), MED = tamanho médio do grão em phi, DP = grau de seleção do grão; AMF = areia muito fina (%), CAR = teor de carbonato (%), COT = carbono orgânico total, FITO = fitopigmentos ($\mu\text{g.g}^{-1}$), TEMP = temperatura da água de fundo ($^{\circ}\text{C}$).

Tabela 16 - Autovalores e percentual acumulado de variação explicada pelos eixos da Análise de Correspondência Canônica no período seco (TPS) e chuvoso (TPC)

TPS	Eixos				Inércia total
	1	2	3	4	
Autovalores:	0,503	0,260	0,165	0,134	1,466
Correlações espécies-ambiente:	0,994	1,000	0,993	0,996	
Porcentagem acumulada de variância explicada:					
Pelas espécies:	34,3	52,0	63,3	72,5	
Pela relação espécie-ambiente:	35,3	53,6	65,2	74,7	
Soma de todos os autovalores					1,466
Soma de todos os autovalores canônicos					1,423
TPC	Eixos				Inércia total
	1	2	3	4	
Autovalores:	0,394	0,254	0,154	0,119	1,306
Correlações espécies-ambiente:	1,000	1,000	1,000	1,000	
Porcentagem acumulada de variância explicada:					
Pelas espécies:	30,1	49,6	61,4	70,5	
Pela relação espécie-ambiente:	30,1	49,6	61,4	70,5	
Soma de todos os autovalores					1,306
Soma de todos os autovalores canônicos					1,306

Tabela 17 - Matriz de Correlação das variáveis ambientais com os eixos 1, 2 e 3 da Análise Canônica de Correspondência. Nível de significância das variáveis ambientais pelo teste de Monte Carlo.

	TPS			TPC		
	Eixos			Eixos		
	1	2	3	1	2	3
Profundidade	-0,811	-0,311	-0,420	-0,783	-0,092	0,459
Umidade	0,006	0,442	-0,162	-0,377	-0,654	-0,011
Areia muito fina	0,408	0,611	-0,180	0,353	0,551	-0,087
Lama	-0,354	-0,617	0,223	-0,361	-0,592	0,103
Média do grão	-0,399	-0,679	0,229	-0,496	-0,535	0,073
Grau de seleção	0,314	0,470	-0,146	0,262	0,469	-0,059
Assimetria	0,432	0,677	-0,243	0,542	0,480	-0,055
Curtose	-0,322	-0,079	-0,025	0,390	0,723	-0,165
Carbonato	0,936	0,132	0,069	0,862	0,274	-0,048
COT	0,317	-0,093	0,113	-0,058	-0,661	-0,249
Fitopigmentos	0,750	-0,5576	0,066	0,583	-0,716	-0,115
Temperatura				0,899	0,192	-0,326
Salinidade				0,1874	-0,0728	-0,476

Discussão

A composição da macrofauna do talude da Bacia de Campos não difere daquela comumente encontrada em regiões de oceano profundo (Gerino *et al.*, 1995, Gage & Tyler, 1996, Cosson *et al.*, 1997, Borowski e Thiel, 1998, Flach e Bruin, 1999, Tyler, 2003). A fauna é composta basicamente por poliquetas, crustáceos peracáridos e micromoluscos, com um grande número de espécies raras, ou seja, espécies representadas por apenas um único indivíduo (37%). Além disso, o pequeno número de espécies nominais reflete a falta de conhecimento da fauna de profundidade. Cerca de 50% das espécies de macrofauna encontradas em cada estudo de oceano profundo são desconhecidas pela Ciência, podendo esse número chegar a 70%, no Golfo do México (Wei *et al.*, 2010) ou mesmo a 80%, como é o caso da Bacia de Campos. Ressalta-se ainda a escassez de especialistas em alguns grupos, como Nemertea e Sipuncula, que geralmente acabam ficando em níveis taxonômicos superiores, restringindo o número de espécies identificadas.

A dominância de Polychaeta tem sido retratada em diversas regiões do oceano profundo, representando de 40 a 90% da macrofauna total (Cosson *et al.*, 1997; Levin *et al.*, 2000; Galéron *et al.*, 2009). No Mar Árabe, a dominância de Polychaeta no talude é de 88,8%, com Mollusca e Crustacea contribuindo apenas

com 3,4% a 5,7%, respectivamente. De regiões tropicais a polares, Polychaeta é o principal representante do mar profundo, podendo ser dominante também em termos de biomassa e número de espécies, como no Ártico (MacDonald *et al.*, 2010). Devido à sua variedade de hábitos alimentares e tendo muitas espécies depositóvoras, são capazes de explorar a matéria orgânica depositada no fundo (Thistle, 2003). Na Bacia de Campos, esse grupo também foi dominante, em todas as isóbatas, variando de 44% no talude superior (400 m) a, aproximadamente, 75% no talude inferior e platô de São Paulo (1.900 a 3.000 m). Das quatro famílias mais abundantes na região (Spionidae, Paraonidae, Cirratulidae e Syllidae), somente Syllidae possui hábito predador, sendo as demais compostas por depositívoros. Syllidae tem sido apontada como uma importante Família de predadores de foraminíferos, enquanto Spionidae tem sido destacada como comedora seletiva de fitodetrito de depóstio recente (Wurszberg *et al.*, 2011). No Golfo do México, o mesmo padrão de poliquetas foi encontrado, com as famílias Paraonidae, Spionidae, Syllidae e Maldanidae, contribuindo com cerca de 70% do total de poliquetas no talude aberto. No caso dos crustáceos, as famílias mais abundantes de tanaidáceos (Colletteidae, Anarthuridae e Tanaellidae) ocorrem frequentemente em regiões de talude, assim como as famílias de isópodes Desmosomatidae e Ischnomesidae, sendo esta última família exclusiva de ambientes de profundidade (Gage e Tyler, 1996). Estas duas famílias de isópodes costumam dominar regiões de talude (Wilson, 2008). Com relação aos moluscos, ao contrário do que ocorre geralmente em plataforma, onde os suspensívoros eulamibrânquios dominam (Gage e Tyler, 1996), os bivalves protobrânquios são mais comuns em regiões sedimentares de talude, com a predominância de depositívoros de superfície ou subsuperfície. Na Bacia de Campos, as famílias Nuculanidae e Malletidae foram as mais abundantes. A família Thyasiridae, com espécies abundantes, como a do gênero *Mendicula*, é exclusiva de oceano profundo e restrita às regiões de talude e sopé (Allen, 1983). Alguns autores consideram a possibilidade de espécies dessa família sustentarem bactérias tiotróficas simbióticas. Aplacóforos da família Prochaetodermatidae também foram bastante frequentes e abundantes no talude, tal qual ocorre no Atlântico Noroeste, podendo ser importantes predadores de foraminíferos e outros organismos da macrofauna (Gage e Tyler, 1996).

Embora poucos estudos apresentem avaliação do número de espécies e de diversidade da macrofauna em mares profundos, nota-se que a Bacia de Cam-

pos é uma das regiões de talude com maior número de táxons registrados, até o momento (1.402 táxons). Entre os estudos que registraram um grande número de táxons da macrofauna estão os de Wei (2010), realizado no Golfo do México, com 957 táxons e o de Grassle & Maciolek (1992), com 798 táxons. Durante o projeto de Caracterização Ambiental do Oceano Profundo da Bacia de Campos (OCEAN-PROF), realizado entre 2001 e 2003, no talude da Bacia de Campos, foram encontrados cerca de 560 táxons de macrofauna no talude, entre 900 e 1.950 m de profundidade (Lavrado *et al.*, 2010), abrangendo apenas 1 grau de latitude (21,5 – 22,5°S). O número maior encontrado no presente estudo pode refletir a heterogeneidade espacial existente na região, já que não somente incluiu uma faixa batimétrica maior (400 – 3.000 m), mas também latitudinal, com 3 graus de latitude (21,10 – 24,40°S). Por outro lado, as diferenças de riqueza também podem refletir diferenças de esforço amostral, incluindo o total de área coletada. Nesse caso, a área coletada durante o projeto OCEANPROF foi de 9,3 m² enquanto nesse estudo a área total amostrada foi equivalente a 32,9 m², ou seja, cerca de 3,5 vezes a área anterior, o que sinaliza que provavelmente a biodiversidade do talude da Bacia de Campos ainda não é totalmente conhecida.

A diversidade calculada a partir do método de rarefação (Hurlbert, 1971) varia em função da profundidade e geralmente apresenta um pico entre 1.400 a 2.000 m de profundidade. Isso ocorre devido à grande dominância de alguns grupos biológicos em estações mais rasas, que são geralmente mais afetadas por distúrbios hidrodinâmicos que os quais podem afetar a atividade alimentar ou mesmo transportar os animais (Gage *et al.*, 2000). Uma distribuição parabólica da diversidade, com valores reduzidos entre 400 - 600 m, altos valores no talude médio e novamente baixos em direção à isóbatas mais profundas (2.900 m) já foi registrada para fauna de poliquetas por Paterson e Lamshead (1995). No Atlântico Nordeste, a diversidade esperada E(S41) para a macrofauna total, excluindo os peracáridos, ocorreu em torno de 1.400 m (Gage *et al.*, 2000). Entretanto, a diversidade máxima em profundidades menores, como a 800 m, foi encontrada para fauna de isópodes no Mar da Noruega e Groenlândia (Svavarsson *et al.*, 1990). Por outro lado, alguns autores têm encontrado o máximo de diversidade na região compreendida entre a quebra da plataforma e início do talude, entre 200 a 600m, e sugerem que modificações nas propriedades das massas de água, especialmente na temperatura, além da complexidade do hábitat causada pela pre-

sença de organismos da epifauna podem refletir na maior diversidade encontrada a 400 m (Bett, 2001, Narayanaswamy *et al.*, 2005). Bett (2001) considera que a faixa entre 208 e 670 m corresponde a um ecótono, onde coexistem comunidades adaptadas a águas quentes e frias que contribuem para o aumento da diversidade total. O padrão parabólico na diversidade no Atlântico Noroeste também difere do observado em outras regiões do Atlântico Nordeste, com valores máximos entre 2.000 a 3.000 m, dependendo do táxon (Rex, 1983; Rex *et al.*, 1997; apud Gage *et al.*, 2000). Na Bacia de Campos, o máximo de diversidade ocorreu no talude médio, entre 700 - 1.300 m, se aproximando do padrão geral encontrado para a maioria dos taludes estudados no Golfo do México e Atlântico.

A análise comparativa de estudos sobre a macrofauna de mar profundo realizados em diferentes regiões (Tabela 18) demonstra que a macrofauna da Bacia de Campos está presente em densidades semelhantes às observadas para o Golfo do México, com valores próximos no talude superior (400 m - Wei, 2006), assim como às densidades reportadas em outras áreas mais produtivas, como no Atlântico Nordeste (Flach *et al.*, 2002). No talude médio (700 m), os valores de densidade da Bacia de Campos foram aproximadamente 2 vezes maiores quando comparados aos do Golfo do México. O inverso passa a ocorrer no talude inferior onde os valores de densidade obtidos para o Golfo do México chegam a ser 5 vezes maiores que os encontrados a 3.000 m na Bacia de Campos (Tabela 18). Entretanto, considerando ambientes mais produtivos, como o Atlântico Nordeste (Galleron *et al.*, 2000; Flach *et al.*, 2002;), o talude inferior da Bacia de Campos apresenta valores aproximadamente 12 vezes menores (Tabela 18), indicando uma certa oligotrofia na região. Com relação à biomassa, a Bacia de Campos apresentou valores no talude médio, superiores às demais regiões estudadas (Tabela 18), sendo mais baixa no talude inferior, conforme descrito para o Atlântico Tropical Nordeste (Marrocos) e o Golfo do México (Pfannkuche *et al.*, 1983; Wei, 2006).

Estudos sobre a variação batimétrica da densidade da macrofauna são ainda escassos e utilizam diferentes esforços de coleta e triagem dos organismos (Tabela 18). A malha utilizada para separação da macrofauna pode afetar diretamente resultados de abundância e composição de espécies, portanto, análises comparativas devem ser realizadas com cautela. Valores obtidos para Talude Superior e Médio no Mediterrâneo e no Marrocos estiveram abaixo dos observados

para a Bacia de Campos. No primeiro caso, a malha utilizada foi de 500 μm o que poderia justificar este resultado, porém, em Marrocos, utilizando a malha 300 μm , os valores de densidade encontrados foram 6 vezes menores. Valores próximos aos obtidos no Talude Superior da Bacia de Campos (400 m) foram obtidos no Golfo do México (Wei, 2006) e em outras áreas mais produtivas, como no Atlântico Nordeste (Flach *et al.*, 2002). No talude médio (700 m), os valores de densidade da Bacia de Campos foram aproximadamente 2 vezes maiores quando comparados aos do Golfo do México. O inverso passa a ocorrer no talude inferior onde os valores de densidade obtidos para o Golfo do México chegam a ser 5 vezes maiores que os encontrados a 3.000 m na Bacia de Campos (Tabela 18). Entretanto, considerando ambientes mais produtivos, como o Atlântico Nordeste (Galleron *et al.*, 2000; Flach *et al.*, 2002;), o talude inferior da Bacia de Campos apresenta valores aproximadamente 12 vezes menores (Tabela 18), indicando condições oligotróficas na região.

Com relação à variação batimétrica da biomassa, a Bacia de Campos apresentou no talude médio valores superiores aos encontrados nas demais regiões estudadas (Tabela 18). No entanto, a biomassa foi mais baixa no talude inferior quando comparada com Atlântico Tropical Nordeste (Marrocos) e o Golfo do México (Pfannkuche *et al.*, 1983; Wei, 2006).

Tabela 18 - Comparação de densidade (ind.m^{-2}) e biomassa ($\text{g peso úmido.m}^{-2}$) da macrofauna de sedimento em margens continentais do Atlântico e Mediterrâneo.

Local	Camada (cm)	Malha (μm)	Prof.(m)	Ind. m^{-2}	Biomassa (g PU. m^{-2})	Referências
Mediterrâneo						
Talude	12	500	250	1.000	2,14	Stora <i>et al.</i> , 1999
	12	500	500	176	0,32	
	12	500	1.100 -1.500	149-307	0,01-0,26	
	12	500	2.000	211	0,05	
Atlântico Nordeste						
Rockall Trough		420	1.800-2.000	4.156-4.320	4,16-4,80	Gage, 1978 apud Levin e Gooday, 2003
		420	2.500	1.332	3,08	
Talude	15	500	693-1.000	1.000-3.000	4,71-21,20	Flach <i>et al.</i> , 2002
			1.457-1.794	500-3.000	4,71-9,42	
			2.200-2.376	1.000-1.500	2,35-4,71	
EUMELI - Eutrofico	10	250	1.700	3.984-5.428	2,98-4,08	Cosson <i>et al.</i> , 1997
EUMELI- Mesotrofico	5		3.100	1.708-1.841	1,19-2,24	Galéron <i>et al.</i> , 2000
EUMELI- Oligotrofico	3		4.700	204-232	0,05-0,06	
Atlântico Tropical Nordeste						
Marrocos			400	1.265	1,12	Pfannkuche <i>et al.</i> , 1983
			600-800	1.132-1.546	1,76-1,99	
			1.200-1.500	932-1.004	1,30-1,75	
			2.000	832	0,82	
			3.000	352	0,45	
Golfo do México						
Talude	15	300	405	5.626	2,50	Wei, 2006
			625-863	1.883-3.662	0,80-1,60	
			1.452	1.621	0,70	
			2.753	659	0,30	
			3.146	804	0,40	
Atlântico Sudoeste						
Bacia de Campos-Brasil	10	300	400	5.622-7.733	7,70	presente estudo
	10	300	700	6.567-7.511	13,17	
	10	300	1.000	2.457-2.667	5,14	
	10	300	1.300	1.900-2.156	2,55	
	10	300	1.900	578-622	1,49	
	10	300	2.500	322-356	0,69	
	10	300	3.000	144-167	0,81	

Nesse contexto, a Bacia de Campos se encontra entre condições tróficas intermediárias, principalmente, no que diz respeito ao talude médio-superior. No talude inferior, as baixas densidades encontradas sinalizam uma limitação de matéria orgânica lábil, indicando que uma boa parte dos detritos é consumida ainda na coluna d'água antes

de atingir o substrato na região do talude. Dados de Pedrosa *et al.* (2006) atestam a oligotrofia da Bacia de Campos, o que indicaria que a maior parte da produção é reciclada na coluna d'água, com baixo fluxo vertical para o sedimento. Entretanto, no talude médio-superior esse fluxo de carbono pode ser diferenciado, como possível reflexo da proximidade de áreas de ressurgência como a região de Cabo Frio associado a diferenças de topografia. De fato, tanto os transectos B e C, mais ao sul, como o transecto I no extremo norte, apresentaram diferenças de estrutura de comunidade, quando comparados aos transectos na porção mais central da Bacia de Campos (D, E, F), onde pode ser observada uma proporção menor de moluscos e crustáceos no talude médio. Essas diferenças ocorreram não apenas pela maior abundância de organismos, como também, no caso do transecto B, pela grande quantidade de tanaidáceos, especialmente *Nematotanaïs* sp. que formavam uma extensa rede de tubos no sedimento.

O talude, tanto ao sul como ao norte, apresenta-se mais côncavo e íngreme, o que pode simular um efeito semelhante a um cânion, canalizando matéria orgânica para essa região do talude. Em contrapartida, na região central, o aspecto convexo do talude, associado a diferenças de granulometria, pode interferir na retenção de matéria orgânica lábil, refletindo na composição da macrofauna. Sabe-se que na região norte, por exemplo, o talude apresenta maior taxa de sedimentação e matéria orgânica de origem terrígena (Viana *et al.*, 1998). Além disso, em algumas regiões batiais ou de cânions, a produtividade pode aumentar em função de processos de ressurgência e remobilização de sedimentos por correntes, aumentando a variabilidade espacial da macrofauna (Cosson *et al.*, 1997, Stora *et al.*, 1999). No Atlântico Noroeste, tanto correntes como a inclinação do talude também foram descritos como fatores responsáveis por variações regionais da macrofauna, entre 600 e 3.500 m, sendo o talude superior o mais variável, tanto em densidade como na composição da comunidade (Blake e Grassle, 1994). Os autores atribuíram essa heterogeneidade, dentro de cada feição fisiográfica, às diferenças de atuação de correntes de contorno da margem continental, associadas a diferenças nas taxas de sedimentação e inclinação do talude.

As análises multivariadas da estrutura da comunidade revelaram a existência de uma zonação gradual da macrofauna, com o talude superior (400 m) bem distinto do talude inferior e platô de São Paulo (1.900-3.000 m), sendo o talude médio (700 - 1.300 m) considerado uma zona de transição. Em estudo anterior na Bacia de Campos (Lavrado *et al.*, no prelo), essa diferença entre o talude médio (900 - 1.300 m) e inferior (1.600 - 1.950 m) também foi evidenciada, corroborando a existência de assembléias

da macrofauna que se sucedem ao longo do talude. Essa zonação batimétrica pode ser uma resposta ao efeito da profundidade associado a fatores como disponibilidade de matéria orgânica (carbono orgânico total e fitopigmentos) e teor de carbonatos, distintos entre essas feições fisiográficas e que atuam em larga escala na Bacia de Campos, determinando essa zonação. Da mesma forma, mudanças na comunidade macrobentônica ao longo do talude, com uma contínua substituição de espécies, sem limites bem definidos, ocorreram no Golfo do México, onde os padrões de zonação foram correlacionados ao fluxo de carbono orgânico particulado (Wei *et al.*, 2010). O fluxo descendente de pelotas fecais ou neve marinha, geralmente consumida pela comunidade mesopelágica, reduz exponencialmente com a profundidade (Rex *et al.*, 2006). Wei *et al.*, (2010) encontraram seis zonas faunísticas, sendo uma de talude superior 213 - 542 m, duas no talude médio (625 - 1.828 m), duas zonas inferiores do talude (2.042 - 3.314 m) e uma última atingindo a região das planícies abissais (2.954 - 3.732 m). Os autores atribuem essa separação entre oeste e leste do talude médio e inferior a diferenças regionais no fluxo de carbono, assim como correntes de fundo que podem transportar material orgânico para regiões mais profundas.

Outro fator que pode influenciar em larga escala e gerar as zonas observadas no presente estudo, são as massas d'água. O talude superior da Bacia de Campos é influenciado pela Água Central do Atlântico Sul ACAS, assim como o talude médio pela AIA e o talude inferior e o platô de São Paulo, pela Água Profunda do Atlântico Norte - APAN (Foloni-Neto, 2010). Além disso, ao longo no talude médio, ocorre núcleo da Corrente de Contorno Intermediário (CCI), que pode atingir valores acima de 20 cm/s, permitindo a ressuspensão do sedimento (Silveira *et al.*, 2008). Na margem do Atlântico Nordeste, Bett (2001) verificou que fatores hidrográficos predominavam para diferenciações batimétricas e latitudinais na diversidade e distribuição da macrofauna bentônica, ao longo do talude (200 - 1.600 m). O mesmo parece ocorrer na Bacia de Campos, visto que a temperatura foi uma das variáveis bem correlacionadas ao primeiro eixo da Análise de Correspondência Canônica, sendo significativa na distribuição da macrofauna ao longo das isóbatas.

Diferenças temporais intra e interanuais já haviam sido detectadas na Bacia de Campos, em estudo anterior. Lavrado *et al.* (no prelo) detectaram uma variação temporal entre novembro de 2002 e junho de 2003, nesta bacia sedimentar e relacionaram a uma possível influência da ressurgência no aumento de densidade de determinados grupos em um período subsequente. A existência de uma defasagem temporal entre

o pulso de entrada de matéria orgânica e a resposta da macrofauna já foi relatada em regiões oceânicas profundas (Galeron *et al.*, 2001), sendo algumas diferenças temporais sazonais ou interanuais, relacionadas a pulsos de material orgânico particulado (Pfannkuche *et al.*, 1999). As diferenças temporais encontradas no presente estudo ocorreram basicamente na dominância e composição da macrofauna, principalmente, nas isóbatas de 400 e 700 m.

Influência dos cânions na macrofauna de sedimento

Cânions têm sido reportados como importantes canalizadores de matéria orgânica, promovendo um aumento de biomassa e refúgio para a macrofauna (Rowe *et al.*, 1982, Sarda *et al.*, 1994, Vetter e Dayton, 1998). Na Bacia de Campos, houve uma nítida diferença a 400 m, entre o cânion Almirante Câmara e o talude adjacente, com uma maior biomassa e abundância de organismos da macrofauna, em especial de moluscos. Na isóbata de 1.000 m, o efeito cânion também foi observado, com uma maior abundância de tanaidáceos e poliquetas em comparação ao talude adjacente. Entretanto, quanto à diversidade, não foi observado nenhum efeito nítido dos cânions sobre a macrofauna de sedimento.

Analisando-se outros estudos que abordaram o efeito dos cânions sobre a composição e abundância da macrofauna, destacam-se os realizados no Mediterrâneo, Atlântico Nordeste e Golfo do México (Tabela 19). Embora a comparação entre estudos seja difícil devido a discrepância entre isóbatas e malhas utilizadas, valores similares de densidade foram encontrados para a faixa de 1.000 e 1300m entre os cânions do Mississipi (Wei, 2006) e do presente estudo (Grussaí e Almirante Câmara), entretanto, os valores de biomassa foram maiores nestes últimos. Quando comparados aos ambientes mais produtivos, como o cânion de Whittard no Atlântico Nordeste (Duineveld *et al.*, 2000), os cânions Grussaí e Almirante Câmara apresentam valores de biomassa mais baixos, classificando-os como intermediários em relação a produção secundária da macrofauna.

Em termos de composição, os cânions apresentaram uma maior proporção de carnívoros ou predadores, como os aplacóforos e os poliquetas da família Syllidae. Poliquetas carnívoros também foram mais abundantes nas regiões mais rasas do cânion Toulon (Stora *et al.*, 1999), assim como em Besos (Mamouridis *et al.*, 2011). Esses carnívoros, assim como alguns depositívoros de superfície, são mais característicos de áreas com maior hidrodinamismo, sujeitas a um forte input orgânico (Pearson e Ro-

senberg, 1978). Isso ocorreria mais na interface água-sedimento do que nas camadas inferiores, favorecendo não só espécies que se alimentam de matéria orgânica fresca, mas também de carnívoros epibentônicos.

Todas essas diferenças da macrofauna podem estar associadas não somente a um maior teor de fitopigmentos como a uma maior abundância de bactérias, foraminíferos e meiofauna, que são a principal fonte de alimento da macrofauna. Vetter e Dayton (1998), estudando os cânions do sistema submarino de La Jolla, na Califórnia, verificaram que o enriquecimento orgânico promovido por detrito de macrófitas, dentro dos cânions, refletia numa maior abundância e biomassa da endofauna, em relação ao talude adjacente. Wang (2004) encontrou diferenças na estrutura da macrofauna do cânion do rio Mississippi e atribuiu o fato à grande variabilidade de correntes de fundo. Correntes moderadas, por exemplo, podem promover aumento na abundância e biodiversidade, em função de um maior aporte de matéria orgânica e oxigênio, o que estimularia a produção bacteriana (Aller, 1989) e aumentaria a heterogeneidade do sedimento. Por outro lado, correntes fortes (acima de 20-25 cm/s) podem reduzir a heterogeneidade ambiental, dispersar juvenis ou mesmo remover algumas espécies da epifauna, e conseqüentemente, reduzir a diversidade (Levin e DiBacco, 1995), além de facilitar diferentes espécies de poliquetas, alterando a proporção entre filtradores e depositívoros. Isso sugere que o regime hidrodinâmico e a disponibilidade de matéria orgânica são os principais fatores atuantes dentro dos sistemas dos cânions, com a profundidade e o tipo de sedimento atuando de forma secundária sobre a macrofauna. Entretanto, as condições hidrodinâmicas dos cânions são difíceis de serem avaliadas, sendo necessários mais estudos a respeito do padrão de circulação e do fluxo de carbono que chega a essas regiões.

Tabela 19 - Comparação de densidade (ind.m^{-2}) e biomassa ($\text{g peso úmido.m}^{-2}$) da macrofauna de cânions do Atlântico e Mediterrâneo

Local	Faixa Bati- metrica (m)	Malha (μm)	Prof Sedi- mento (cm)	Densidade ind/m ²	Biomassa (g/m ²)	Referência
Mediterrâneo						
Toulon Canyon	250	500	12	1.000	2,1	Stora <i>et al.</i> , 1999
- Oligotrófico	500	500	12	176	0,3	
	1.100	500	12	149	< 0,1	
	1.500	500	12	307	0,3	
	2.000	500	12	211	0,1	
Atlântico Nordeste						
Whittard Canyon	2.735	500		2.717	4,7	Duineveld <i>et al.</i> , 2000
	3.760			1.339	1,9	
	4.375			696	1,6	
Golfo do México						
Mississippi Canyon	481	300	15	21.663	9,7	Wei, 2006
	678			6.172	2,8	
	987			4.924	2,2	
	1.401			3.292	1,5	
	2.275			1.763	0,8	
Atlântico Sudoeste						
Grussaí-Almirante	400	300	10	3.822-6.011	13,0	presente estudo
Câmara	700			3.000-4.544	4,7	
	1.000			3.067-4.300	5,3	
	1.300			2.144-2.967	4,4	

Conclusões

No caso do talude, a profundidade prepondera sobre efeitos das variações regionais ou temporais na macrofauna. Diferenças temporais ocorreram principalmente no talude superior e médio e podem estar relacionadas aos pulsos de matéria orgânica oriundos de processos de ressurgência que ocorrem no período chuvoso.

A macrofauna se distribui em faixas batimétricas bem definidas, com o talude superior bem distinto do talude inferior (1.900 - 3.000 m). Essas diferenças se refletem na abundância, riqueza, diversidade e dominância das principais espécies e estão relacionadas não somente ao gradiente de matéria orgânica, mas também a diferenças de massas d'água. O talude médio apresenta uma maior riqueza de macrofauna e uma variação regional mais nítida, em função de diferenças na topografia e matéria orgânica.

Os principais fatores ambientais analisados que responderam pela maior parte da variação da estrutura de comunidade da macrofauna entre as estações de coleta foram

fitopigmentos, carbono orgânico total, características do sedimento e massas d'água, fatores que variam principalmente com a profundidade. Estações menos profundas com maior teor de carbono orgânico total e fitopigmentos apresentaram, de forma geral, maior abundância dos grupos de organismos encontrados.

Os cânions apresentaram diferenças em relação ao talude adjacente, principalmente a 400 e 1.000 m de profundidade. Os cânions estudados apresentam não somente uma maior abundância na macrofauna, mas também diferenças na dominância dos principais táxons, apesar de ter sido observado um efeito significativo sobre a diversidade local.

O efeito cânion encontrado na Bacia de Campos está relacionado a um enriquecimento orgânico, devido a um maior teor de fitopigmentos, o que promove um aumento importante na densidade e biomassa de organismos bentônicos, assim como já observado em outros cânions do Atlântico e Mediterrâneo, sugerindo um acoplamento bentopelágico na região.

Agradecimentos

As equipes técnicas a bordo do NOc Gyre que realizaram as coletas de sedimento de talude e à equipe do laboratório de Bentos da UFRJ pela triagem do material biológico e organização dos dados. Ao grande número de taxonomistas de Mollusca, Polychaeta, Crustacea e Echinodermata que identificaram os espécimes. Ao Dr. Ilson Silveira, do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, pela cessão dos dados de temperatura e salinidade da água de fundo, ao Dr. Rodolfo Paranhos, do Instituto de Biologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pela cessão dos dados de fitopigmentos e ao Dr. Carlos Rezende da Universidade Estadual do Norte Fluminense, pelos dados de carbono orgânico total e sedimentologia. Ao Dr. Sergio Rosso, da Universidade de São Paulo, pelas orientações na análise de dados.

Referências

- Allen, J.A. 1983. The ecology of deep sea Mollusca. In: Russell-Hunter, W.D. (ed). The Mollusca, vol. 6. Academic Press, Londres. pp 29-75.
- Aller, J.Y. 1989. Quantifying sediment disturbances by bottom currents and its effect on benthic communities in a deep western boundary zone. Deep Sea Research I 36A, 901-934.
- Alves, D.M., Cunha, M.R., Ravara, A. and Billett, D.S.M. 2006. The Portuguese submarine canyons - 'hotspots' of benthic biodiversity? In: 11th International Deep-Sea Biology Symposium: book of abstracts, National Oceanography Centre, Southampton, UK, 9-14 July 2006, Southampton, 88-89.
- Amaral, A.C.Z., Lana, P.C., Fernandes, F.C., Coimbra, J.C., 2004. Caracterização do ambiente e da macrofauna bentônica. In: Amaral, A.C.Z., Rossi-Wongtschowski, C. (Eds.), Biodiversidade bentônica da região sudeste-sul do Brasil - plataforma externa e talude superior. IOUSP, São Paulo, p. 216.
- Anderson, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. Austral Ecology 26, 32-46.
- Bett, B.J. 2001. UK Atlantic Margin Environmental Survey: Introduction and overview of Bathyal benthic ecology. Continental Shelf Research 21, 917-956
- Biggs, D.C., Hu, C., Müller-Karger, F.E., 2008. Remotely sensed sea-surface chlorophyll and POC flux at Deep Gulf of Mexico Benthos sampling stations. Deep-Sea Research II 55, 2555-2562.
- Blake, J.A & Grassle, J.F. 1994. Benthic community structure on the U.S. South Atlantic slope off the Carolinas: spatial heterogeneity in a current-dominated system. Deep-Sea Research II 41, 835-874.
- Borowski, C., Thiel, H., 1998. Deep-sea macrofaunal impacts of a large scale physical disturbance experiment in the southeast Pacific. Deep Sea Research II 55, 55-81.
- Carney, R.S., 2005. Zonation of deep biota on continental margins. Oceanography and Marine Biology an Annual Review 43, 211-278.
- Cartes, J.E., Carrasson, M. 2004. Influence of trophic variables on the depth range distribution and zonation rates of deep sea megafauna: the case of Western Mediterranean assemblages. Deep Sea Research I 51, 263-279.
-

-
- Cartes, J.E., Jaume, D., & Madurell, T., 2003. Local changes in the composition and community structure of suprabenthic peracarid crustaceans on the deep-bathyal Mediterranean: Influence of environmental variables. *Marine Biology*, 143, 745–758.
- Cosson N., Sibuet, M., Galéron, J., 1997. Community structure and spatial heterogeneity of the deep-sea macrofauna at three contrasting stations in the tropical northeast Atlantic. *Deep-Sea Research I* 44, 247-269.
- Duineveld G., Lavaleye M., Berghuis E., Wilde P., 2000. Activity and composition of the benthic fauna in the Whittard Canyon and the adjacent continental slope (NE Atlantic). *Oceanologica Acta*. 24, 69-83.
- Flach E., Muthumbi A., Heip C., 2002. Meiofauna and macrofauna community structure in relation to sediment composition at the Iberian margin compared to the Goban Spur (NE Atlantic). *Progress in Oceanography* 52, 433–457.
- Flach, E., de Bruin, W., 1999. Diversity patterns in macrobenthos across a continental slope in the NE Atlantic. *Journal of Sea Research* 42, 303-323.
- Foloni-Neto, H. 2010. As massas d'água da Bacia de Campos, RJ. Dissertação de Mestrado. IOSUP. São Paulo, 143 p.
- Gage J. D., Lamont P.A., Kroeger K., Paterson G. L. J., Vecino J. L. G., 2000. Patterns in deep-sea macrobenthos at the continental margin: standing crop, diversity and faunal change on the continental slope off Scotland. *Hydrobiologia*. 440, 261-271.
- Gage, J.D., Lamont, P.A., Tyler, P.A., 1995. Deep-sea macrobenthic communities at contrasting sites off Portugal, preliminary results: I-Introduction and diversity comparisons. *International Revue Gesamten Hydrobiologie* 80, 235–250.
- Gage, J. D., Tyler, P. A., 1996. *Deep-sea biology: a natural history of organisms at the deep-sea floor*. Cambridge University Press, UK, 504 p.
- Galéron J., Menot L., Renaud N., Crassous P., Khripounoff A., Treignier C., Sibuet M., 2009. Spatial and temporal patterns of benthic macrofaunal communities on the deep continental margin in the Gulf of Guinea. *Deep Sea Research Part II* 56, 2299-2312.
- Galéron, J., Sibuet, M., Mahaut, M.-L., Dinet, A., 2000. Variations in structure and biomass of the benthic communities at three contrasting sites in the tropical North East Atlantic. *Marine Ecology Progress Series* 197, 121-137.
-

-
- Galéron, J., Sibuet, M, Vanreusel, A, Mackenzie, K., Gooday, A.J., Dinet, A, Woff G.A. 2001. Temporal patterns among meiofauna and macrofauna taxa related to changes in sediment geochemistry at na abyssal NE Atlantic site. *Progress in Oceanography* 50, 303-324.
- Gerino, M, Stora, G, Poydenot, F. & Bourcier, M. 1995. Benthic fauna and bioturbation on the Mediterranean continental slope: Toulon Canyon. *Continental Shelf Research* 15(11/12): 1483-1496.
- Guille, A. & Ramos, J.M. 1987. Les rapports des campagnes à la mer MD55/Brésil à bord du “Marion Dufresne” – 6 mai-2 juin 1987. *Terres Australes et Antarctiques Françaises*, 87(3): 1-198.
- Grassle, J. F. & Maciolek, N.J. 1992. Deep-Sea species richness: regional and local diversity estimates from quantitative bottom samples. *The American Naturalist*, 139: 313-314.
- Houston, K.A., Haedrich, R.L., 1984. Abundance and biomass of macrobenthos in the vicinity of Carson Submarine Canyon, northwest Atlantic Ocean. *Marine Biology* 82, 301-305.
- Hughes, D.J., Gage, J.D., 2004. Benthic metazoan biomass, community structure and bioturbation at three contrasting deep-water sites on the northwest European continental margin. *Progress in Oceanography* 63, 29-55.
- Hurlbert, S.H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52: 577-586.
- Lavrado, H.P., 2006. Caracterização do ambiente de da comunidade bentônica. In: Lavrado, H.P., Ignácio, B.L. (eds). *Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira*. Museu Nacional, Rio de Janeiro. p.19-64. Série Livros n.18.
- Lavrado, H.P., Brasil, A.C.S., Curbelo-Fernandez, M.P., Campos, L.S., 2010. Aspectos gerais da macrofauna bentônica da Bacia de Campos: In: Lavrado, H.P., Brasil, A.C.S. (eds) *Biodiversidade da região oceânica profunda da Bacia de Campos: Macrofauna*. SAG Serv, Rio de Janeiro. pp. 19-27.
- Lavrado, H.P., Curbelo-Fernandez, M.P., Campos, L.S., no prelo. Macrobentos. In: CENPES/PETROBRAS. *Caracterização ambiental da região oceânica profunda da Bacia de Campos*
- Levin, L.A., Dibacco, C., 1995. Influence of sediment transport on short-term recolonization by seamount infauna. *Marine Ecology Progress Series* 123, 163-175.
-

-
- Levin, L.A., Etter, R.J., Rex, M.A., Gooday, A.J., Smith, C.R., Pineda, J., Stuart, C.T., Hessler, R.R., Pawson, D., 2001. Environmental influences on regional deep-sea species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32, 51-93.
- Levin, L.A., Gage, J.D., Martin, C., Lamont, P.A., 2000. Macrobenthic community structure within and beneath the oxygen minimum zone, NW Arabian Sea. *Deep-Sea Research II* 47, 189-226.
- MacDonald, I.R., Bluhm, B.A., Iken, K., Gage, S., Strong, S. 2010. Benthic macrofauna and megafauna assemblages in the Arctic deep-sea Canada Basin. *Deep-Sea Research II* 57, 136-152.
- Mamouridis, V., Cartes, J.E., Parra, S., Fanelli, E., Saiz-Salinas, J.I., 2011. A temporal analysis of deep sea macrofauna; influence of environmental variability off Catalonia coasts (western Mediterranean). *Deep Sea Research I* 58, 323-337.
- Maurer, D., Robertson, G., Gerlinger, T. 1994. Comparison of community structure of soft-bottom macrobenthos of the Newport submarine canyon, California and adjoining shelf. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 79, 591-603.
- Mello e Sousa, S.H., Passos, R.F., Fukumoto, M., Silveira, I.C.A., Lopes-Figueira, R.C., Koutsoukos, E.A.M., Mahiquyes, M.M., and Rezende, C.E. 2006. Mid-Lower bathyal benthic foraminifera of the Campos Basin, Southeastern Brazilian margin: biotopes and controlling ecological factors. *Marine Micropaleontology* 61, 40-57.
- Menot, L., Sibuet, M., Carney, R.S., Levin, L.A., Rowe, G.T., Billet, D.S.M., Poore, G., Kitazato, H., Vanreusel, A., Galéron, J., Lavrado, H.P., Sellanes, J., Ingole, B., Krylova, E., 2010. New perceptions of continental margin biodiversity. In: McIntyre, A.D. (ed). *Life in the World's Oceans*. Blackwell Publishing Ltd, pp. 79-101.
- Narayanaswamy, E., Bett, B.J., Gage J. D., 2005. Ecology of bathyal polychaete fauna at an Arctic - Atlantic boundary (Faroe-/Shetland Channel, Northeast Atlantic). *Marine Biology Research*. 1, 20-32
- Olabarria, C., 2005. Patterns of bathymetric zonation of bivalves in the Porcupine Seabight and adjacent Abyssal plain, NE Atlantic. *Deep Sea Research Part I*. 52 (1), 15-31.
-

-
- Oliveira, A., Santos, A.I., Rodrigues, A., Vitorino, J., 2007 Sedimentary particle distribution and dynamics on the Nazaré canyon system and adjacent shelf (Portugal). *Marine Geology* 246, 105-122.
- Palma, M., Quiroga, E., Gallardo, V., Arntz, W., Gerdes, D., Schneider, W., Hebbeln, D., 2005. Macrobenthic animal assemblages of the continental margin off Chile (22° to 42°S). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 85, 233-245.
- Paterson, G.L.J., Lamshead, P.J.D. 1995. Bathymetric patterns of polychaete diversity in the Rockall Trough, northeast Atlantic. *Deep-Sea Research I* 42, 1199-1214.
- Pearson, T.H., Rosenberg, R., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 16, 229-311.
- Pedrosa, P., Paranhos, R., Suzuki, M.S., Andrade, L., Silveira, I.C.A., Schmidt, A.C.K., Falcão, A.P.C., Lavrado, H.P., Rezende, C.E., 2006. Hidroquímica de massas d'água oceânicas em regiões de margem continental brasileira, Bacia de Campos, Rio de Janeiro, Brasil. *Geochimica Brasiliensis* 20, 104-122.
- Pfannkuche, O; Boetius, A.; Lochte, K.; Lundgreen, U. & Thiel, H. 1999. Responses of deep-sea benthos to sedimentation patterns in the North-East Atlantic in 1992. *Deep-Sea Research I* 46: 573-596.
- Pfannkuche, O., Theeg, R., Thiel, H., 1983. Benthos activity, abundance and biomass under an area of low upwelling off Morocco, northwest Africa. *Meteor Forschungsergeb Reihe D*. 36, 85 -96.
- Puig P., Ogsto A.S., Mullenbach B.L., Nittrouer C.A., Sternberg R.W., 2003. Shelf-to-canyon sediment transport processes on the Eel Continental Margin (Northern California). *Marine Geology*, 193, 129–149.
- Ramirez-Llodra, E., Ballesteros, M., Company, J.B., Dantart, L., Sarda, F., 2008. Spatio-temporal variations of biomass and abundance in bathyal non-crustacean megafauna in the Catalan Sea (North-western Mediterranean). *Marine Biology*. 153, 297-309.
- Ramirez-Llodra, E., Company, J.B., Sardá, F., Rotllant, G., 2010. Megabenthic diversity patterns and community structure of the Blanes submarine canyon and adjacent slope in the Northwestern Mediterranean: a human overprint? *Marine Ecology* 31, 167 -182.
-

-
- Rex M.A. 1981. Community structure in the deep-sea benthos. *Annual Review of Ecology and Systematics* 12:331–353
- Rex, M. A. (1983). Geographic patterns of species diversity in the deep-sea benthos. In: Rowe, G. T. (ed.) *Deep sea biology*, Vol. 8, *The sea*. Wiley, New York, p. 453- 472
- Rex, M.A., Etter, R.J., Morris, J.S., Crouse, J., McClain, C.R., Johnson, N.A., Stuart, C.T., Deming, J.W., Thies, R., Avery, R., 2006. Global bathymetric patterns of standing stock and body size in the deep-sea benthos. *Marine Ecology Progress Series* 317, 1-8.
- Rex, M. A, Etter, R.J., Stuart, C.T., 1997. Large-scale patterns of species diversity in the deep-sea benthos. In: Ormond, R. F. G, Gage, J.G., Angel, M.V. (eds), *Marine Biodiversity: Patterns and Processes*. Cambridge University Press, Cambridge: 94-121.
- Rex, M.A., Stuart, C.T. & Coyne, G. 2000. Latitudinal gradients of species richness in the deep-sea benthos of the North Atlantic. *Proceedings of National Academy of Science, USA*, 97,: 4082-4085.
- Rowe, G.T., Polloni, P.T., Haedrich, R.L., 1982. The deep-sea macrobenthos on the continental margin of the northwest Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research I* 29, :257–278.
- Sardá F., Company J. B., Rotllant G., Coll M., 2009. Biological patterns and ecological indicators for Mediterranean fish and crustaceans below 1,000 m: a review. *Rev Fish Biol Fisheries*.
- Sardá, F., Cartes, J.E., Company, J.B., 1994. Spatio-temporal variations in megabenthos abundance in three different habitats of the Catalan deep-sea (Western Mediterranean). *Marine Biology*. 120, 211-219.
- Sellanes, J., Neira, C., Quiroga, E., Teixido, N., 2010. Diversity patterns along and across the Chilean margin: a continental slope encompassing oxygen gradients and methane seep benthic habitats. *Marine Ecology* 31, 111-124
- Silveira, I.C.A., Lima, J.A.M., Schmidt, A.C.K., Ceccopieri, W., Sartori, A., Francisco, C.P.F., Fontes, R.F.C. 2008. Is the meander growth in the Brazil Current system off Southeast Brazil due to baroclinic instability? *Dynamics of Atmospheres and Oceans* 45, 187–207.
-

-
- Soares-Gomes, A.; Abreu, C.M.R.C.; Absher, T.M. & Figueiredo, A.G. 1999. Abiotic features and the abundance of macrozoobenthos of continental margin sediments of East Brazil. *Archive of Fishery and Marine Research*, 47 (1-3): 321-334.
- Soetaert, K., Heip, C. 1990. Sample-size dependence of diversity indices and the determination of sufficient sample size in a high-diversity deep-sea environment. *Marine Ecology Progress Series* 59, 305-307.
- Stora, G.; Bourcier, M.; Arnoux, A.; Gerino, M.; Campion, J.L.; Gilbert, F. & Durbec, J.P. 1999. The deep-sea macrobenthos on the continental slope of the northwestern Mediterranean Sea: a quantitative approach. *Deep Sea Research I* 46: 1339-1368.
- Svavarsson, J., T. Brattegard & J.O. Stromberg, 1990. Distribution and diversity patterns of asellote isopods (Cmstacea) in the deep Norwegian and Greenland Seas. *Progress in Oceanography*. 24, 297-310.
- Tavares, M. 1999. The cruise of the Marion Dufresne off Brazilian coast: account of the scientific results and list of stations. *Zoosystema* 21 (4): 597-605.
- Thistle, D. 2003. The deep-sea floor: an overview. In: *Ecosystems of the World* 28, P. A. Tyler, editor. Elsevier Science pp. 5-37
- Tselepides, A., Zervakis, V., Polychronaki, T., Danovaro, R. and Chronis, G. 2000. Distribution of nutrients and particulate organic matter in relation to the prevailing hydrographic features of the Cretan Sea (NE Mediterranean). *Prog. Oceanogr.*, 46, 113–142.
- Tyler P.A., Ramirez-Llodra E., 2002. Larval and reproductive strategies on European continental margins. In: Billett D.S.M., Wefer G., Hebbeln D., Jorgensen B.B., Schluter M., Van Weering T.C.E. (Eds), *Ocean Margin Systems*. Springer, Berlin: pp. 339–350.
- Tyler, P. 2003. *Ecosystems of the Deep Ocean*. *Ecosystems of the World Series* n.28. Elsevier, Amsterdam, 580p.
- Vetter, E.W., Dayton, P.K., 1998. Macrofaunal communities within and adjacent to a detritus-rich submarine canyon system. *Deep-Sea Research II* 45, 25-54.
- Viana, A.R.; Faugeres, J.C.; Kowsmann, R.O; Lima, J.A.M., Caddah, L.F.G. & Rizzo, J.G. 1998. Hydrology, morphology and sedimentology of the Campos continental margin, offshore Brazil. *Sedimentary Geology*, 115 (1-4): 133-157
- Wang, 2004. Patterns in biodiversity and distribution of benthic polychaeta in the Mississippi Canyon, Northern Gulf of Mexico. Ph.D. Thesis. Texas A & M University. 176p.
-

-
- Wei, C., 2006. The bathymetric zonation and community structure of deep sea macrobenthos in the northern Gulf of Mexico. Dissertação de Mestrado. Texas A & M University. 91 p.
- Wei, C., Rowe G. T., Hubbard G. F.,†, Scheltema A. H., Wilson G. D. F., Petrescu I., Foster J. M., Wicksten M. K., Chen M., Davenport R.,†, Soliman Y., Wang Y., 2010. Bathymetric zonation of deep-sea acrofauna in relation to export of surface phytoplankton production. *Marine Ecology Progress Series*. 399, 1–14.
- Williams, A.; Althaus, F.; Dunstan, P.; Poore, G. C. B.; Bax, N. J.; Kloser, R. J. & McEnnulty, F. R., 2010. Scales of habitat heterogeneity and megabenthos biodiversity on an extensive Australian continental margin (100 – 1,000 m depths). *Marine Ecology*, vol. 31, 222-236
- Wilson, G.D.F., 2008. Local and regional species diversity of benthic Isopoda (Crustacea) in the deep Gulf of Mexico. *Deep Sea Research II* 55, 2634-2649.
- Wurzberg, L.W., Peters, J., Schuller, M., Brandt, A. 2011. Diet insights of deep-sea polychaetes derived from fatty acid analyses. *Deep Sea Research II* 58, 153-162.
- Zar, J. H. 2010. *Biostatistical Analysis*. 5th Edition. Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ. 944 pp.
-

Anexo 1 - Lista dos principais táxons de invertebrados da macrofauna de sedimento (80% da abundância total) da Bacia de Campos, entre 400 e 3.000 m de profundidade.

Identificações taxonômicas finalizadas, em janeiro/2011, pelos especialistas listados nas páginas iniciais deste volume.

Filo Mollusca

Benthonellania coronata Absalão e Santos, 2004

Cuspidaria sp.

Deminucula atacellana (Schenck, 1939)

Ennucula sp. 1

Entalina platamodes (Watson, 1879)

Grippina sp.

Kelliella atlântica (Smith, 1885)

Ledella acinula (Dall, 1890)

Ledella solidula (Smith, 1885)

Ledella sp.

Ledella sp. 1

Ledella sp. 3

Limifossoridae sp. 2

Malletia sp.

Mendicula ferruginosa (Forbes, 1844)

Mendicula pygmaea (Verrill & Bush, 1898)

Microgloma sp.

Microgloma sp. 1

Nuculanidae sp.

Nuculanoidea sp.

Nuculoidea pernambucensis (Smith, 1885)

Prochaetodermatidae sp. 1

Prochaetodermatidae sp. 2

Prochaetodermatidae sp. 3

Prochaetodermatidae sp. 4

Prochaetodermatidae sp. 5

Pronucula sp.

Saturnia sp. 1

Thracia sp. 3

Thyasira obsoleta (Verrill & Bush, 1898)

Yoldiella biguttata Allen, Sanders & Hannah, 1995

Yoldiella extensa Allen, Sanders & Hannah, 1995

Yoldiella sp. 1

Sub-filo Crustacea

Agathotanaeis sp. 1
Agathotanaeis sp. 2
Akanthophoreus sp. 1
Albanthura sp. 1
Ampelisca anae Valério-Berardo, 2008
Anarthruridae tipo 1
Anonyx sp. 1
Apseudidae tipo 2
Araphura sp. 1
Araphura sp. 3
Arhaphuroides sp. 1
Arhaphuroides sp. 2
Armaturatanaeis sp.
Atlantapseudes brasiliensis Santos & Hansknecht, 2007
Atlantapseudes sp.
Bonnierella sp. 1
Byblis sp. 1
Ceradocus sp. 1
Cetiopyge sp. 1
Chelator sp. 1
Chelator sp. 2
Chelator sp. 3
Chelator sp. 4
Chelator sp. 5
Chelator sp. 7
Cimmerius sp. 1
Colletteidae tipo 2
Colletteidae tipo 3
Cryptocopidae tipo 1
Cumella sp. 4
Cumella sp. 6
Cumellopsis sp. 2
Desmosoma sp. 1
Eugerda sp. 2
Haplomesus sp. 1
Haploops sp. 1
Harpiniopsis sp. 1
Hemileucon sp. 1
Hippomedon sp. 1
Hyssura sp. 1

Leptognathiella sp. 1
Leptognathiella sp. 2
Leptopoxoides marina Senna, 2010
Liljeborgia sp. 3
Macrostylis sp. 1
Maera sp. 1
Megamphopus sp. 1
Nematotanais sp. 1
Nippoleucon sp. 1
Paradesmosoma sp. 1
Paragathotanis sp. 1
Paragathotanis sp. 2
Paranarthrura sp. 1
Paranarthrura sp. 2
Paratanaoidea tipo 3
Peraeospinosus sp. 1
Prochelator sp. 2
Prochelator sp. 4
Prochelator sp. 6
Prochelator sp. 7
Prochelator sp. 8
Proharpinia sp. 1
Pseuderichthonius sp. 1
Pseudharpinia berardo Senna, 2010
Pseudharpinia ovata Senna, 2010
Pseudharpinia sp. 1
Pseudosphyrapus sp. 1
Pseudotanaidae tipo 1
Pseudotanais sp. 1
Quantanthura sp.1
Syneurycope sp. 1
Syneurycope sp. 2
Tanaella kroyeri Larsen & Araújo-Silva, 2009
Tanaella sp. 1
Tanaella sp. 2
Tanaella sp. 3
Tanaellidae tipo 1
Tanaellidae tipo 3
Tumidochelia sp. 1
Typhlotanais sp. 1
Typhlotanais sp. 2
Typhlotanais sp. 7

Urothoidae sp. 2

Urothoidae sp. n. 1

Filo Annelida - Classe Polychaeta

Abyssoninoe sp. 1

Aglaophamus dibranchis (Grube, 1877)

Aglaophamus juvenalis (Kinberg, 1866)

Aglaophamus macroura (Schmarda, 1861)

Amphicorina sp. A

Ancistrosyllis groenlandica McIntosh, 1879

Anguillosyllis sp. 1

Aonides sp.

Aphelochaeta sp.

Apistobranthus sp.

Aricidea (*Acesta*) B

Aricidea (*Acesta*) *neosuecica* Hartman, 1965

Aricidea (*Acmira*) 2

Aricidea (*Acmira*) *finítima* Strelzov, 1973

Aricidea (*Aedicira*) A

Aricidea (*Aedicira*) B

Aricidea (*Allia*) *abbranchiata* Hartman, 1965

Aricidea (*Allia*) C

Aricidea (*Allia*) X

Augeneria tentaculata Monro, 1930

Aurospio dibranchiata Maciolek, 1981

Barantolla sp. A

Barantolla sp. B

Bathyglycinde profunda (Hartman & Fauchald, 1971)

Ceratocephale cf. *abyssorum*

Chaetozone sp.

Clymenella dalesi Mangum , 1966

Cossura delta Reish, 1958

Cossura sp. 1

Cossura sp. 3

Dorvilleidae sp. 4

Erinaceusyllis sp. 5

Euchone sp.

Exogone (*Exogone*) *anomalochaeta* Benham, 1921

Exogone (*Exogone*) *mompasensis* Martinez, Adarraga & San Martin, 2002

Exogone (*Exogone*) sp. 8

Fauveliopsis sp.

Flabelligella sp. 1
Glycera lapidum Quatrefages, 1866
Glyphohesione klatti Friedrich, 1950
Haploscoloplos sp.
Hesionidae sp. A
Hesionidae sp. B
Heterospio sp.
Jasmineira sp.
Kinbergonuphis orensanzi (Fauchald, 1982)
Laonice antarcticae Hartman, 1953
Laonice sp.
Laonice sp. A
Laubieriopsis brevis (Hartman, 1967),
Leanira sp. A
Leitoscoloplos sp.
Leitoscoloplos sp. D
Levinsenia sp.1
Levinsenia oligobranchiata (Strelzov, 1973)
Loandalia tricuspis Hartman, 1947
Lumbrinerides sp. 1
Lumbrineris sp. 1
Magelona nonatoi Bolivar & Lana, 1986
Maldane glebifex Grube, 1860
Microspio profunda Maciolek, 1990
Monticellina sp.
Monticellina sp. E
Nereimyra punctata (Müller, 1788)
Notomastus latericeus Sars, 1851
Notoproctus oculatus Arwidsson, 1906
Octobranchus sp.
Ophelina abbranchiata Støp-Bowitz, 1948
Ophelina chaetifera (Hartman, 1965)
Ophelina cylindricaudata (Hansen, 1878)
Paradiopatra hartmanae (Kirkegaard, 1980)
Paradoneis abbranchiata Hartman, 1965
Paradoneis sp. B
Paralacydonia paradoxa Fauvel, 1913
Paramphinome jeffreysii (McIntosh, 1868)
Paramphinome posterobranchiata Rômulo & Paiva, 2008
Paraonella sp. A
Paraonella sp. B
Parexogone cf. campoyi

Parexogone sp. 1
Parexogone wolffi San Martín, 1991
Parheteromastus sp. A
Parheteromastus tenuis Monro, 1937
Pholoe sp. B
Poecilochaetus cf. fulgoris
Prionospio delta Hartman, 1965
Prionospio ehlersi Fauvel, 1928
Prionospio fauchaldi Maciolek, 1985
Prionospio sp.
Prionospio sp. A
Prionospio sp. B
Prionospio sp. C
Prionospio sp. D
Prionospio sp. E
Prionospio sp. F
Prionospio sp. G
Prionospio sp. R
Prionospio sp. U
Progoniada regularis Hartman, 1965
Prosphaerosyllis isabellae (San Martín, 2001)
Pseudomastus sp. A
Rhodine loveni Malmgren, 1865
Sigambra setosa Fauchald, 1972
Sphaerosyllis sp. 1
Sphaerosyllis sp. 2
Spiochaetopterus sp.
Spiophanes sp. A
Spiophanes sp. B
Sternaspidae gen. sp.
Sternaspis capillata Nonato, 1996
Sthenelais sp. C
Syllides sp. 1
Syllis cf. aciculigrossa
Terebellides lanai Solis-Weiss, Fauchald & Blankensteyn, 1991
Terebellides sepultura Garraffoni & Costa, 2003
Tharyx sp.
Trichobranthus sp. 1

IX. COMUNIDADES BENTÔNICAS DOS SUBSTRATOS INCONSOLIDADOS DA PLATAFORMA E TALUDE CONTINENTAL DA BACIA DE CAMPOS: UMA VISÃO INTEGRADA ENTRE SEUS COMPONENTES E SUAS RELAÇÕES COM O AMBIENTE

Introdução

Dentre todos os ambientes bentônicos marinhos, as margens continentais são notavelmente os ambientes mais complexos e variáveis, não só porque estão submetidos a um amplo gradiente ambiental, com grandes mudanças nas comunidades de espécies ao longo do mesmo, mas por também poderem apresentar, na sua parte profunda, sistemas únicos como cânions, zonas mínimas de oxigênio, exsudações frias ou bancos de corais de profundidade (Menot *et al.*, 2011). Em larga escala espacial, os fatores ambientais, que de forma mais relevante, podem afetar os ambientes bentônicos são os hidrográficos e a produtividade primária, enquanto que, em uma escala espacial menor (dezenas de quilômetros), os aspectos relacionados à topografia de fundo, substrato ou sedimentação podem atuar aumentando a heterogeneidade ambiental.

Sistemas bentônicos predominam nas margens continentais e, nas regiões de plataforma, devido à menor profundidade, ocorre um maior acoplamento bento-pelágico. Já em regiões profundas, como o talude, existe uma dependência entre as comunidades bentônicas e o fluxo vertical de detritos orgânicos, vinculando indiretamente estes ambientes à produtividade pelagial (Gooday, 2002; Johnson *et al.*, 2007). A matéria orgânica presente nos sedimentos representa a principal fonte de energia para os organismos bentônicos, e muito das variações temporais e espaciais destes organismos está relacionada à quantidade e também à qualidade dos detritos orgânicos, sendo estes definidos como importantes fatores controladores na distribuição e metabolismo do bentos (Pearson, 2001; Weissberger *et al.*, 2008).

Todos os aspectos acima descritos determinam a heterogeneidade ambiental das margens continentais, sendo que alguns desses fatores variam tanto no tempo como no espaço. Estas variações são percebidas de diferentes formas pela biota, dependendo do tamanho, mobilidade e estilo de vida das espécies que habitam os diversos habitats (Gray & Elliot, 2009). A comunidade bentônica encontrada no sedimento é composta por organismos de diversos tamanhos, como bactérias (dimensão de 0,2-2,0 µm), meiofauna (organismos que apresentam entre 0,04 e 0,3-0,5 mm), macrofauna (tamanhos entre

0,3-0,5 mm e 2 cm) e megafauna (tamanhos superiores a 2 cm), que estão interligados através de relações tróficas ou interagindo entre si, com efeitos indiretos de um grupo sobre outro, como, por exemplo, o efeito de bioturbação da macrofauna na distribuição vertical de foraminíferos no sedimento (Duinsteet *et al.*, 2003, Bouchet *et al.*, 2009).

A comunidade bacteriana do sedimento atua nos principais ciclos biogeoquímicos das margens continentais, aumentando sua importância relativa nas regiões oceânicas profundas, onde, processam o detrito de origem pelágica. Em função da falta de produtores fotossintéticos nessas regiões, as bactérias servem como principal fonte de alimento para organismos da meiofauna e da macrofauna, podendo, em algumas áreas, representar a maior parte da biomassa total da comunidade bentônica (Patching & Early, 1997; Rex *et al.*, 2006). A distribuição do bentos pode ser controlada pelo tipo de substrato e pela quantidade de detritos, além de ser regulada pelo consumo exercido diretamente pelos metazoários (Albertelli *et al.*, 1999).

Os foraminíferos ocorrem em todos os ambientes marinhos, funcionando como um elo de ligação trófico entre a alça microbiana e os metazoários, servindo de alimento para outros grupos da meiofauna, como nematódeos, e também da macrofauna, como poliquetos, gastrópodes e isópodes (Moodley *et al.*, 2002). São geralmente os componentes unicelulares da meiofauna e apresentam uma diversidade de hábitos alimentares. As espécies podem ser suspensívoras, depositívoras, herbívoras, predadoras de larvas de metazoários, ou ainda viverem com microalgas associadas em simbiose (Goldstein, 2003; Murray, 2006, Suhr *et al.*, 2008).

Outro componente predominante da meiofauna são os nematódeos (Boaden, 2005) que além de desempenhar um importante papel na cadeia alimentar marinha bentônica (Gee, 1989), atuam na remineralização de detritos orgânicos, tornando-os disponíveis para o mesmo nível trófico e para níveis tróficos superiores (Tenore *et al.*, 1977). A maior parte da nematofauna se alimenta de detritos e bactérias, apesar de vários serem carnívoros.

Na macrofauna, os principais componentes são poliquetos, crustáceos peracáridos e moluscos, apresentando diversos hábitos alimentares, que variam desde a presença expressiva de herbívoros e suspensívoros, em ambientes de plataforma continental, até o predomínio de depositívoros ou carnívoros em regiões mais profundas do talude. A macrofauna faz parte da dieta de diversos organismos da megafauna como crustáceos decápodes e equinodermos, ou mesmo de peixes demersais (Martins, 2000; Carassón & Cartes, 2002).

As respostas dos diversos grupos bentônicos, como bactérias, protistas e metazoários, às variações ambientais, podem ser semelhantes ou diferentes em função de fatores limitantes como, por exemplo, oxigênio (Levin *et al.*, 2002) ou a quantidade e qualidade da matéria orgânica (Gooday & Turley, 1990, Flach *et al.*, 2002). A variação na abundância bacteriana, por exemplo, pode indicar mudanças temporais, sazonais ou interanuais, no fluxo de matéria orgânica que atinge o fundo oceânico (Danovaro *et al.* 1999). A densidade e biomassa da macrofauna, por exemplo, podem indicar a intensidade do fluxo de carbono da superfície, assim como, sua estrutura de comunidade e distribuição vertical podem estar associados a determinadas condições hidrográficas ou qualidade da matéria orgânica (Flach *et al.*, 2002). A abundância da nematofauna pode variar tanto devido à produção bacteriana do local quanto às mudanças nas características do sedimento (Vanreusel *et al.*, 1995). As respostas dos diferentes grupos que compõem a biota bentônica também diferem em velocidade, tendo os organismos menores (bactérias e foraminíferos) resposta mais rápida aos pulsos de fitodetritos em regiões profundas (Fontanier *et al.*, 2003), enquanto os metazoários, que compõem a meiofauna e macrofauna, apresentam respostas mais lentas, em função do ciclo de vida mais longo (Gooday, 2002).

Apesar das evidências de que as respostas da comunidade bentônica às mudanças ambientais podem ser melhor compreendidas quando todo o espectro de tamanho dos organismos é analisado, a existência de dados simultâneos sobre os diversos componentes bentônicos ainda são raros, em função das dificuldades logísticas e metodológicas intrínsecas (Schwinghammer, 1981; Garcia *et al.*, 2011). Na literatura, são conhecidos diversos organismos bentônicos que podem ser usados como sentinelas visando à avaliação de mudanças ambientais em programas de longa duração. Isto é decorrente de sua relativa imobilidade, da sensibilidade às mudanças físicas e químicas do ambiente e dos ciclos de vida relativamente curtos (Gray *et al.*, 1990; Liu *et al.*, 2007). Assim, diversos autores têm utilizado a macrofauna (Gray *et al.*, 1990; Gray & Elliot, 1999; Borja *et al.*, 2003) e a meiofauna (Coull & Chandler, 1992; Liu *et al.*, *op. cit.*, Schratzberger *et al.*, 2009) como indicadoras de alterações ambientais naturais ou antrópicas. Da mesma forma, a comunidade de foraminíferos tem sido usada também como indicadora de impactos antrópicos (Alve, 1991; Hayward *et al.*, 2004; Mojtahid *et al.*, 2006) e de mudanças naturais das condições do ambiente, como produtividade do sistema ou condições hidrográficas (Mello & Sousa *et al.*, 2006, Gooday *et al.*, 2008).

Compreendendo que o estudo integrado de todos os componentes bentônicos for-

nece um retrato mais completo das condições ambientais e dos processos trofodinâmicos de uma determinada região, o presente trabalho permitiu a avaliação dos diversos compartimentos bentônicos: microbentos (Foraminíferos), meiobentos (Nematofauna) e Macrobentos, de forma simultânea. Este capítulo apresenta uma visão geral do sistema bentônico da margem continental da Bacia de Campos, entre 25 e 3.000 m de profundidade, objetivando integrar as informações de cada componente da biota presente no sedimento e identificar regiões diferenciadas nos habitats definidos como substrato inconsolidado da plataforma e do talude continentais.

Metodologia de análise

Uma descrição detalhada da área estudada pode ser encontrada no capítulo 1 deste volume enquanto o desenho amostral, metodologia de coleta, preparação de amostras, controle de qualidade de triagem e metodologia de análise de dados encontram-se detalhadamente descritos e ilustrados no capítulo 2 deste volume.

Dados da composição e abundância dos principais componentes bentônicos do sedimento (bactérias, foraminíferos, nematofauna e macrofauna) da plataforma e talude continentais da Bacia de Campos foram analisados de forma integrada, utilizando-se apenas o período de janeiro de 2009 (período chuvoso), quando foram realizadas campanhas simultâneas na plataforma e talude. Para a plataforma continental, a matriz de dados de foraminíferos, nematofauna e macrofauna foi composta por 129 amostras. No caso do talude, a matriz de dados de foraminíferos foi composta por 161 amostras, a de macrofauna por 170 amostras e da nematofauna por 90 amostras, sendo estas diferenças decorrentes de perda de amostras durante estocagem ou processamento. Em função disso, este último grupo taxonômico não foi incluído na análise multivariada dos padrões batimétricos da biota bentônica como um todo.

Para a análise dos padrões de abundância relativa dos principais grupos, foram considerados dados dos dois períodos amostrais (janeiro e julho de 2008 para o talude e janeiro de 2008 e julho de 2009 para plataforma). No caso dessas análises, os grupos bentônicos foram organizados em faixas batimétricas, divididos por região: sul (transectos A, B, C), central (transectos D, E, F) e norte (transectos G, H, I) da Bacia de Campos, caracterizadas por aspectos geomorfológicos predominantes em cada região.

Correlações de Pearson foram feitas entre as densidades de cada grupo bentônico, enquanto que as correlações da riqueza relativa foram realizadas utilizando o coeficiente não paramétrico de Spearman (Statistica for Windows).

As similaridades entre as estações de coleta foram verificadas com a análise de agrupamento utilizando o método de Ward (índice de similaridade Bray Curtis) a partir do valor médio de abundância de cada grupo biológico. O índice qualitativo de Jaccard foi aplicado em uma única matriz com todos os grupos estudados. No caso do talude, apenas as matrizes de foraminíferos e macrofauna foram reunidas, em função do número reduzido de estações onde foi avaliada a nematofauna.

As relações entre as associações biológicas e os parâmetros ambientais foram verificadas para cada grupo bentônico através da análise de correspondência canônica (CCA), com as médias dos dados abióticos por ponto amostral. A significância total dos modelos das análises foi testada através de permutações (Legendre e Legendre, 1998) e as análises foram feitas utilizando-se o aplicativo R (2011).

As variáveis ambientais utilizadas foram: profundidade, salinidade, temperatura, tamanho médio do grão (representado pelo phi médio), percentual de areia e de cascalho, carbonato total, carbono orgânico total (COT), clorofila, feofitina e a assimetria dos grãos.

Já para verificação das diferenças de abundância dos grupos bentônicos entre as isóbatas, foram aplicadas análises de variância unifatorial (Statistica for Windows® versão 7), com o teste a posteriori de Tukey, tendo as premissas de homogeneidade das variâncias atendidas.

Para verificação das possíveis variações espaciais da composição específica, foram realizadas análises multivariadas, utilizando-se uma matriz única somente com dados de presença/ausência das espécies mais abundantes e frequentes de foraminíferos e de macrofauna. A nematofauna não foi avaliada em função do número reduzido de estações, conforme acima mencionado. A análise integrada de dados da plataforma e talude foi realizada através da técnica de agrupamento UPGMA (sigla em inglês para o método de médias não ponderadas de grupos pareados), utilizando o índice de Jaccard e uma análise de escalonamento multidimensional não métrico (n-MDS), realizadas com o programa Primer® versão 6. A distribuição batimétrica dos 20 principais táxons de cada grupo bentônico, presentes no talude e plataforma, foi analisada, de forma a identificar grupos de espécies exclusivas de cada habitat.

Resultados

Ambientes bentônicos da plataforma continental

1. Abundância relativa do bentos de plataforma nas regiões sul, centro e norte.

Dentre os grupos do microbentos, encontramos a predominância de foraminíferos calcários hialinos em todas as isóbatas nos três setores analisados, representado com mais de 50% do total de indivíduos. Os foraminíferos aglutinantes apresentaram um incremento da abundância relativa na região central da plataforma, principalmente nas isóbatas de 75 e 100 m durante o período seco e na isóбата de 150 m no período chuvoso (Figura 1).

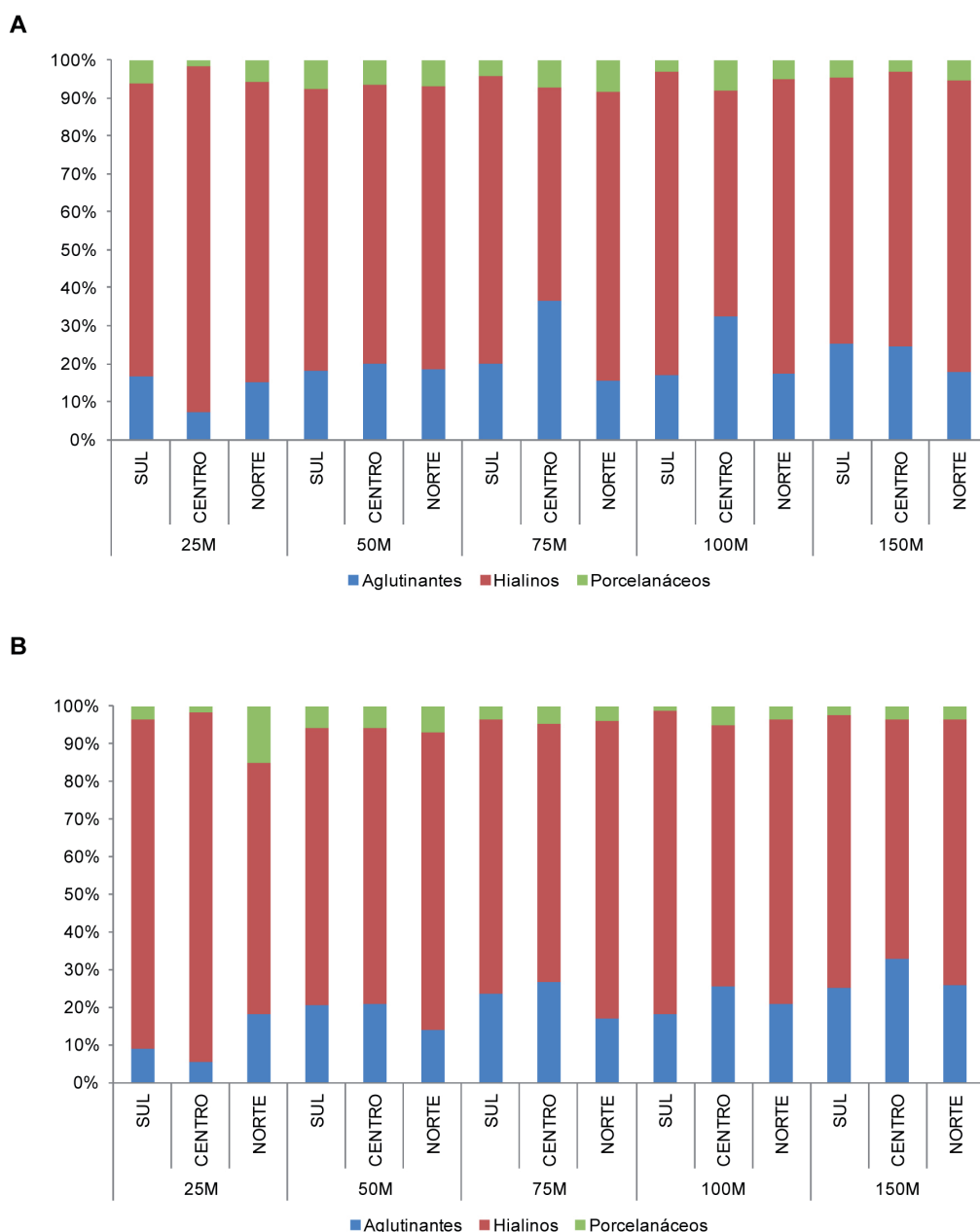
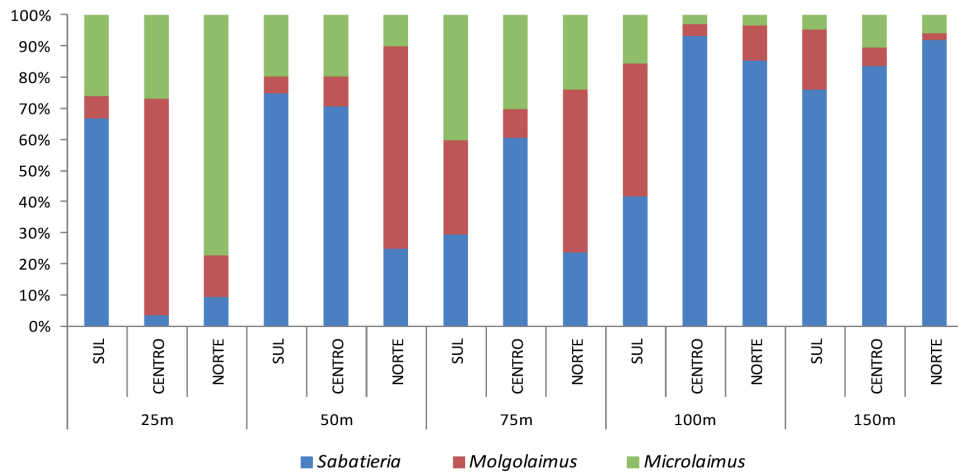


Figura 1 - Abundância relativa dos três grupos de Foraminifera da plataforma continental da Bacia de Campos nas isóbatas de 25 m, 50 m, 75 m, 100 m e 150 m nos setores sul (transectos A, B, C), centro (transectos D, E, F) e norte (transectos G, H, I), sendo A) período seco de 2008 e B) período chuvoso de 2009.

Entre os principais componentes da nematofauna, três gêneros estiveram presentes em todos os setores da plataforma, e em todas as isóbatas observadas: *Sabatieria*, *Microloaimus* e *Molgolaimus*. A primeira, de hábito alimentar detritívoro não seletivo, domina em todas as profundidades, com exceção do setor norte a 25 m. Os demais gêneros são raspadores de epistrato, sendo que *Microloaimus* destacou-se na região norte a 25 m, na região sul a 75 m (no período chuvoso) e na região central a 50 m (no período seco); e (*Molgolaimus* predominou na região central a 25 m e na região norte, a 50 e 75 m, no período chuvoso, (Figura 2). Analisando-se a macrofauna de uma maneira geral, os poliquetas foram os mais abundantes em todas as isóbatas estudadas sobre a plataforma continental nas três regiões (sul, central e norte), o que ocorreu consistentemente em ambos os períodos avaliados. As exceções ocorreram em alguns casos, quando os crustáceos apresentaram valores mais elevados de abundância relativa que os poliquetas. Isto foi observado nas seguintes situações: na isóbata de 50 m, na região sul, em ambos os períodos avaliados e nas isóbatas de 50 m (região central) 100 m (região central) e 150 m, no período chuvoso. Os moluscos e outros grupos de invertebrados foram pouco representativos em todos os setores, não ultrapassando 20% do total (Figura 3).

A



B

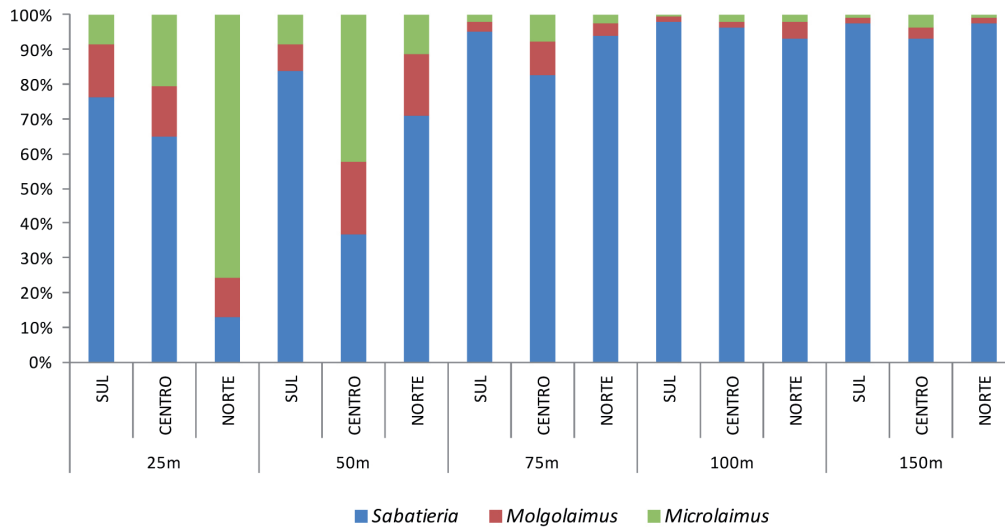
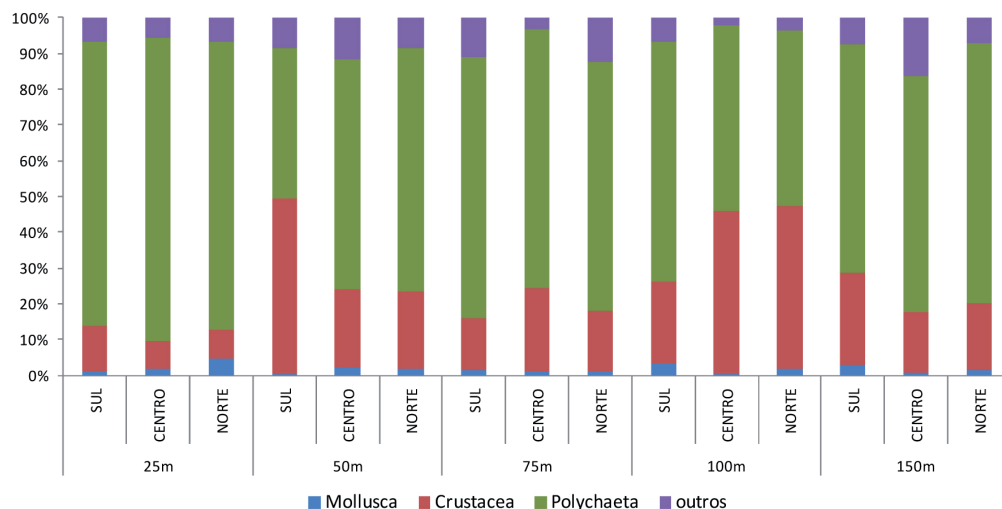


Figura 2 - Abundância relativa dos três principais gêneros da nematofauna da plataforma continental da Bacia de Campos nas isóbatas de 25 m, 50 m, 75 m, 100 m e 150 m nas regiões sul (transectos A, B, C), central (transectos D, E, F) e norte (transectos G, H, I). A) período chuvoso de 2009. B) período seco 2009.

A



B

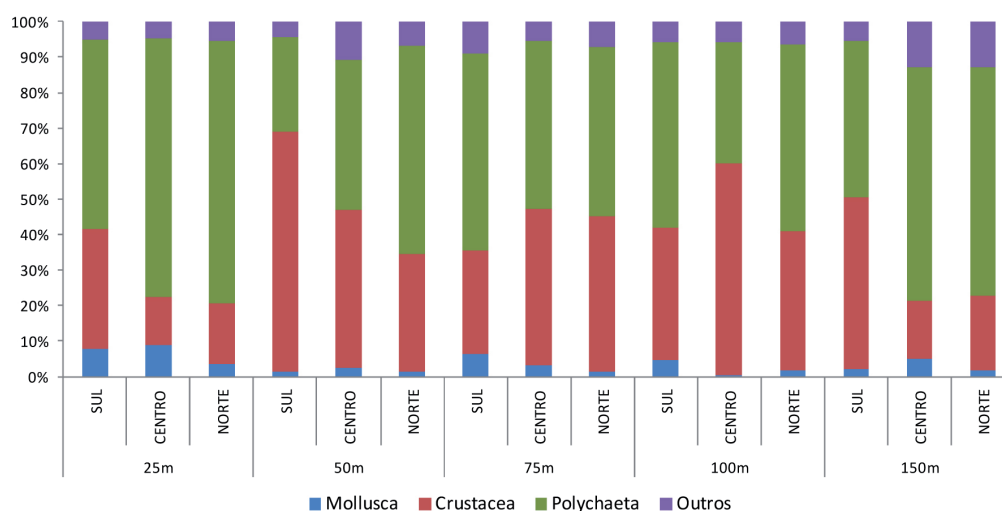


Figura 3 - Proporção dos grupos da macrofauna (*Polychaeta*, *Crustacea* e *Mollusca*) da plataforma continental da Bacia de Campos nas isobatas de 25 m, 50 m, 75 m, 100 m e 150 m nas regiões sul (transectos A, B, C), central (transectos D, E, F) e norte (transectos G, H, I). (A) período chuvoso de 2009. (B) período seco de 2009

2. Correlações entre a densidade dos grupos bentônicos

Todas as correlações entre a densidade dos componentes bentônicos foram positivas, exceto entre os grupos foraminíferos e bactérias. Correlações significativas foram apenas detectadas entre macrofauna e foraminíferos e entre macrofauna e bactérias. (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise de correlação de Pearson da densidade dos componentes bentônicos: bactérias, foraminíferos, nematofauna e macrofauna da plataforma continental da Bacia de Campos (Valores significativos em vermelho). $N = 129$.

r			
	Bactérias	Foraminíferos	Nematofauna
Foraminíferos	-0,107		
Nematofauna	0,088	0,168	
Macrofauna	0,250	0,308	0,125
p			
	Bactérias	Foraminíferos	Nematofauna
Foraminíferos	0,236		
Nematofauna	0,327	0,057	
Macrofauna	0,005	0,0004	0,158

3. Comparação dos Padrões Espaciais de Riqueza Relativa

A riqueza relativa de espécies de foraminíferos, macrofauna e dos gêneros de nematofauna da plataforma continental apresentou padrão espacial similar. Valores elevados de riqueza relativa foram observados na plataforma intermediária (50-75 m) dos transectos D (região central) e H-I (região norte). Essas áreas são favorecidas principalmente pelas maiores riquezas de macrofauna e foraminíferos e são caracterizadas pela heterogeneidade de fácies sedimentares e altos teores de carbonato (Capítulo de Sedimentologia do volume de Geologia e Geomorfologia desta série) (Figura 4). A partir das análises de correlação (Tabela 2), nota-se que a distribuição de riqueza relativa da macrofauna e da nematofauna são correlacionadas significativamente com a distribuição dos foraminíferos. Entretanto, não há correlação significativa entre as distribuições das riquezas da macrofauna e nematofauna.

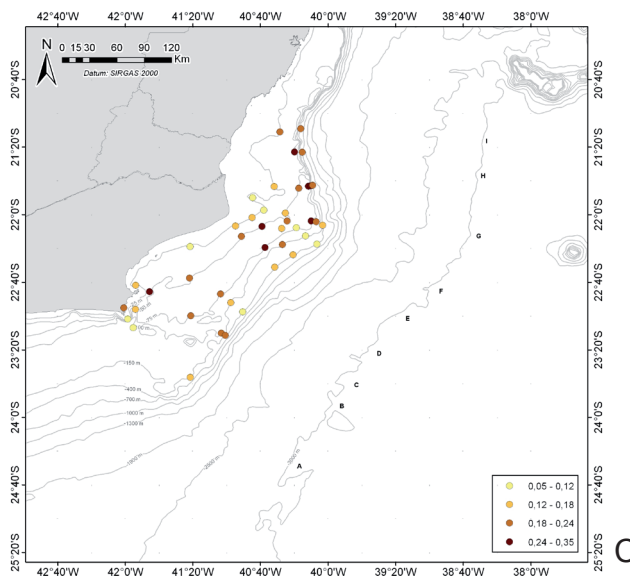
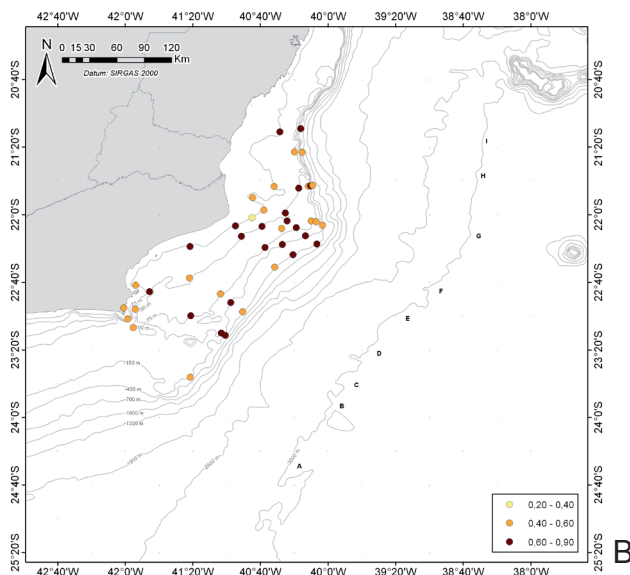
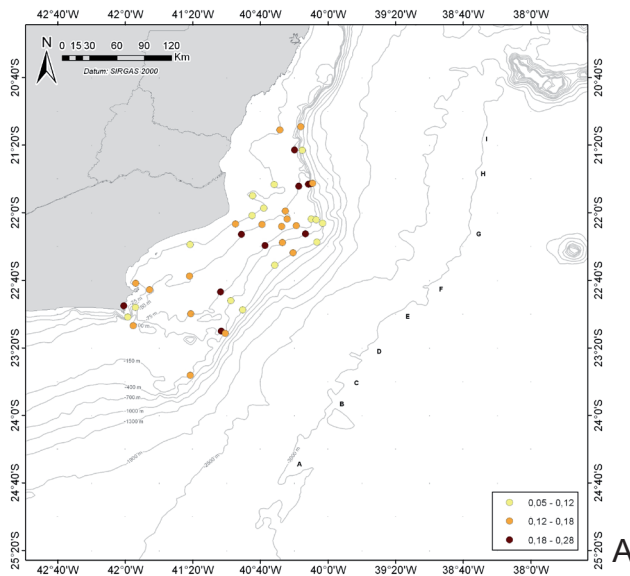


Figura 4 - Distribuição espacial da riqueza relativa de (A) foraminíferos (nível de espécies), (B) nematofauna (nível de gêneros) e (C) macrofauna (nível de espécies) na plataforma continental da Bacia de Campos, no período chuvoso de 2009.

Tabela 2 - Análise de correlação de Spearman para da riqueza dos componentes bêntcos: foraminíferos, nematofauna, e macrofauna da plataforma continental da Bacia de Campos (Valores significativos em vermelho). N = 129.

	R	p
Macrofauna X Foraminifera	0,59917	0,00002
Macrofauna X Nematofauna	0,23837	NS
Foraminifera X Nematofauna	0,42006	0,0050

4. Padrão espacial das associações bentônicas

Para os três grupos bentônicos (foraminíferos, nematofauna e macrofauna), foram observadas associações distintas regidas, principalmente, pelas faixas batimétricas e pelo tipo de sedimento (Figura 5).

A análise de agrupamento, a partir dos valores médios de abundância de foraminíferos revelou a formação de quatro grupos. O grupo I foi formado exclusivamente por estações da plataforma interna (até 50 m de profundidade), onde o sedimento é predominantemente arenoso e siliciclástico (ver volume Geologia e Geomorfologia desta série) e que frequentemente encontram-se sob influência de fenômenos de ressurgência e conseqüentemente de aumento da alta produtividade primária pelagial. O grupo II reuniu estações localizadas em regiões também sob influência da ressurgência, entre 50 e 100 m de profundidade, situadas próximas a Cabo Frio. Este grupo agrega também duas estações localizadas próximas ao Cabo de São Tomé situadas na isóbata de 75 m. Nestas áreas o sedimento predominante é lamoso de origem litoclástica apresentando concentrações elevadas de feofitina. O grupo III caracteriza a plataforma média-externa (entre as isóbatas de 75 e 100 m), que possui estações de granulometria variável (incluindo: lama, areia e cascalho) e baixa produtividade primária. O grupo IV reuniu principalmente estações localizadas na plataforma externa, região caracterizada por areia fina e lama de origem bioclástica, também com baixa produtividade primária.

No caso da nematofauna, a análise de agrupamento originada a partir da matriz de densidade média mostrou a formação de 3 grupos. O grupo I foi formado principalmente por estações de sedimento arenoso da plataforma interna (25 m e 50 m) localizadas no setor norte da plataforma continental. O grupo II, de forma geral, reuniu estações da região sul da plataforma (transectos A, B e C), que apresentam sedimento predominantemente lamoso e sob a influência da ressurgência. Entretanto, também observou-se a inclusão de estações localizadas próximas ao Cabo de São Tomé. O grupo III apresenta estações localizadas na plataforma média-externa.

Seguindo a mesma análise de agrupamento, em relação às espécies da macrofauna, foi observado um padrão muito similar ao obtido na avaliação dos foraminíferos, sendo formados quatro grupos: grupo I, formado pelas estações de sedimento arenoso da plataforma interna, alinhadas ao Cabo de São Tomé; grupo II, formado pelas estações com intensa influência da ressurgência, localizadas ao sul da plataforma; grupo III, formado por estações exclusivamente da plataforma externa (150 m); e o grupo IV que resultou na união de estações da plataforma média-externa.

Os mapas representativos das análises de agrupamentos mostram a semelhança das regiões formadas para cada grupo (Figura 5).

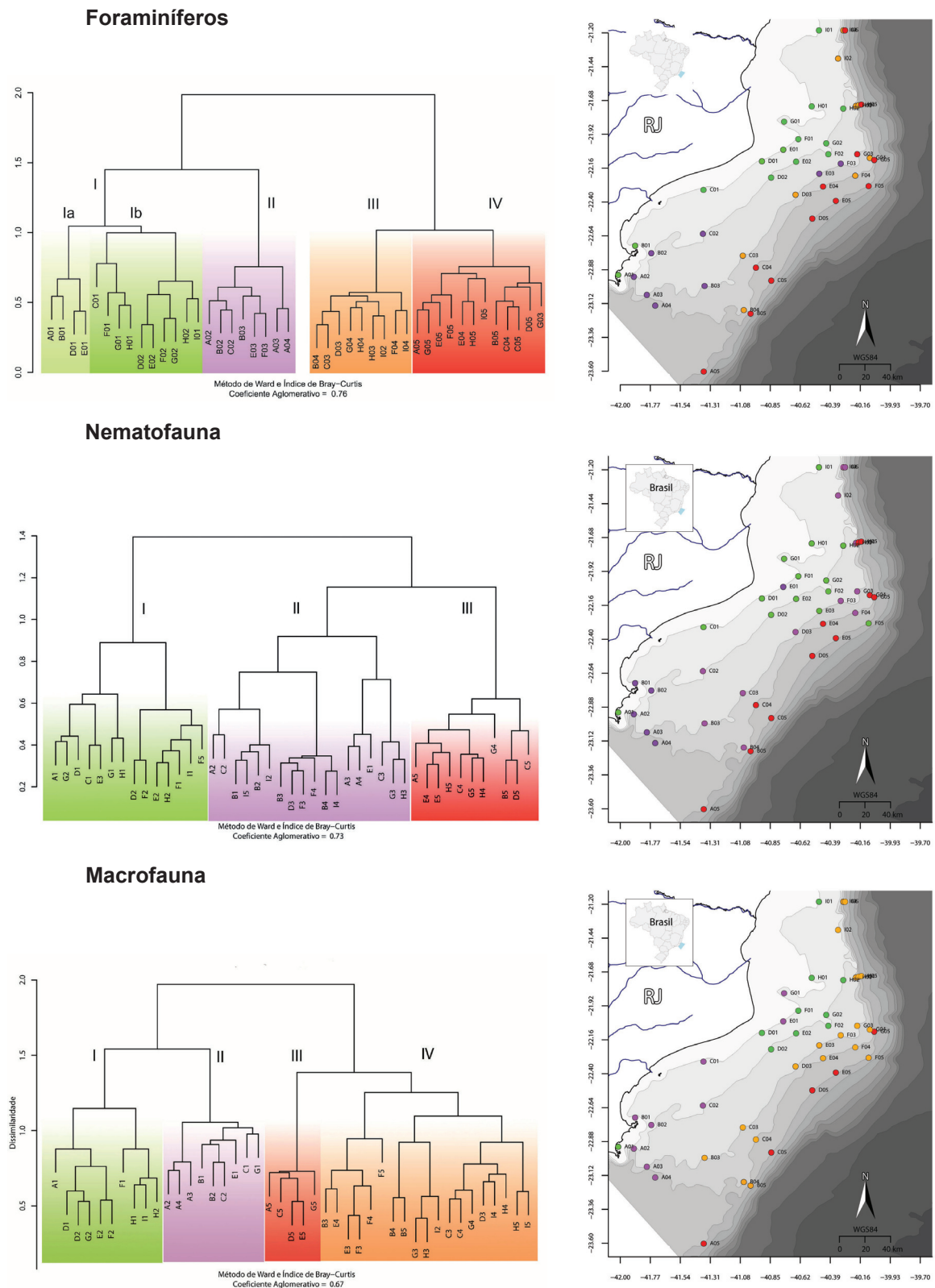


Figura 5 - Análise de agrupamento, com base na abundância de foraminíferos, nematofauna e macrofauna bentônica da plataforma continental da Bacia de Campos, e mapa da plataforma continental da Bacia de Campos com a representação dos subgrupos (I, II, III e IV).

A análise de agrupamento (índice binário Jaccard) originada a partir da união da matriz de presença e ausência dos grupos de foraminíferos, nematofauna e macrofauna sustentou um padrão muito semelhante ao apresentado pelos grupos separadamente: grupo I - estações da plataforma interna com sedimento arenoso; grupo II - estações com sedimento lamoso, localizadas em áreas sob influência da ressurgência; grupo III - estações da plataforma média-externa, subdivididos em três grupos, sendo IIIa - quebra da plataforma externa (150 m); IIIb - plataforma média (75 e 100 m) com granulometria grossa; IIIc - plataforma média (75 e 100 m) com granulometria fina (Figura 6).

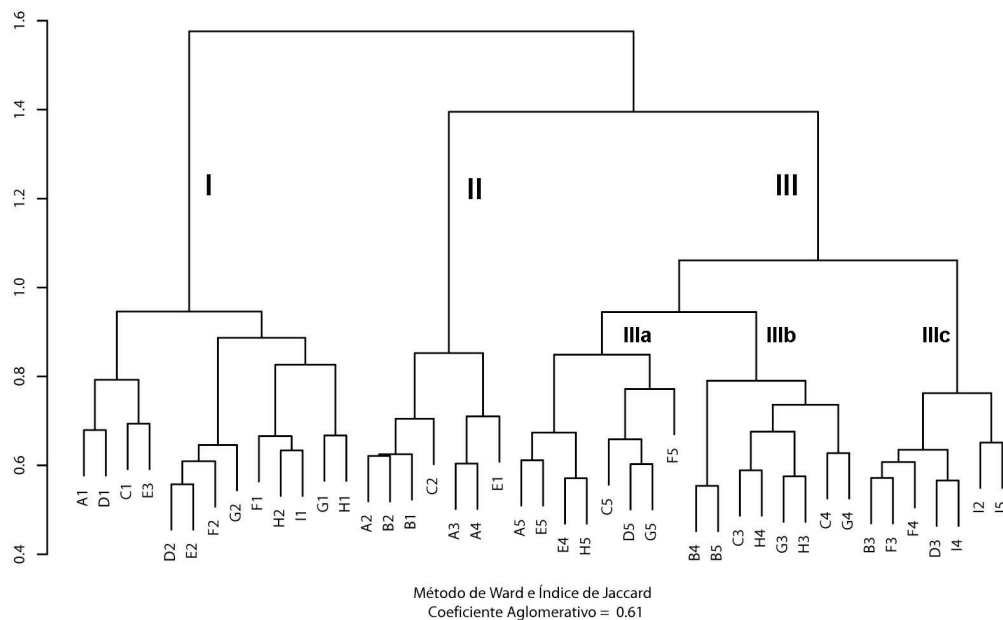
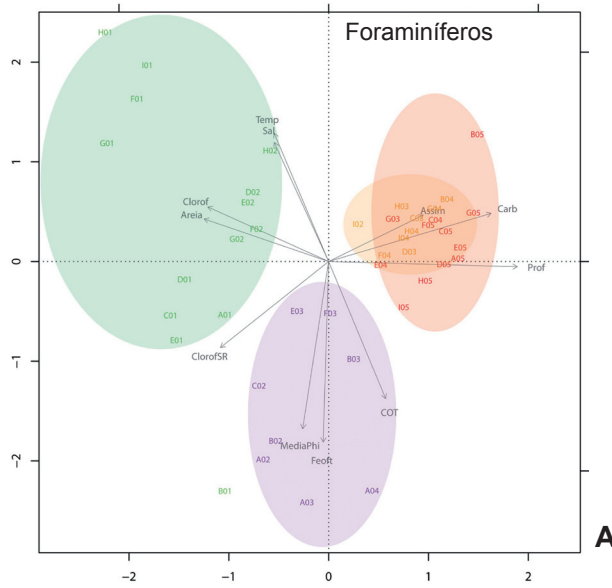


Figura 6 - Análise de agrupamento com o método de Ward e índice de Jaccard, com base em matriz única de táxons de foraminíferos, nematofauna e macrofauna da plataforma continental da Bacia de Campos.

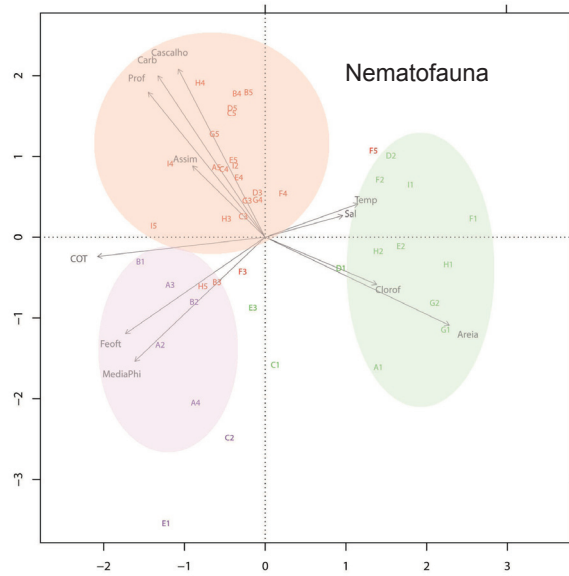
5. Correlações das associações bentônicas e parâmetros ambientais

Em todas as análises de correspondência canônica (Figura 7), as estações da plataforma interna (grupo verde) apresentaram correlação positiva com os teores de clorofila a do sedimento e com as frações arenosas presentes no sedimento. As estações que caracterizaram o grupo violeta (maioria localizadas em áreas de ressurgência e/ou sedimento lamoso) mostraram correlações positivas com o tamanho médio do grão (ϕ), os teores de fitopigmentos, em especial a feofitina e o carbono orgânico total (COT). Na região da plataforma média (estações em laranja) e da plataforma externa (estações em vermelho), observou-se uma correlação positiva com a profundidade, teores mais altos de carbonato e assimetria dos grãos. Para as análises dos grupos da nematofauna e da macrofauna a porcentagem de cascalho também mostrou alta correlação para as estações da plataforma média-externa (sinalizadas em laranja e em vermelho na Figura 7).

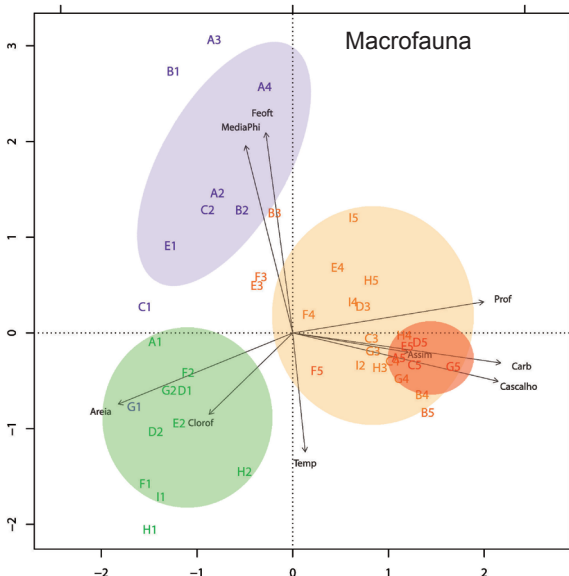
As associações bentônicas na plataforma continental apresentam semelhantes padrões de resposta aos fatores ambientais (Figura 7). O teor de clorofila a e a porcentagem de areia são os principais fatores de explicação da variação de dados na Plataforma Interna (grupo verde). O teor de feofitina, contribuição de sedimentos finos e concentração de carbono orgânico total constituem fatores de maior explicação das estações influenciadas pela ressurgência (grupo violeta). Por último, a profundidade e teor de carbonatos são os fatores de maior influência sobre a plataforma média (estações em laranja) e externa (estações em vermelho). A porcentagem de cascalho contribuiu também na estrutura destas associações para os componentes da nematofauna e macrofauna (Figura 7b e 7c).



A



B



C

Figura 7 - Diagrama de ordenação mostrando o resultado para foraminíferos (A), nematofauna (B) macrofauna (C). Os códigos das estações amostrais aparecem em: verde indicando a plataforma rasa (até 50 m); violeta indicando áreas de ressurgência; laranja indicando a plataforma média-externa (75 a 150m); e vermelho indicando a plataforma externa (150 m). Abreviaturas: Clorof = clorofila-a no sedimento; Feoft = feofitina-a no sedimento; Areia = percentual de areia; MédiaPhi = Phi médio; Sal =salinidade fundo; Prof = profundidade; Temp = temperatura fundo; Assim = assimetria; Carb = % carbonatos no sedimento.

Ambientes bentônicos do talude

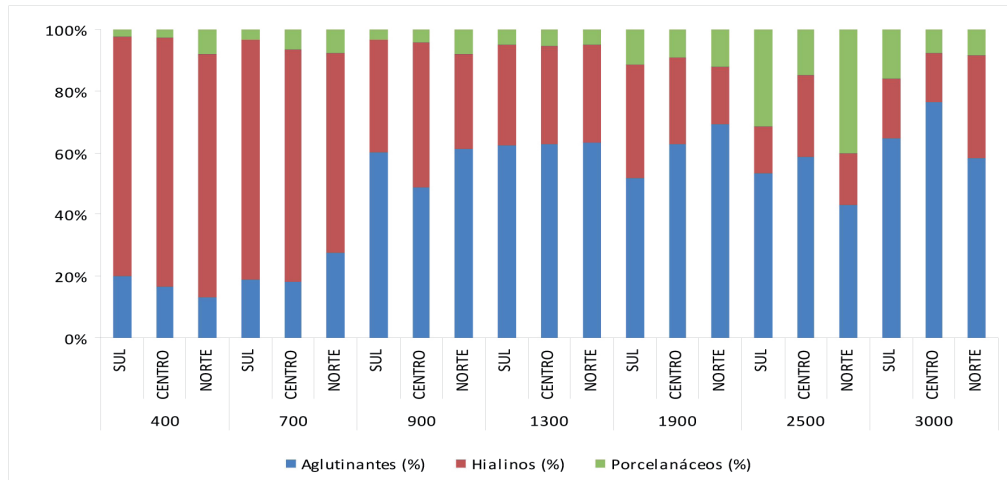
1. Abundância relativa do bentos de talude nas regiões sul, centro e norte.

Em relação à comunidade bentônica presente no talude, dentro dos grupos de meiofauna, destaca-se a predominância dos foraminíferos calcários hialinos no talude superior (400 m), ao contrário do que ocorre no talude médio (700-1.300 m), talude inferior (1.900 m) e platô de São Paulo (2.500-3.000 m), onde predominam os foraminíferos aglutinantes. Este padrão foi observado para as três regiões analisadas (sul, central e norte), sem diferenças marcantes regionais, nos dois períodos climáticos. É importante destacar que, embora os aglutinantes sejam dominantes em maiores profundidades, sua representatividade foi menor na isóbata de 2.500 m, quando os foraminíferos porcelanáceos alcançaram a maior abundância relativa, em ambos os períodos (Figura 8). No período seco, ocorreu uma pequena diferenciação entre as regiões, com maior dominância de espécies calcárias (porcelanáceos e hialinos) nas regiões central e norte, a 3.000 m, e de hialinos no setor central, no talude intermediário, entre 900 e 1.300 m.

A representatividade dos diferentes gêneros da nematofauna também foi bastante semelhante em todas as regiões (sul, central e norte) do talude. As maiores diferenças encontradas foram relacionadas à distribuição batimétrica, com a dominância de *Sabatieria* nas isóbatas do talude superior (400 m) e de *Thalassomonhystera*, *Acantholaimus* e *Desmocolex* no talude médio e inferior (Figura 9). Há uma pequena distinção da dominância nas regiões sul, central e norte, onde *Sabatieria* predomina na região central, a 400 e 700 m, em ambos os períodos estudados, enquanto *Thalassomonhystera* tem uma maior dominância no setor sul, até 1.000 m, o que só pode ser observado no período seco. Já a partir de 2.500 m, não há uma distinção nítida entre as regiões, sendo a presença de *Sabatieria* inexpressiva.

Quanto à abundância da macrofauna, os poliquetas foram o grupo dominante em todas as regiões e isóbatas. Sua dominância apenas decresce na região sul, onde se destacaram os moluscos, na isóbata de 400 m, e os crustáceos, na isóbata de 700 m, em ambos os períodos analisados (Figura 10).

A



B

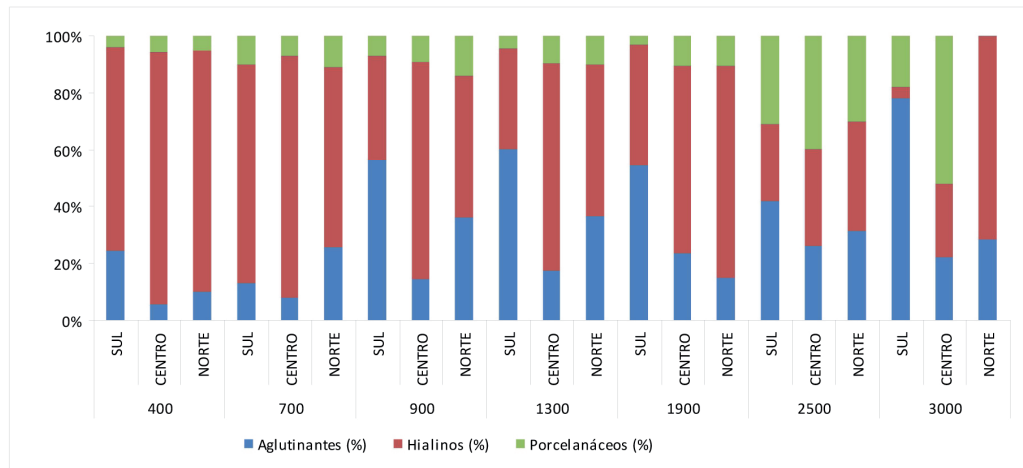
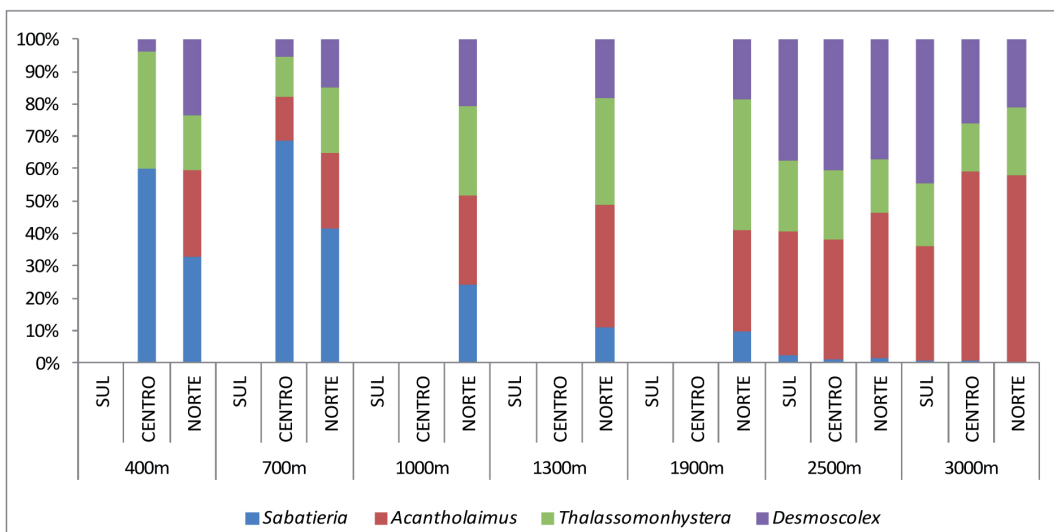


Figura 8 - Abundância relativa dos três grupos de foraminíferos em diferentes isóbatas nas regiões sul, central e norte do talude continental da Bacia de Campos. A) Período chuvoso 2009. B) Período seco 2008.

A



B

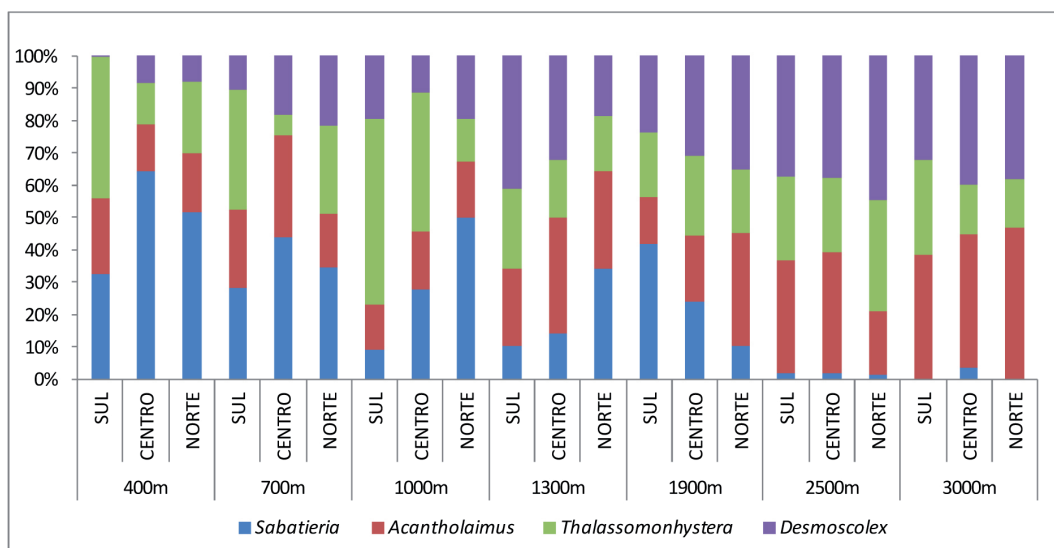
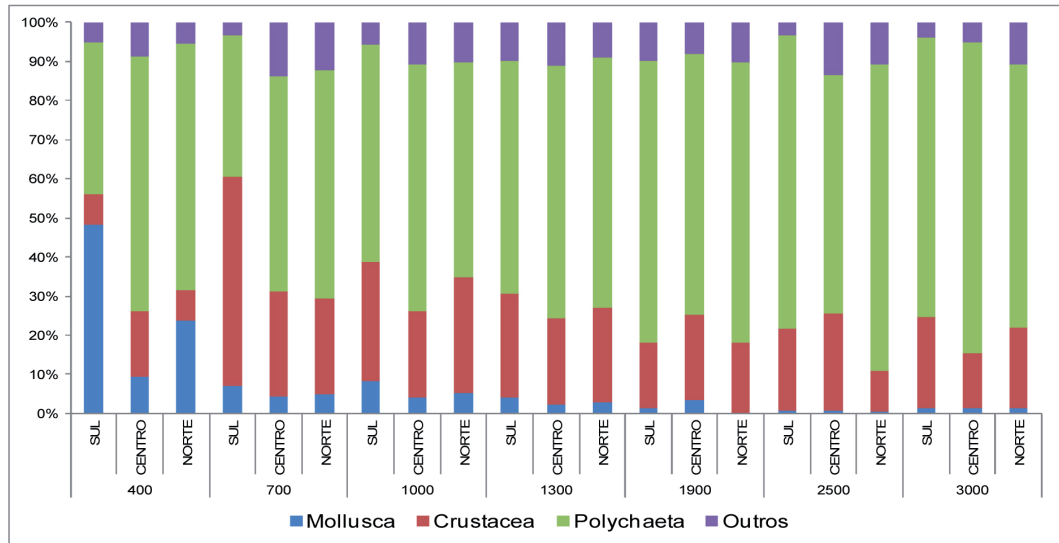


Figura 9 - Abundância relativa dos quatro principais gêneros da nematofauna em diferentes isóbatas nas regiões sul, central e norte do talude continental da Bacia de Campos. A) Período chuvoso 2009 (lacunas representam amostras perdidas) B) Período seco 2008.

A



B

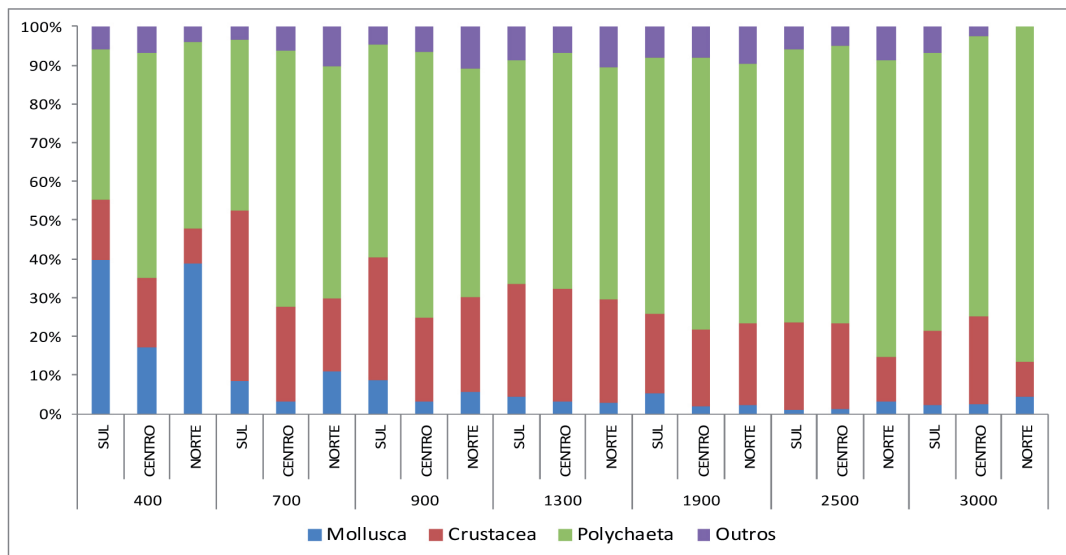


Figura 10 - Abundância relativa dos grandes grupos da macrofauna em diferentes isóbatas (m) nas regiões sul, central e norte do talude continental da Bacia de Campos. A) Período chuvoso 2009. B) Período seco 2008

2. Correlações entre a densidade dos grupos bentônicos

Todas as correlações testadas entre a densidade dos grupos da comunidade bentônica do talude (Tabela 3) apresentaram valores positivos significativos (Tabela 3). Os maiores valores encontrados foram entre a macrofauna e nematofauna ($r = 0,84$) e entre a nematofauna e bactérias ($r = 0,83$) (Tabela 3).

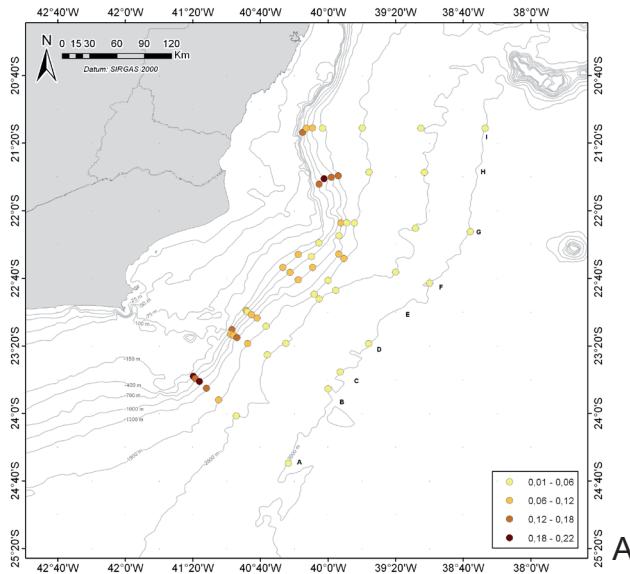
Tabela 3 - Análise de correlação de Pearson para os grupos: bactérias, foraminíferos nematofauna, e macrofauna do talude continental da Bacia de Campos (valores significativos em vermelho). O valor de n encontra-se entre parênteses.

r			
	Bactérias	Foraminíferos	Nematofauna
Foraminíferos	0,41 (154)		
Nematofauna	0,83 (76)	0,57 (78)	
Macrofauna	0,52 (152)	0,29 (160)	0,84 (82)
p			
	Bactérias	Foraminíferos	Nematofauna
Foraminíferos	<0,00001		
Nematofauna	<0,00001	<0,00001	
Macrofauna	<0,00001	0,0001	0,00001

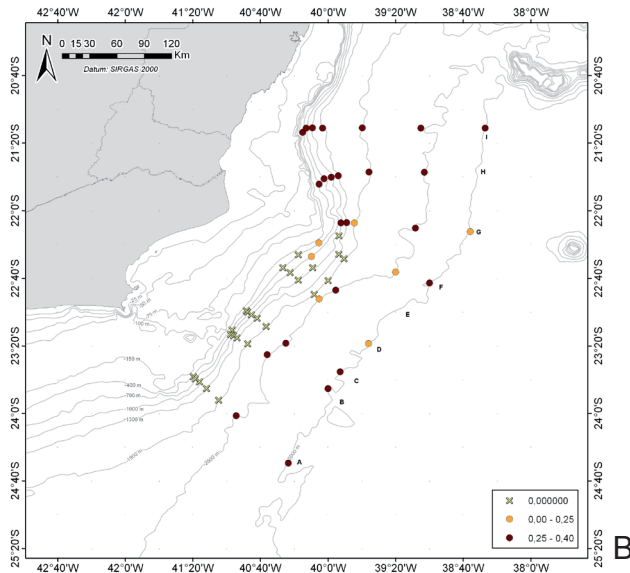
3. Comparação dos Padrões Espaciais de Riqueza Relativa

Analisando-se a distribuição espacial da riqueza relativa no talude da Bacia de Campos, verifica-se que os grupos de macrofauna e de foraminíferos possuem os menores valores de riqueza relativa no talude médio e inferior, o que parece não ocorrer no caso da nematofauna (Figura 11). Observa-se que a maior proporção de espécies do total registrado para a região pode ser encontrada no talude superior e médio (isóbatas 400, 700 e 1.000 m) na região sul (transecto A), exceto para nematofauna, e norte (H e I) da Bacia de Campos, para todos os grupos avaliados.

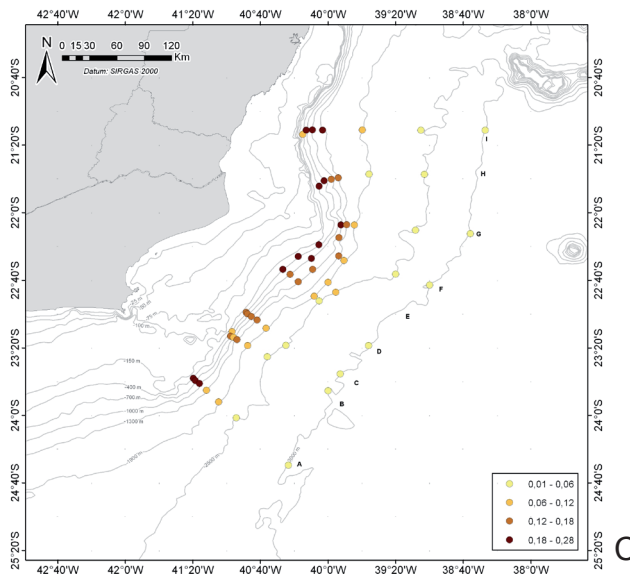
Os menores valores de riqueza relativa da macrofauna e de foraminíferos são encontrados na região de Talude Medio e Inferior, o que parece não ocorrer para a nematofauna (Figura 11). Os maiores registros de riqueza relativa detectados no Talude Superior e Medio também divergiram para estes componentes bentônicos. O setor sul (Transecto A) foi de maior riqueza relativa para a macrofauna e formaminíferos, e o norte (Transectos H e I) para a nematofauna.



A



B



C

Figura 11 - Distribuição espacial da riqueza relativa de (A) foraminíferos (nível de espécies), (B) nematofauna (nível de gêneros) e (C) macrofauna (nível de espécies) no talude continental da Bacia de Campos

Da mesma forma que ocorreu para as comunidades da plataforma continental, a macrofauna de talude tem sua distribuição de riqueza correlacionada com a dos foraminíferos (alta significância). Também não foi verificada correlação entre as distribuições das riquezas da macrofauna e meiofauna (Tabela 4).

Tabela 4 - Análise de correlação de Spearman para os grupos de foraminíferos, nematofauna, e macrofauna do talude continental da Bacia de Campos. Valores significativos em vermelho. $N = 60$.

	R	p
Macrofauna X Foraminifera	0,72	0,0001
Macrofauna X Nematofauna	-0,01	NS
Foraminifera X Nematofauna	0,26	NS

4. Padrões espaciais das associações bentônicas

A estrutura das associações bentônicas demonstrou um padrão espacial bastante semelhante entre os grupos estudados, representando, de forma clara, o gradiente batimétrico existente ao longo da região de estudo. A variação batimétrica mostrou-se determinante na estrutura da comunidade, superando a possível influência das variações espaciais regionais (norte-sul). Considerando todos os grupos biológicos, foram identificadas, nas análises de agrupamento, até três associações distintas presentes no talude superior, talude médio e talude inferior (Grupos I, II e III). A comunidade de foraminíferos presente na isóbata de 400 m é bastante semelhante à de 700 m caracterizando uma associação característica de talude superior (Grupo I, Figura 12). Associações específicas também estiveram presentes no talude médio, reunindo as isóbatas de 1.000 e 1.300 m, e no talude inferior-Platô de São Paulo, agrupando as isóbatas de 1.900, 2.500 e 3.000 m (Grupos II e III, Figura 12)., Em relação à nematofauna, foram evidenciadas apenas duas grandes associações, com a comunidade do talude médio distintamente separada da existente no talude inferior (Figura 13). O padrão espacial regido pela batimetria foi bastante semelhante entre a comunidade de foraminíferos e a comunidade de macrofauna, sendo que esta também constituiu três associações distintas (Figura 14). Na análise integrada, em que os dados de presença e ausência de foraminíferos e macrofauna foram considerados, o padrão espacial refletiu o mesmo resultado encontrado para as análises em separado (Figura 15).

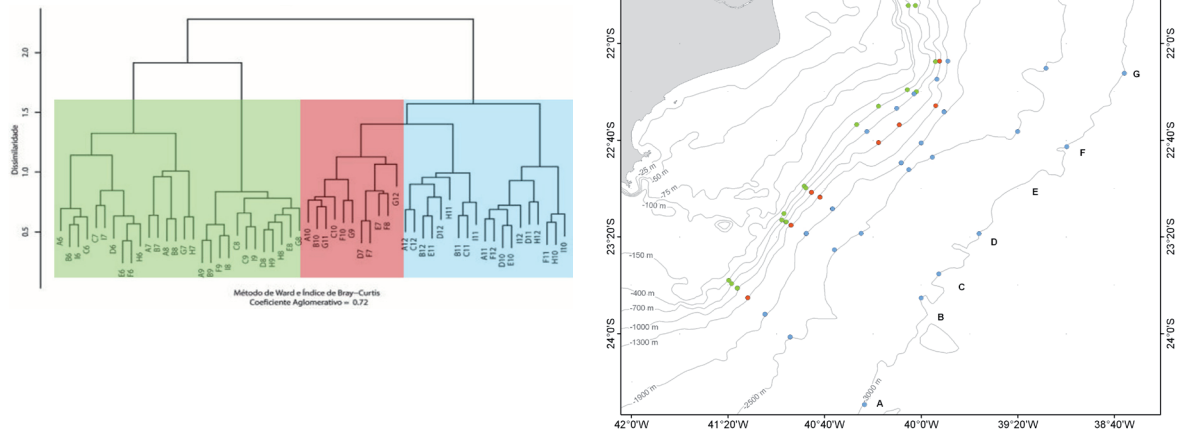


Figura 12 - Associações de espécies de foraminíferos na região do Talude da Bacia de Campos. Matriz de distância de Bray-Curtis e análise de agrupamento UPGMA baseada na abundância de indivíduos, e mapa do Talude com a representação do Talude Superior (Grupo I – em verde), Talude Médio (Grupo II – em vermelho) e Talude Inferior (Grupo III, em azul).

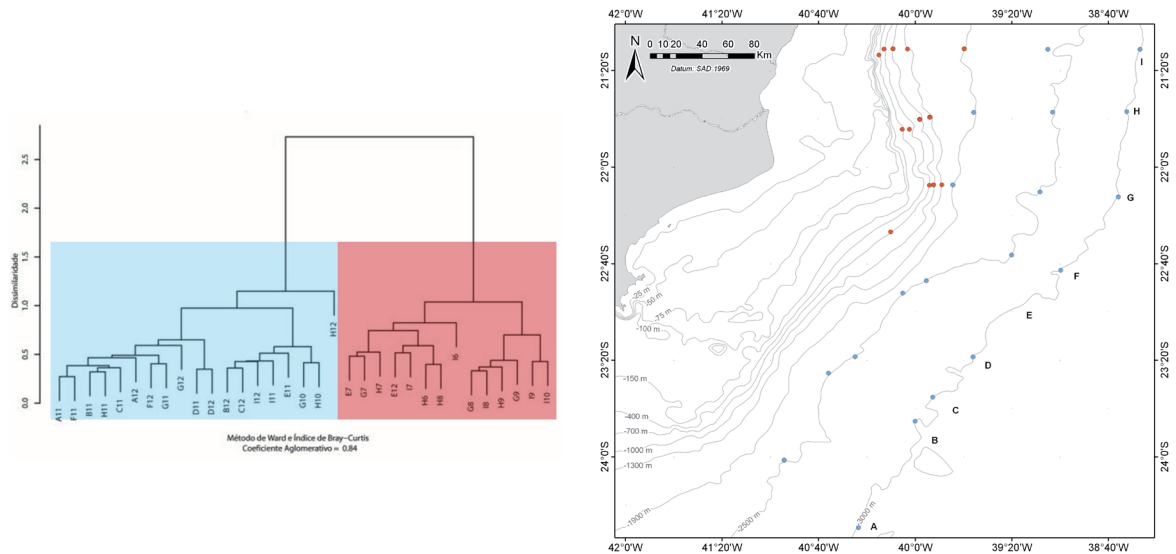


Figura 13 - Associações de gêneros da nematofauna na região do Talude da Bacia de Campos. Matriz de distância de Bray-Curtis e análise de agrupamento UPGMA baseada na abundância de indivíduos, e mapa do Talude com a representação do Talude Superior e Medio (Grupo I – em em vermelho) e Talude Inferior (Grupo II, em azul).

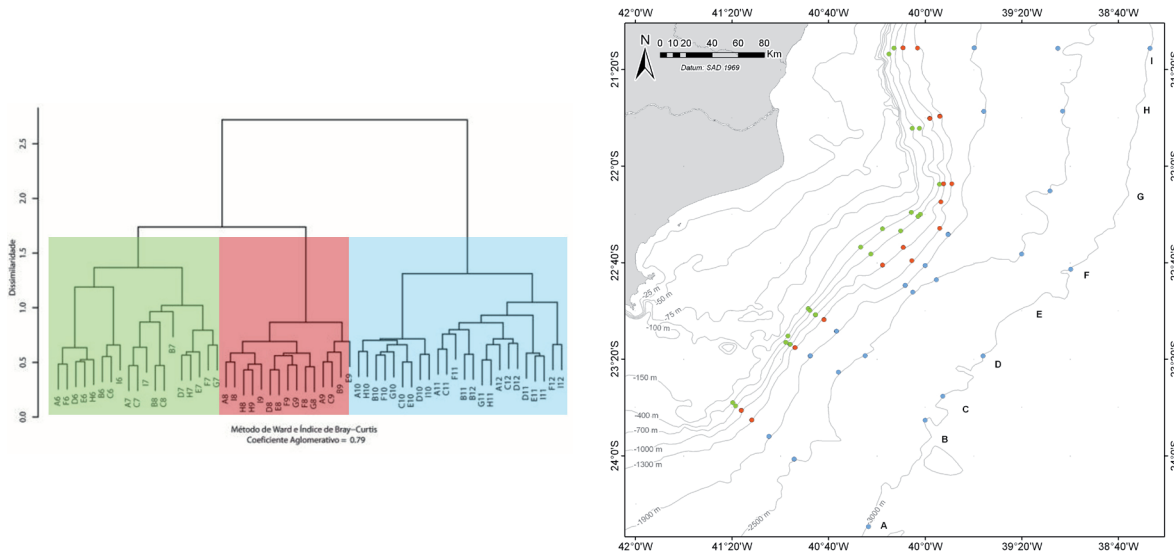


Figura 14 - Associações de espécies da macrofauna na região do Talude da Bacia de Campos. Matriz de distância de Bray-Curtis e análise de agrupamento UPGMA baseada na abundância de indivíduos, e mapa do Talude com a representação do Talude Superior (Grupo I – em verde), Talude Médio (Grupo II – em vermelho) e Talude Inferior (Grupo III, em azul).

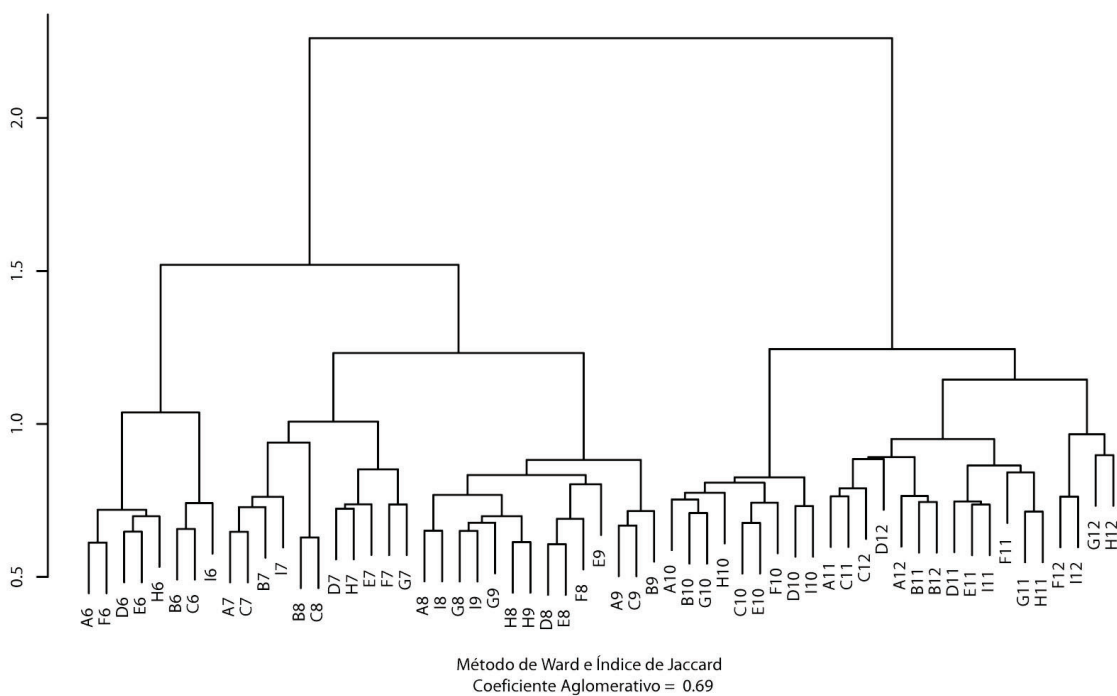


Figura 15 - Análise de agrupamento com o método de Ward e índice de Jaccard, com base em matriz única de táxons de foraminíferos, nematofauna e macrofauna do talude continental da Bacia de Campos

5. Correlações das associações bentônicas e parâmetros ambientais

O gradiente batimétrico foi observado em todas as análises realizadas, destacando-se a separação das comunidades do talude superior, médio e inferior (Figura 16). Para todos os componentes bentônicos investigados (foraminíferos, nematofauna e macrofauna), o teor de carbonato explica a maior parte da variação dos dados obtidos nas estações do talude inferior (azul). A porcentagem de carbono orgânico total, silte e argila e sedimentos finos, são fatores que explicam a variação encontrada no talude médio (vermelho). Por último, a porcentagem de areia e grau de seleção foram os fatores de maior variação na região do talude superior (verde) para a macrofauna e foraminíferos. A análise obtida para nematofauna, em função do baixo número de amostras no talude médio e superior, não apresentou padrões evidentes.

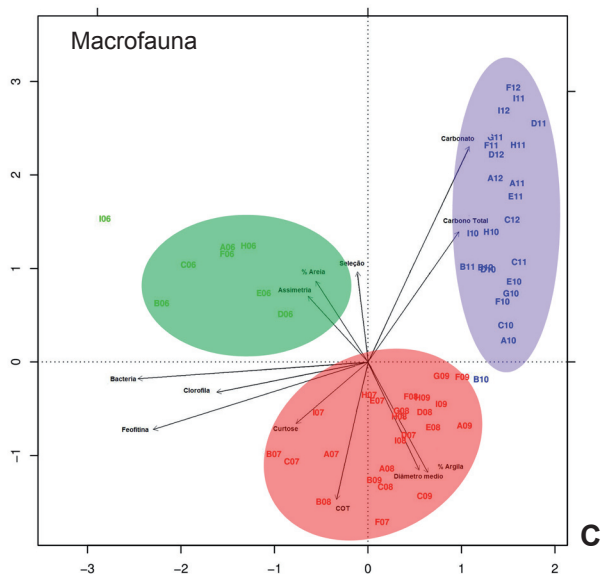
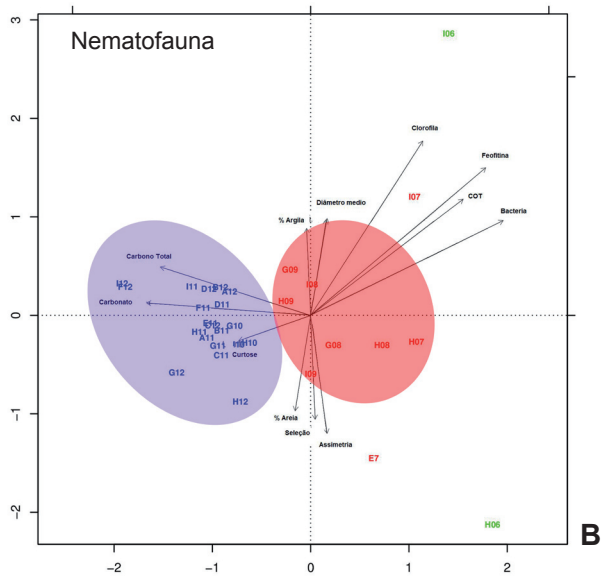
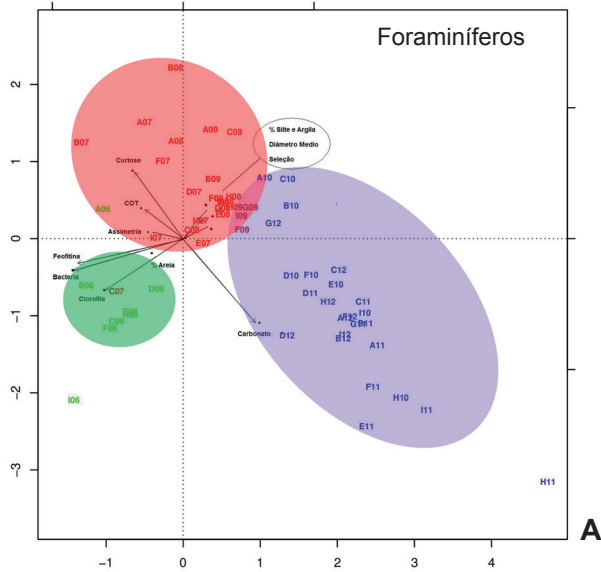


Figura 16 - Diagrama de ordenação de análise de correspondência canônica (CCA) para foraminíferos, macrofauna e nematofauna. Abreviaturas: ClorofSR = clorofila-a epipelágica; Clorof = clorofila-a no sedimento; Feofit = feofitina-a no sedimento; Areia = percentual de areia; MédiaPhi = Phi médio; Sal = salinidade fundo; Prof = profundidade; Temp = temperatura fundo; Assim = assimetria; Carb = % carbonatos no sedimento.

Distribuição batimétrica da comunidade bentônica

De uma forma geral, as densidades dos principais componentes bentônicos (bactérias, foraminíferos, meiofauna e macrofauna) decrescem significativamente com a profundidade, ao longo da margem continental, mas cada grupo apresenta mudanças significativas em faixas batimétricas distintas (Figura 17). A abundância de bactérias decai, de forma gradual, na plataforma até a isóbata de 150m (Figura 17A), voltando a aumentar no talude superior (400m) e com redução significativa no talude inferior (2.500 e 3.000m).

No caso dos foraminíferos, as reduções de abundância mais expressivas também ocorrem a partir da quebra da plataforma (150m), mas sua abundância continua decaindo e uma expressiva redução ocorre também no talude inferior (Figura 17B). A nematofauna tem valores significativamente altos na plataforma interna em relação à plataforma média-externa, sendo que as diferenças mais marcantes encontram-se entre a quebra da plataforma e o talude médio-inferior (Figura 17C).

Entre os principais invertebrados da macrofauna, o perfil batimétrico esperado se modifica bastante (Figura 17 D, E e F), sendo que os grupos dos crustáceos e dos moluscos apresentam picos de abundância no início do talude médio (700 m) e talude superior (400m), respectivamente. No caso dos crustáceos, a plataforma interna (25m), ao contrário do esperado, apresenta valores inferiores aos da plataforma média-externa, principalmente, em função da menor abundância de anfípodes e tanaidáceos. Os poliquetas apresentam o perfil esperado, com destaque para três zonas batimétricas distintas, como a plataforma interna-média, talude superior-médio e talude inferior. Em todos os grupos, de forma geral, o talude inferior apresenta abundâncias significativamente diferentes das outras faixas batimétricas.

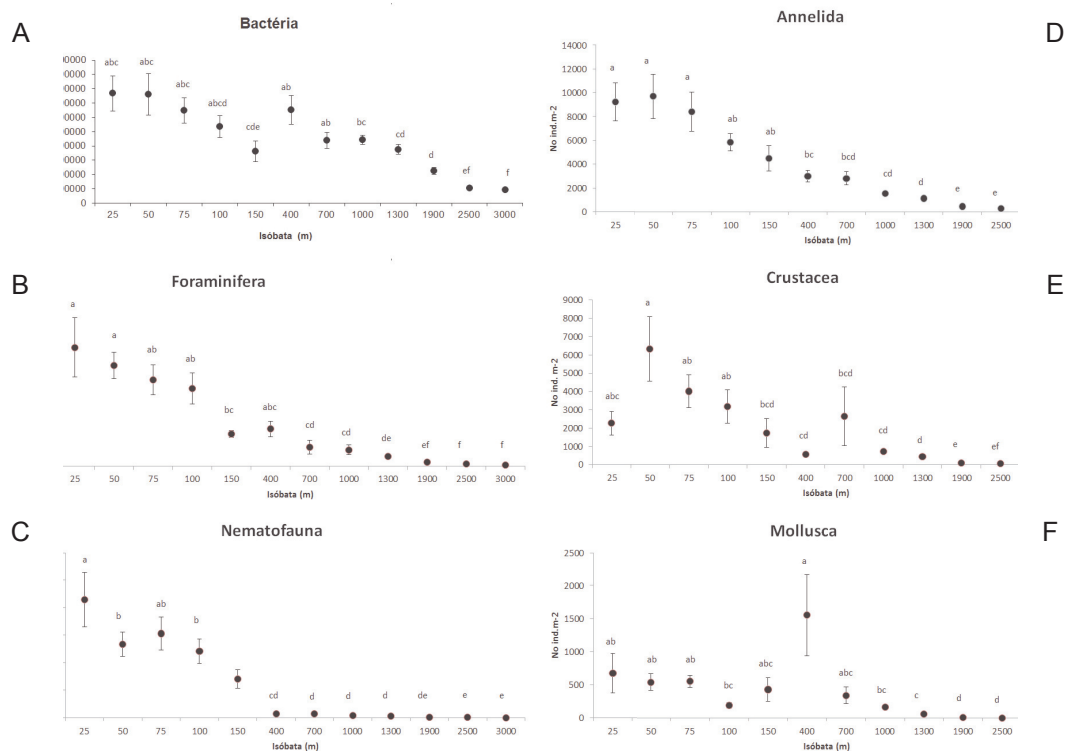


Figura 17 - Densidade (média \pm Erro Padrão) dos principais grupos de organismos bentônicos. A - Bactérias, B - Foraminíferos, C - Nematofauna, D - Annelida, E - Crustacea e F - Mollusca. Letras diferentes sobre as médias indicam valores estatisticamente diferentes (ANOVA unifatorial, $p < 0,05$).

Em termos de abundância relativa, todos os grupos apresentaram mudanças expressivas nas dominâncias a partir da quebra da plataforma (150 m) e talude superior (400 m) ou no talude inferior-Platô de São Paulo (2.500 e 3.000 m) (Figura 18). A proporção de espécies aglutinantes e porcelanáceos aumenta a partir do talude superior (Figura 18 A), com a presença de espécies do gênero *Bolivina* e *Bulimina*, além de *Adercotryma glomerata* e *Uvigerina peregrina*, indicadoras de fluxo de carbono orgânico (Martinez *et al.*, 1999, Burone *et al.*, 2010). Para nematofauna, o aumento da abundância com a profundidade ocorre em relação aos gêneros *Thalassomonhystera*, *Acantholaimus* e *Desmocolex* (Figura 18B).

No geral, a macrofauna é dominada por poliquetos em todas as isóbatas, com uma maior contribuição de moluscos a 400 m e de crustáceos a 700 m (Figura 18C). Mas em relação aos principais grupos de macrofauna, as mudanças mais expressivas ocorrem no talude superior, com redução da dominância dos poliquetos carnívoros da Família Syllidae e o aumento gradual das Famílias Spionidae e Cirratulidae em direção ao talude inferior (Figura 18D). Também pode ser observada uma alternância na dominância entre ordens de Crustacea, com a predominância de anfípodes sobre a plataforma continental, enquanto tanaidáceos dominam no talude (Figura 18E). A mesma inversão ocorre com os gastrópodes dominando a plataforma e os bivalves protobrânquios dominando o talude, com destaque para a inexpressiva presença de aplacóforos na plataforma interna e ausência no talude inferior (Figura 18F).



Figura 18 - Distribuição batimétrica da abundância relativa dos principais grupos bentônicos do sedimento na Bacia de Campos. A - Foraminíferos; B - Principais gêneros de Nematofauna; C - Macrofauna; D - Famílias de Polychaeta; E - Ordens de Crustácea; F - Classes de Mollusca.

Em termos de composição de espécies de foraminíferos e macrofauna (Figura 19), foi constatada uma nítida zonação em faixas batimétricas bem distintas: plataforma interna (25 m), plataforma média-externa (50-150 m), talude superior-médio (400-1900 m) e talude inferior, incluindo as áreas do platô de São Paulo (2.500-3.000m)

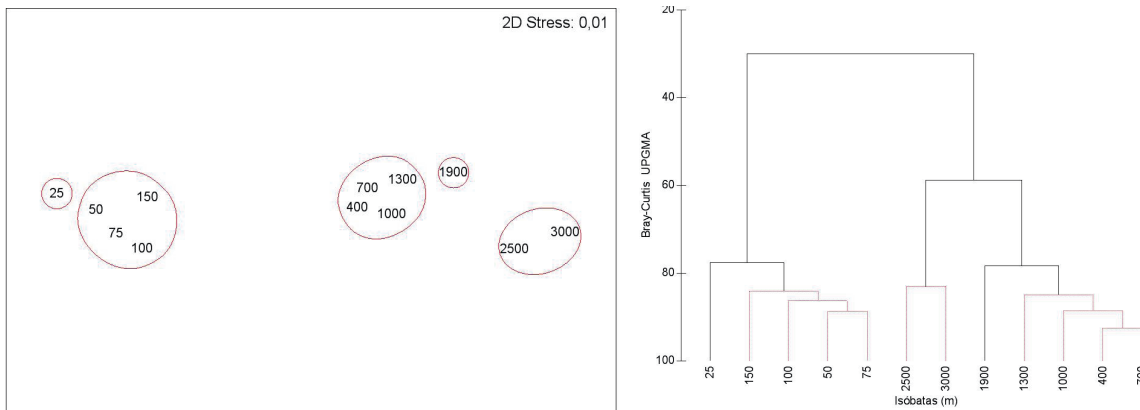


Figura 19 - Diagrama de MDS e análise de agrupamento das isóbatas com base em dados de presença e ausência de foraminíferos e macrofauna. Os grupos em destaque no MDS e análise de agrupamento foram identificados pela análise SIMPROF do Primer 6.0.

O padrão de zonação é evidenciado pelas se distribuições verticais dos principais táxons de organismos bentônicos (Figuras 20 e 21). Espécies exclusivas de plataforma (até 150m de profundidade) são encontradas em todos os grupos biológicos. Para os Nematoda, dois gêneros (*Spirina* e *Comesa*) tiveram, no presente estudo, sua distribuição restrita à plataforma e ao talude superior. Da mesma forma, existem espécies exclusivas de talude, tanto considerando organismos unicelulares, foraminíferos, como os metazoários da macrofauna (poliquetos, crustáceos e moluscos). Entretanto, espécies euribáticas são mais comuns no talude, como o foraminífero *Reophax spiculotestus*, o crustáceo *Leptophoxoides marinus*, os poliquetos *Paramphinome posterobranchiata* e *Prionospio fauchaldi* e o bivalve *Mendicula ferruginosa* com maior mudança nas populações de espécies ocorrendo entre a quebra de plataforma e o início do talude superior (150-400 m) e com a presença de um maior número de táxons ocorrendo entre 400-600 m (Figuras 20 e 21). Dentre todos os grupos, os moluscos apresentam a maior mudança faunística, com populações bem distintas de plataforma e talude e com a menor proporção de espécies euribáticas.

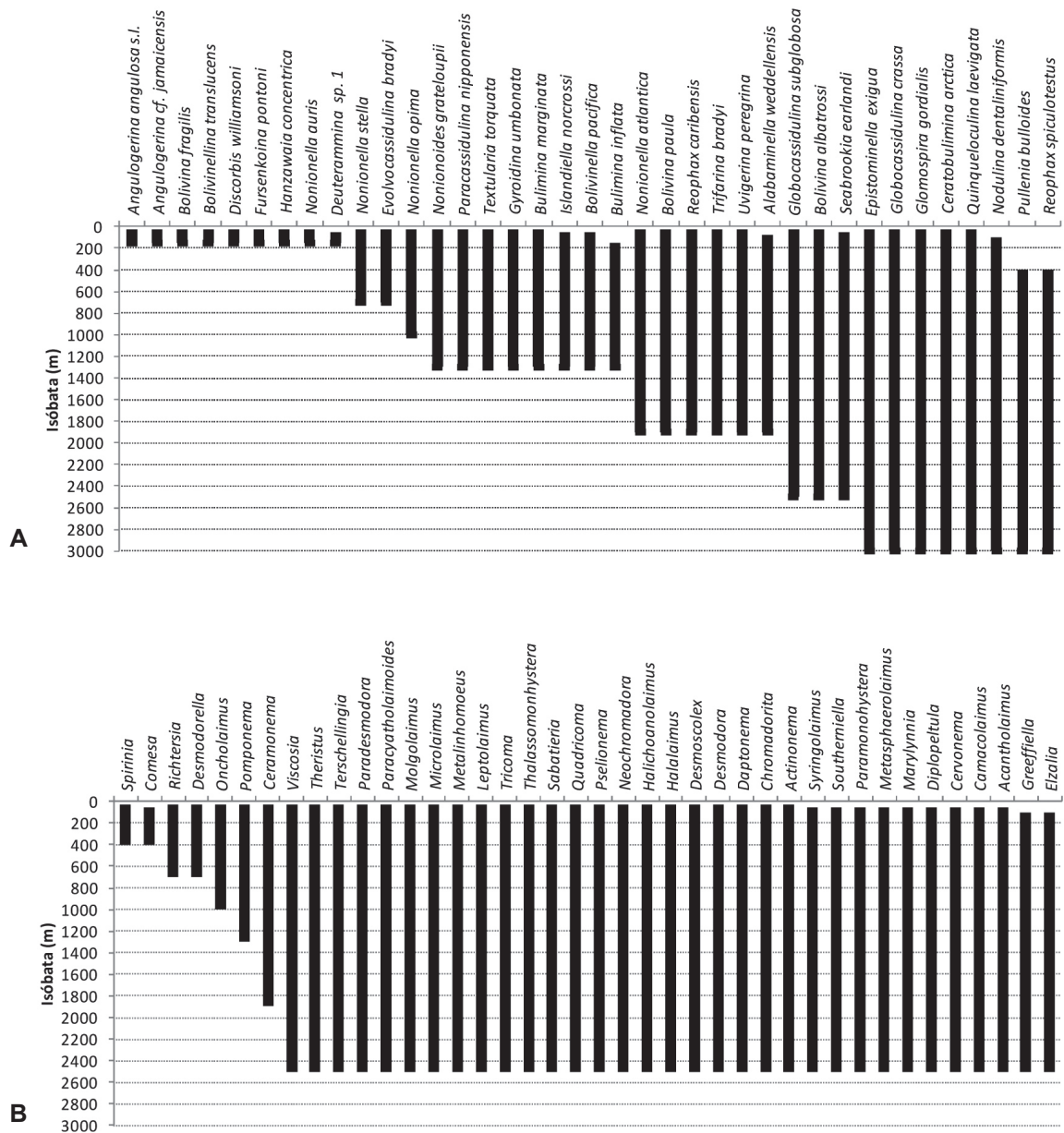


Figura 20 - Distribuição batimétrica das espécies mais frequentes e comuns de foraminíferos (A) e dos gêneros de Nematoda (B) encontrados no sedimento da margem continental da Bacia de Campos.

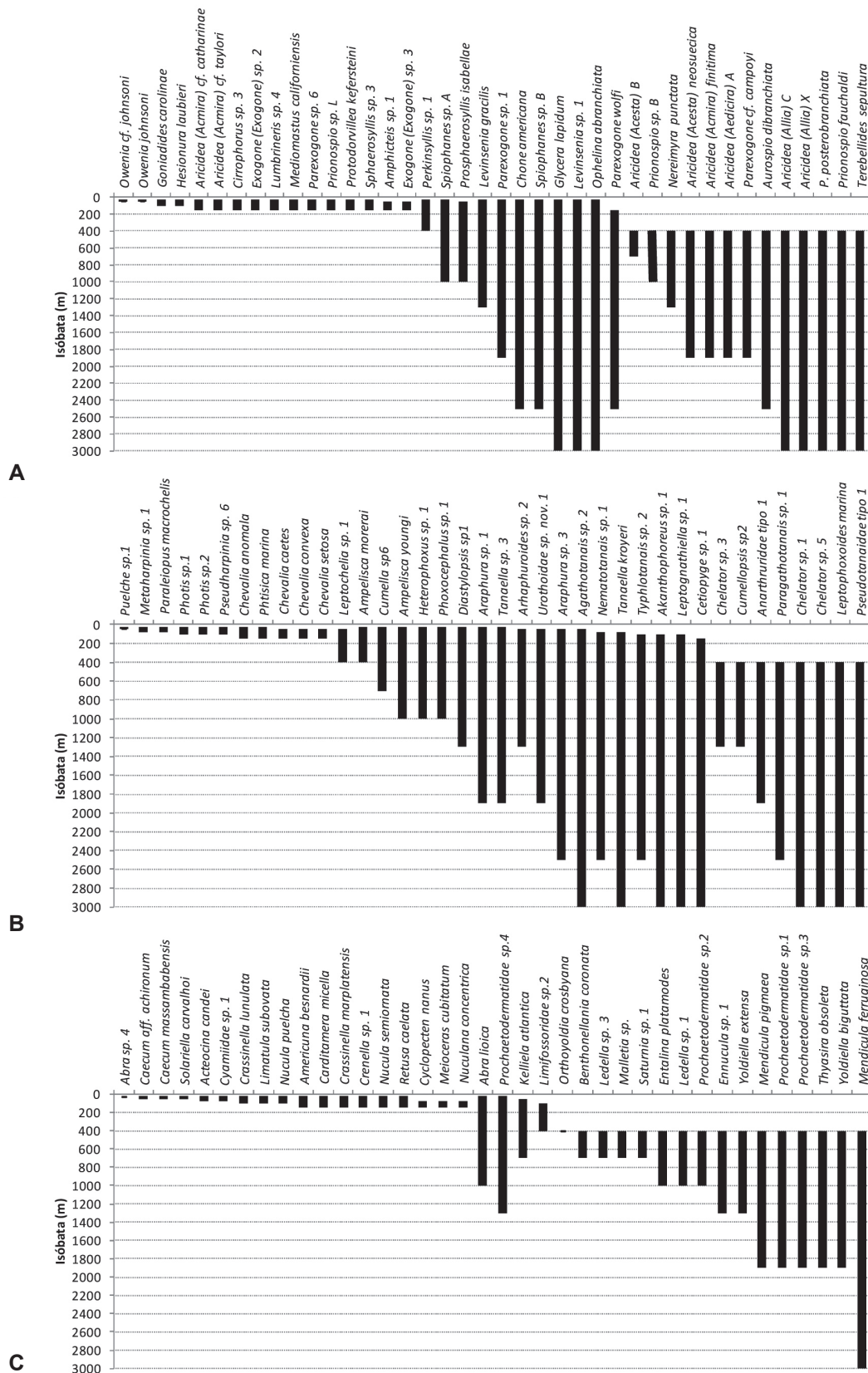


Figura 21 - Distribuição batimétrica das espécies mais frequentes e comuns de Annelida (A); Crustacea (B) e Mollusca (C) da macrofauna de sedimento encontrada na margem continental da Bacia de Campos.

Discussão

Os diferentes componentes bentônicos de substrato inconsolidado analisados no presente estudo (bactérias, foraminíferos, nematofauna e macrofauna) apresentaram uma distribuição espacial heterogênea na margem continental da Bacia de Campos, principalmente relacionada a variações quanto ao tipo de fundo, à disponibilidade e qualidade de matéria orgânica e à batimetria.

As densidades de todos os grupos bentônicos (bactérias, foraminíferos, nematofauna e macrofauna) foram significativamente correlacionadas entre si no talude, sendo que o mesmo não ocorreu na plataforma, onde apenas a abundância de bactérias e foraminíferos foi correlacionada significativamente com a macrofauna.

Correlações positivas entre a abundância dos grupos de macrofauna, meiofauna, foraminíferos e bactérias costumam ser comuns (Kroncke *et al.*, 2000, Flach *et al.*, 2001, Aller *et al.*, 2002), indicando que os grupos respondem preferencialmente às características do ambiente e com menor intensidade às relação interespecíficas, como interações alimentares ou competição. Entretanto, a forte relação no talude entre foraminíferos e bactérias com a nematofauna sugere que a alça microbiana, assim como disponibilidade de alimento, pode ter um papel importante nesse ambiente (Kroncke *et al.*, *op. cit.*).

A correlação entre abundância de bactérias e de macrofauna sugere que as bactérias sejam recurso alimentar primário para a macrofauna, e não a nematofauna como seria esperado dentro do modelo de três níveis tróficos proposto para comunidades bentônicas de fundos sedimentares (Ambrose, 1984). Neste caso, a macrofauna e nematofauna seriam competidoras na exploração de recursos alimentares tais como matéria orgânica associada ao sedimento assim como as bactérias (ver capítulos 5 e 6 deste volume).

Já no caso da plataforma, os grupos de organismos bentônicos parecem responder de forma menos nítida às variações das características ambientais e às interações biológicas, tendo estas últimas um papel mais relevante na determinação da abundância de cada grupo do que no talude.

A plataforma continental da Bacia de Campos apresenta como características ambientais mais marcantes, um fundo constituído por sedimentos arenosos, lamosos e carbonáticos, formando um verdadeiro mosaico sedimentar. Os três componentes bentônicos (macrofauna, foraminíferos e nematofauna), analisados neste trabalho, mostram um padrão de distribuição espacial muito similar, com a identificação de distintas

associações faunísticas relacionada ao tipo de sedimento, batimetria e teor de matéria orgânica. Diferenças entre as regiões norte e sul da plataforma interna foram evidenciadas em todas as análises, sendo mais marcantes em alguns grupos. Em geral, foi possível identificar três regiões ecologicamente distintas: (I) a plataforma interna com predomínio de sedimentos arenosos siliciclásticos; (II) uma zona associada à ressurgência costeira de Cabo Frio, com lamas siliciclásticas e enriquecimento orgânico derivado de produção primária e (III) a plataforma média e externa, onde ocorrem os teores mais altos de carbonato com baixo teor de matéria orgânica. Os sedimentos são muito variáveis, incluindo lama na porção mais ao sul da Bacia de Campos, areias e amplas áreas carbonáticas na porção média, principalmente constituída de bioclastos oriundos de rodólitos (Figueiredo Jr *et al*, 2013). A consistência na distinção entre esses habitats identificados para cada grupo bentônico estudado (foraminíferos, nematofauna e macrofauna) foi confirmada também pelos resultados obtidos pela análise de agrupamento que utilizou uma matriz biológica única, revelando a existência de áreas diferentes nas suas características ambientais.

Como exemplo da forte relação das espécies com o tipo de sedimento, encontra-se, no setor sul da plataforma interna, espécies típicas de sedimento lamoso e de áreas de ressurgência. Como relatado anteriormente, este setor é constituído de sedimento fino, com elevadas concentrações de silte e argila e valores mais altos de enriquecimento orgânico (Figueiredo Jr *et al*, 2013). Sedimentos lamosos apresentam boa capacidade de adsorver matéria orgânica, influenciando a estrutura e o hábito alimentar da fauna (Gray e Johnson, 1988; Arasaki *et al.*, 2004), com o predomínio de espécies detritívoras. Destacam-se, nesta região, as espécies de foraminíferos *Alabaminella weddellensis* e *Epistominella exigua*, tipicamente associadas a pulsos de fitodetrimento (Ohkushi & Natori, 2001; Abu-Zied *et al.*, 2008). Com relação à nematofauna, observa-se a predominância dos gêneros *Sabatieria* e *Terschellingia* (capítulo 5, neste livro). E na macrofauna, predominam as espécies de poliquetas *Paraprionospio tamaii*, *Mediomastus californiensis*, e os anfípodes do gênero *Photis* e *Diastylopsis* encontradas exclusivamente em sedimento lamoso (capítulo 6, neste livro).

A presença de espécies indicadores de enriquecimento orgânico, no sul da Bacia de Campos (grupo II) e também no Cabo de São Tomé, é coerente com as diferenças de produtividade primária pelágica em decorrência da intrusão da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), tanto no inverno como no verão (volume Meteoceanografia desta série), exercendo uma forte influência sobre essas associações faunísticas bentônicas

de plataforma. Como documentado em outros trabalhos, a ressurgência de Cabo Frio é de extrema importância para a região sudeste, influenciando a estrutura e o grupo trófico predominante das associações bentônicas (Pires-Vanin *et al.*, 1997; Mahiques *et al.*, 2005).

Já no setor da plataforma média e externa, principalmente entre as profundidades de 75 e 100 metros (grupo III), observa-se uma maior heterogeneidade de sedimento com a presença simultânea de espécies com distribuição mais ampla. A macrofauna e os foraminíferos apresentaram associações faunísticas que discriminaram, de forma semelhante, grupos de estações que evidenciavam as variações nos teores de carbonato e de cascalho presentes no sedimento, com os maiores valores de riqueza de macrofauna e foraminíferos nas estações mais ao norte (transectos H e I). Os foraminíferos apresentam, neste setor, um maior percentual de espécies calcário-porcelânicas, com a presença expressiva de espécies dos gêneros *Amphistegina* e *Laevipeneroplis* que indicam um ambiente mais carbonático (capítulo 4 deste livro). Já a nematofauna não possibilitou esta discriminação de associações faunísticas em sedimentos mais heterogêneos, provavelmente em consequência do nível de refinamento taxonômico atingido (identificações em nível de gênero).

Geralmente, a heterogeneidade ambiental propicia a formação de um número maior de nichos, criando um complexo sistema de interações biológicas que se refletem no aumento da riqueza (Mac Arthur & Wilson, 1967). Estudos recentes encontraram valores de diversidade mais altos, tanto da megafauna quanto da macrofauna, em fundos compostos por substratos mistos, indicando que a heterogeneidade propicia uma elevada biodiversidade local (Williams *et al.*, 2010; Buhl-Mortensen *et al.*, 2012). Na Bacia de Campos, a macrofauna apresentou, na plataforma média e externa, os maiores valores de riqueza relativa, principalmente nas regiões central e norte, que são caracterizadas mais fortemente como um mosaico sedimentar. Nestas regiões, os foraminíferos apresentaram uma riqueza similar à registrada na parte sul da bacia, entre as isóbatas de 75 e 100 m.

No talude continental, a heterogeneidade ambiental em termos sedimentológicos ocorreu, basicamente, no talude superior e médio, onde a região central apresentou sedimentos areno-lodosos litoclásticos resultantes de processos hidrodinâmicos que envolvem a remobilização das areias relíquias da plataforma continental externa e sua distribuição sobre o talude, por ação das correntes de contorno (volume Geologia e Geomorfologia desta série). O mesmo ocorre para topografia, onde o talude na região

central é mais côncavo e menos inclinado que ao norte e ao sul, o que pode interferir na retenção de material orgânico, reduzindo sua disponibilidade para as regiões mais profundas, em função de um menor transporte advectivo. Apesar disso, poucas foram as evidências de que essas diferenças topográficas ou sedimentológicas afetaram sobremaneira a estrutura da biota bentônica, visto que as associações faunísticas se destacaram principalmente em função da batimetria, em todas as análises realizadas. De fato, a maior parte do talude apresenta um sedimento composto basicamente por lamas, variando principalmente em termos de teores de carbonato. Entretanto, essas diferenças regionais da Bacia de Campos, encontradas na topografia, sedimento e matéria orgânica do talude superior e médio, podem explicar a maior heterogeneidade espacial das associações faunísticas, como o predomínio, na região sul, de moluscos a 400 m ou dos tanaidáceos a 700 m, assim como a maior riqueza relativa no talude superior das regiões sul e norte.

Com relação às variações de associações de espécies em função da profundidade, a plataforma foi diferenciada em duas áreas principais: plataforma interna até 50 m e uma plataforma média-externa, entre 75 e 150 m. Em diversas regiões geográficas, diferenças entre as associações bentônicas também são observadas entre áreas mais rasas plataforma continental quando comparadas às mais profundas (Schröder-Adams *et al.*, 2008; Hayward *et al.*, 2010). De uma forma geral, estas diferenças são atribuídas às variações mais acentuadas e frequentes dos parâmetros físico-químicos e hidrodinâmicos nas áreas mais rasas, propiciando o estabelecimento de espécies menos especializadas que suportam melhor as constantes variações ambientais.

Nas áreas mais rasas, o maior aporte continental de nutrientes, que pode estar relacionado às atividades antrópicas, comumente promove o aumento de algumas espécies oportunistas (Alve, 1995; Mojtahid *et al.*, 2009). Os foraminíferos registrados na plataforma interna, *Ammonia tepida*, *Ammonia parkinsoniana* e várias espécies do gênero *Bolivina*, além de espécies do gênero *Criboelphidium*, são conhecidos por suportar fortes variações ambientais (capítulo 4, neste livro). Também neste sentido, podemos destacar na comunidade macrofaunística as espécies de poliquetas *Hesionura laubieri*, *Salvatoria* sp. 1, *Protodorvillea kefersteini* e o molusco *Caecum aff. achironum* (capítulo 6, neste livro).

Em termos hidrodinâmicos, a plataforma interna e média da Bacia de Campos está sob maior influência da ação de ondas, sendo que na plataforma externa, a partir de 100 m de profundidade, a ação da Corrente do Brasil começa a predominar, com mobi-

lização de sedimentos finos para a fácies carbonática no sentido N-NE (DellaGiustina, 2006 e volumes de Geologia e geomorfologia desta coleção). A presença de espécies de foraminíferos indicadores de forte corrente de fluxo, como é o caso de *Globocassidulina subglobosa* (Schmiedl *et al.* (1997) e de *Globocassidulina canalisuturata* (capítulo 4, neste volume), reforça a evidência de um maior grau hidrodinâmico nesta região.

Em relação ao talude, a variação batimétrica dos fatores ambientais, tais como a concentração de carbonatos e de matéria orgânica lábil determinou, de forma significativa, a separação do talude superior do talude inferior e da região do Platô de São Paulo. As mudanças mais marcantes na composição faunística ocorrem entre a quebra da plataforma (150 m) e o talude superior (400 m) e entre 1.300 e 2.500 m de profundidade. Espécies euribáticas foram mais comuns entre as espécies exclusivas do talude do que da plataforma, como o foraminífero *Reophax spiculotestus*, o crustáceo *Leptophoxoides marinus*, os poliquetos *Paramphinome posterobranchiata* e *Prionospio fauchaldi* ou o bivalve *Mendicula ferruginosa*, sendo que o maior *turnover* de espécies ocorreu na quebra de plataforma e início do talude superior (150-400 m) e com maior número de espécies entre 400-600 m. Essa zonação da fauna bentônica, no talude, tem sido observada em outras regiões (ver Carney, 2005), com os limites batimétricos de mudanças faunísticas, geralmente, ocorrendo na zona de transição da plataforma e talude superior (300 e 500 m), no talude médio (1.000 m) e entre este último e o talude inferior (2.000-3.000 m).

Os fatores responsáveis por esse padrão ainda não estão totalmente esclarecidos, mas as variações nas massas de água (em especial no que tange a temperatura) e no fluxo de detritos pelagiais têm sido destacados como os principais responsáveis pela zonação do macrobentos e do megabentos em regiões de talude (Carney, 2005; Wei *et al.*, 2010). Já no caso de organismos menores, como os foraminíferos bentônicos, a produtividade primária da coluna de água também seria um dos principais fatores responsáveis pelas mudanças nas associações desses organismos na plataforma e talude superior no sudeste brasileiro (Burone *et al.*, 2011). Com exceção da região de quebra de plataforma-talude superior, que representa um dos limites faunísticos comuns na maior parte das margens continentais, as demais zonas possuem limites que variaram regionalmente. Menot *et al.* (2010) sugerem que características e processos locais são preponderantes na determinação de regiões com maior ou menor uniformidade na composição faunística. Entretanto, a zonação da biota no talude da Bacia de Campos parece estar fortemente ligada às condições hidrodinâmicas junto ao fundo, sendo que

estas variam expressivamente ao longo do talude (Mello & Sousa *et al.*, 2006) e não somente com a disponibilidade de alimento que atinge o fundo oceânico.

Com relação à abundância dos principais organismos bentônicos, a tendência à diminuição da densidade com a profundidade foi mais evidente para a macrofauna, nematofauna e foraminíferos do que para as bactérias, principalmente entre a quebra da plataforma e o talude superior da Bacia de Campos. Esse padrão já é bem documentado na literatura, principalmente, para as comunidades da macrofauna e da megafauna (Levin *et al.*, 2001; Rex *et al.*, 2006; Mac Arthur *et al.*, 2009). Por serem mais vulneráveis à baixa disponibilidade de energia, comum nas regiões mais profundas, a abundância dos organismos de maior porte (como a macrofauna e a megafauna) decresce em taxas mais elevadas em relação à nematofauna, foraminíferos ou bactérias (Rex *et al.*, 2006). A alternância na dominância de espécies ao longo do gradiente de profundidade observada neste estudo tem sido também verificada para os foraminíferos e para a macrofauna (Gage *et al.*, 2000, Carney, 2005; Murray, 2006). As espécies de foraminíferos hialinas características da Plataforma foram substituídas pelas aglutinantes no Talude, que são mais resistentes a corrosão do carbonato pela água de fundo (Mackensen *et al.*, 1995; Schmiedl *et al.*, 1997).

Na macrofauna, a dominância de anfípodes na plataforma é gradualmente substituída pela dominância de tanaidáceos, que são organismos de menor porte e com conseqüente menor demanda energética (Gage & Tyler, 1991). O mesmo ocorre para moluscos, onde a contribuição de gastrópodes reduz em direção ao talude inferior, com a dominância de grupos depositívoros de pequeno porte, como os bivalves protobrânquios, que conseguem sobreviver mesmo com os baixos níveis de matéria orgânica refratária presente nos sedimentos profundos (Allen, 1979).

Na Bacia de Campos, apesar das associações de macrofauna, nematofauna e foraminíferos responderem de forma distinta a fatores ambientais, como a concentração de carbono orgânico, densidade de bactérias e características do sedimento, a resposta da estrutura de comunidade desses grupos para diferenciação de habitats é muito similar, tanto na plataforma quanto no talude. A resposta da comunidade de foraminíferos apresentou grande coerência com o padrão observado para nematofauna e, principalmente, com o da macrofauna.

Contudo, diversos autores sugerem que trabalhos de caracterização e monitoramento ambiental sejam desenvolvidos com a avaliação de múltiplos componentes do sistema bentônico, de forma a prover uma visão mais integrada e complementar das

condições físicas e biogeoquímicas das áreas oceânicas, uma vez que os grupos biológicos distintos possuem diferentes níveis e tempo de respostas (Flach *et al.*, 2002; Gooday, 2002; Garcia *et al.*, 2011). Muitos trabalhos indicam que os foraminíferos respondem rapidamente ao acréscimo de fitodetritos (Gooday & Turley, 1990), enquanto a macrofauna, como determinadas famílias de poliquetas, demoram de dias até meses para este incremento ser identificado nas densidades populacionais. Assim, diferenças no ciclo de vida, tamanho corpóreo, preferência e comportamento alimentar entre as espécies geram distintas respostas em relação às variáveis ambientais, influenciando a composição e abundância de toda a comunidade.

O entendimento sobre a composição, a abundância e a biomassa dos diferentes componentes da endofauna bentônica é também relevante para geração de informações a serem utilizadas em modelos ecossistêmicos. Estes são elaborados como representações simplificadas dos ecossistemas e, dentre outras funções, permitem avaliar e validar o grau de conhecimento adquirido sobre uma determinada região (Christensen & Pauly, 1993; Pauly & Christensen, 2002).

Sendo assim, estudos de todos os componentes bentônicos permitem fornecer, de forma integrada, um retrato completo das condições ambientais da região, dos processos trofodinâmicos e, por consequência, da participação destes nos processos de ciclagem de carbono.

Agradecimentos

Ao Dr. Ilson Silveira, do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, pela cessão dos dados de temperatura e salinidade da água de fundo e ao Dr. Carlos Rezende da Universidade Estadual do Norte Fluminense, pelos dados de carbono orgânico total e sedimentologia. Ao Dr. Sergio Rosso, da Universidade de São Paulo, pelas orientações na análise de dados. Ao Msc. Rodrigo Aluizio, da Universidade Federal do Paraná, pelo suporte nas análises multivariadas apresentadas.

Referências bibliográficas

- Abu-Zied, R. H.; Rohling, E. J.; Jorissen, F. J.; Fontanier, C.; Casford, J.S.L. & Cooke, S., 2008. Benthic foraminiferal response to changes in bottom-water oxygenation and organic carbon flux in the eastern Mediterranean during LGM to Recent times. *Marine Micropaleontology*, VOL. 67, 46–68.
- Albertelli, G.; Covazzi-Harriague, A.; Danovaro, R.; Fabiano, M.; Frascchetti, S. & Pusceddu, A., 1999. Differential responses of bacteria, meiofauna and macrofauna in a shelf area (Ligurian Sea, NW Mediterranean): role of food availability. *Journal of Sea Research*, VOL. 42, 11–26.
- Allen, J. A., ANO??? The adaptations and radiation of deep-sea bivalves. *Sarsia*, vol. 64, 19-27.
- Aller J. Y.; Aller, R. C.; Green, M. A., 2002. Benthic faunal assemblages and carbon supply along the continental shelf/shelf break-slope off Cape Hatteras, North Carolina. *Deep-Sea Research II*, vo. 49, 4599–4625.
- Alve, E., 1991. Benthic foraminifera in sediment cores reflecting heavy metal pollution in Sørfrjord, Western Norway. *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 21(1), 1–19.
- Alve, E., 1995. Benthic foraminiferal responses to estuarine pollution, a review. *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 25 (3), 190-203.
- Ambrose, W.G. 1984. Role of predator infauna in structuring marine soft bottom communities. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 17, 102-115
- Arasaki, E.; Muniz, P. & Pires-Vanin, A. M. S., 2004. A functional analysis of the benthic macrofauna of the São Sebastião Channel (Southeastern Brazil). *Marine Ecology (PSZN)*, vol. 25 (4), 249–263.
- Boaden, P. J. S, 2005. Irish intertidal meiofauna: a modicum of progress. In: Wilson J.G.(Ed.), *The Intertidal Ecosystem: The Value of Ireland's Shores*. Royal Irish Academy, Dublin, 81–99.
- Borja, A.; Muxika, I & Franco, J. 2003. The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. *Marine pollution Bulletin* 46, 835-845.
- Bouchet, V. M. P.; Sauriau, P.-G.; Debenay, J.-P.; Mermillod-Blondin, F.; Schmidt, S.; Amiard, J.-C. & Dupas, B., 2009. Influence of the mode of macrofauna-mediated bioturbation on the vertical distribution of living benthic foraminifera: first insight from axial tomodesitometry. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, vol. 371, 20–33.
-

-
- Buhl-Mortensen, L.; Buhl-Mortensen, P.; Dolan, J.; Danheim, J.; Bellec, V. & Holte, B., 2012. Habitat complexity and bottom fauna composition at different scales on the continental shelf and slope of northern Norway. *Hydrobiologia*, vol. 685, 191-219.
- Burone, L., B.; Sousa, S. H. M.; Mahiques, M. M.; Valente, P.; Ciotti, A. & Yamashita, C., 2011. Benthic foraminiferal distribution on the southeastern Brazilian shelf and upper slope. *Marine Biology*, vol. 158, 159-179.
- Carney, R.S., 2005. Zonation of deep biota on continental margins. *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 43, 211-278.
- Carrassón, M. & Cartes, J. E., 2002. Trophic relationships in a Mediterranean deepsea fish community: partition of food resources, dietary overlap and connections within the benthic boundary layer. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 241, 41–55.
- Christensen, V. & Pauly, D. 1993 (Eds.) *Trophic Models of aquatic ecosystems*. ICLARM. Conf. Proc. 26. 390p.
- Coull, B.C., Chandler, T., 1992. Pollution and meiofauna: field, laboratory and mesocosm studies. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, vol. 30, 191-271.
- Danovaro, R.; Dinet, A.; Duineveld, G. & Tselepides, A., 1999, Benthic response to particulate fluxes in different trophic environments: a comparison between Gulf of Lions–Catalan Sea (Western-Mediterranean) and the Cretan Sea (Eastern-Mediterranean). *Progress in Oceanography*, vol. 44, 287-312.
- Della Giustina, I., 2006. *Sedimentação Carbonática de Algas Vermelhas Coralináceas da Plataforma Continental da Bacia de Campos: Um Modelo Carbonático Análogo Para O Terciário*. Instituto de Geociências – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado.
- Denoyelle, M, Jorissen, F.J., Martin, D., Galgani, F., Miné, J. 2010. Comparison of benthic foraminifera and macrofaunal indicators of the impact of oil-based drill mud disposal. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 60 (11), 2007-2021.
- Duijnste, I. A. P.; Ernst, S. R. & van der Zwaan, G. J., 2003. Effect of anoxia on the vertical migration of benthic foraminifera. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 246, 85–94.
- Flach, E.; Muthumbi, A. & Heip, C., 2002. Meiofauna and macrofauna community structure in relation to sediment composition at the Iberian margin compared to the Goban Spur (NE Atlantic). *Progress in Oceanography*, vol 52, 433-457.
-

-
- Fontanier, C.; Jorissen, F. J.; Chaillou, G.; David, C.; Anschutz, P. & Lafon, V., 2003. Seasonal and interannual variability of benthic foraminiferal faunas at 550 m depth in the Bay of Biscay. *Deep-Sea Research I*, vol. 50, 457–494
- Gage J. D., Lamont P.A., Kroeger K., Paterson G. L. J., Vecino J. L. G., 2000. Patterns in deep-sea macrobenthos at the continental margin: standing crop, diversity and faunal change on the continental slope off Scotland. *Hydrobiologia*. 440, 261-271
- Garcia, C.; Chardy, P.; Dewarumez, J.M. & Dauvin, J. C., 2011. Assessment of benthic ecosystem functioning through trophic web modelling: the example of the eastern basin of the English Channel and the southern bight of the North Sea. *Marine Ecology*, vol. 32 (suppl.1), 72-86.
- Gee, J. M., 1989. An ecological and economic review of the meiofauna as food fish. *Zool. J. Linn. Soc.-Lond.*, vol. 93, 243-261.
- Goldstein, S. T. 1999. Foraminifera: A biological overview. *In*: Gupta, B. K. S (ed.), *Modern Foraminifera*: Kluwer Academic Publishers, Great Britain, p. 37–55.
- Gooday, A. J., 2002. Biological responses to seasonally varying fluxes of organic matter to the ocean floor, a review. *Journal of Oceanography*, vol. 58, 305-332.
- Gooday, A. J.; Nomaki, H. & Kitazato, H., 2008. Modern deep-sea benthic foraminifera: a brief review of their morphology-based biodiversity and trophic diversity. *Geological Society Special Publications*, vol. 303, 97-119.
- Gooday, A. J. & Turley, C. M., 1990. Responses by benthic organisms to inputs of organic material to the ocean floor: a review. *Philosophical Transactions of Royal Society London, Series A*, vol. 331, 119–138.
- Gray, J. S., Clarke, K. R., Warwick, R. M., Hobbs, G., 1990. Detection of initial effects of pollution on marine benthos: an examination from the Ekofisk and Eldfisk oilfields, North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 66, 285-299.
- Gray, J. S., Elliott, M., 2009. *Ecology of marine sediments, from science to management*. Oxford University Press Inc., New York, 225 p.
- Hayward, B. W.; Grenfell, H. R.; Nicholson, K.; Parker, R.; Wilmhurst, J.; Horrocks, M.; Swales, A. & Sabaa, A. T., 2004. Foraminiferal record of human impact on intertidal estuarine environments in New Zealand's largest city. *Marine Micropaleontology* 53, 37-66.
-

-
- Hayward, B. W.; Grenfell, H. R.; Sabaa, A. T.; Neil, H. L & Buzas, M. A. 2011. Recent New Zealand Deep-Water Benthic Foraminifera: Taxonomy, Ecologic Distribution, Biogeography, and Use in Paleoenvironmental Assessment. GNS Sci. Monogr. 36. Lower Hutt, N. Z.: &G.N.S. Sci. 363 p.
- Johnson, N. A.; Campbell, J. W.; Moore, T.S.; Rex, M. A.; Etter, R. J.; McClain, C. R.; Dowell, M. D. 2007. The relationship between the standing stock of deep-sea macrobenthos and surface production in the western North Atlantic. Deep-Sea Research, vol. I, 1350-1360.
- Kroncke, I., Vanreusel, A., Vincx, M., Wollenburg, J., Mackensen, A., Liebezeit, G., Behrends, B. 2000. Different benthic size-compartments and their relationship to sediment chemistry in the deep Eurasian Arctic Ocean. Marine Ecology Progress Series, vol. 199, 31-41.
- Legendre, P., Legendre, L., 1998. Numerical Ecology. Developments in Environmental Modelling, 20, segunda ed. Elsevier, Amsterdam.
- Liu, X. S., Zhang, Z. N., Huang, Y., 2007. Sublittoral meiofauna with particular reference to nematodes in the southern Yellow Sea, China. Estuarine, Coastal and Shelf Science, vol. 71, 616-628.
- Levin, L. A., Etter, R. J., Rex, M. A., Gooday, A. J., Smith, C. R., Pineda, J., Stuart, C. T., Hessler, R. R., & Pawson, D. 2001. Environmental influences on regional deep-sea species diversity. Annual Review of Ecology and Systematics, vol. 32, 51-93.
- MacArthur, R., Wilson, O. E. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton. Paginação??
- Mahiques, M. M.; Bicego, M. C.; Silveira, I. C. A.; Sousa, S. H. M.; Lourenço, R. A.; Fukumoto, M. M. 2005. Modern sedimentation in the Cabo Frio upwelling system, Southeastern Brazilian shelf. Anais da Academia Brasileira de Ciências, vol. 77, 535-548.
- Martins, A. S., 2000. As assembléias e as guildas tróficas de peixes ósseos e cefalópodes demersais da plataforma continental e talude superior do extremo sul do Brasil. Rio Grande: FURG. Tese de Doutorado. 104 pp.
- McArthur, M. A., Brooke, B., Przeslawski, R., Ryan, D. A., Lucieer, V. L., Nichol, S., McCallum, A. W., Mellin, C., Cresswell, I. D., Radke, L. C. 2009. A review of abiotic surrogates for marine benthic biodiversity. Geoscience Australia, Record 2009/42. Geoscience Australia, Canberra. 61pp.
-

-
- Mello e Sousa, S. H., Passos, R. F., Fukumoto, M., Silveira, I. C. A., Figueira, R. C. L., Koutsoukos, E. A. M., Mahiques, M. M., Rezende, C. E., 2006. Mid-lower bathyal benthic foraminifera of the Campos Basin, Southeastern Brazilian margin, Biotopes and controlling ecological factors. *Marine Micropaleontology*, vol. 61, 40-57.
- Menot, L., Sibuet, M., Carney, R. S., Levin, L. A., Rowe, G. T., Billett, D. S. M., Poore, G., Kitazato, H., Vanreusel, A., Galéron, J., Lavrado, H. P., Sellanes, J., Ingole, B. & Krylova, E., 2010. New Perceptions of Continental Margin Biodiversity. In: *Life in the World's Oceans: Diversity, Distribution, and Abundance* (ed A. D. McIntyre), Wiley-Blackwell, Oxford, UK, pp. 79-102
- Mojtahid, M.; Jorissen, F.; Durrieu, J.; Galgani, F.; Howa, H.; Redois, F. & Camps, R., 2006. Benthic foraminifera as bio-indicators of drill cutting disposal in tropical east Atlantic outer shelf environments. *Marine Micropaleontology*, vol. 61 (1/3), 58–75.
- Mojtahid, M., Jorissen, F., Lansard, B., Fontanier, C., Bombled, B., Rabouille, C., 2009. Spatial distribution of live benthic foraminifera in the Rhône prodelta: faunal response to a continental-marine organic matter gradient. *Marine Micropaleontology*, vol. 70 (3-4), 177-200.
- Moodley, L., Middelburg, J. J., Boschker, H. T. S., Duineveld, G. C. A., Pel, R., Herman, P. M. J. & Heip, C. H. R., 2002. Bacteria and foraminifera, key players in a short-term deep-sea benthic response to phytodetritus. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 236, 23-29.
- Murray, J. 2006. *Ecology and Applications of Benthic Foraminifera*. Cambridge, New York, Melbourne: Cambridge University Press, 426p.
- Ohkushi, K. & Natori, H. 2001. Living benthic foraminifera of the Hess Rise and Suiko Seamount, central North Pacific. *Deep-Sea Research I*, vol. 48, 1309-1324.
- Patching, J. W. & Eardly, D., 1997, Bacterial biomass and activity in the deep waters of the eastern Atlantic--evidence of a barophilic community. *Deep-Sea Research*, vol. 44:1655-1670.
- Pauly, D. & Christensen, V. 2002. Ecosystem Models. In: Hart, P.J.B & Reynolds, J.D. *Handbook of fish biology and fisheries*. Vol.2. Chap.10. Blackwell Science Ltd. UK.
- Pearson, T. H., 2001. Functional group ecology in soft-sediment marine benthos: the role of bioturbation. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, vol. 39, 233–267
-

-
- Pires-Vanin A. M. S.; Corbisier, T. N.; Arasaki, E. & Moellmann, A. M.. 1997. Composição e distribuição espaço-temporal da fauna bentônica no canal de São Sebastião. Relatório Técnico do Instituto Oceanográfico, vol. 41, 29-46.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2011. R - a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, URL <http://www.R-project.org>. ISBN 3-900051-07-0
- Rex, M. A.; Etter, R.J .; Morris, J. S.; Crouse, J.; McClain, C. R.; Johnson, N. A.; Stuart, C. T.; Deming, J. W.; Thies, R. & Avery, R., 2006. Global bathymetric patterns of standing stock and body size in the deep-sea benthos. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 317:1-8.
- Schratzberger, M.; Lampadariou, N.; Somerfield, P. J.; Vandepitte, L. & Vanden Berghe, E., 2009. The impact of seabed disturbance on nematode communities: linking field and laboratory observations. *Marine Biology*, vol. 156, 709-724.
- Schröder-Adams, C. J.; Boyd, R.; Ruming, K. & Sandstrom, M. 2008, Influence of sediment transport dynamics and ocean floor morphology on benthic foraminifera, offshore Fraser Island, Australia, *Marine Geology* 254, 47–61.
- Schmiedl, G.; Mackensen, A. & Muller, P.J., 1997. Recent benthic foraminifera from eastern South Atlantic Ocean, Dependence on food supply and water masses. *Marine Micropaleontology*, vol. 32, 249–287.
- Schwinghammer, P., 1981. Characteristic size distributions of integral benthic communities. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 38(10), 1255-1263.
- Suhr, S. B.; Alexander, S. P.; Gooday, A. J.; Pond, D. W. & Bowser, S. S., 2008. Trophic modes of large Antarctic Foraminifera: roles of carnivory, omnivory, and detritivory. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 371, 155-164.
- Tenore, K. R.; Tietjen, J. H. & Lee, J. J., 1977. Effect of meiofauna in incorporation of aged eelgrass, *Zoostera Marina*, detritus by the polychaete *Nephtys incise*. *J. Fish Res. Bd Can.*, vol. 34, 563-567.
- Vanreusel, A.; Vincx, M.; Schram, D. & Van Gansbeke, D., 1995. On the vertical distribution of the metazoan meiofauna in the shelf break and upper slope habitats of the NE Atlantic. *Internationale Revue gesamten Hydrobiologie*, vol. 80, 313-326.
-

-
- Wei, C.; Rowe G. T.; Hubbard, G. F.†; Scheltema, A. H.; Wilson, G. D. F.; Petrescu, I.; Foster, J. M.; Wicksten, M. K.; Chen, M.; Davenport, R.†; Soliman, Y. & Wang Y., 2010. Bathymetric zonation of deep-sea acrofauna in relation to export of surface phytoplankton production. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 399, 1-14.
- Weissberger, E. J.; Jumars, P. A.; Mayer, L. M. & Schik, L. L., 2008. Structure os a northwest Atlantic Shelf macrofaunal assemblage with respect to seasonal variation in sediment nutritional quality. *Journal of Sea research*, vol. 60:164-175.
- Williams, A.; Althaus, F.; Dunstan, P.; Poore, G. C. B.; Bax, N. J.; Kloser, R. J. & McEnnulty, F. R., 2010. Scales of habitat heterogeneity and megabenthos biodiversity on an extensive Australian continental margin (100 – 1,000 m depths). *Marine Ecology*, vol. 31, 222-236
-

AUTORES – VOLUME V**I. METODOLOGIAS EMPREGADAS NA AVALIAÇÃO BIOLÓGICA DO
COMPARTIMENTO BÊNICO DA BACIA DE CAMPOS**

Responsável Técnico	Venina Pires Ribeiro Ferreira
Instituição	PUC-Rio
Conselho Profissional	CRBio 38288/02
CTF	569350
Assinatura	_____

**II. ABUNDÂNCIA DE BACTÉRIAS E FITOPIGMENTOS NOS SEDIMENTOS DA
PLATAFORMA E TALUDE CONTINENTAL**

Responsável Técnico	Rodolfo Paranhos
Instituição	UFRJ
Conselho Profissional	CRBio 12863/02
CTF	197172
Assinatura	_____

III. FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS NA PLATAFORMA CONTINENTAL

Responsável Técnico	Sibelle Trevisan Disaró
Instituição	UFPR
Conselho Profissional	CRBio 09133/07
CTF	1014639
Assinatura	_____

IV. FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS NO TALUDE CONTINENTAL, PLATÔ DE SÃO PAULO E CÂNIOS

Responsável Técnico	Ana Paula da Costa Falcão
Instituição	Petrobras
Conselho Profissional	CRBio 1572902
CTF	34227
Assinatura	_____

V. MEIOFAUNA DA PLATAFORMA CONTINENTAL, COM ÊNFASE EM NEMATODA

Responsável Técnico	André Morgado Esteves
Instituição	UFPE
Conselho Profissional	CRBio 29244-02
CTF	226571
Assinatura	_____

VI. MEIOFAUNA DO TALUDE CONTINENTAL E CÂNIOS COM ÊNFASE EM NEMATODA

Responsável Técnico	André Morgado Esteves
Instituição	UFPE
Conselho Profissional	CRBio 29244-02
CTF	226571
Assinatura	_____

VII. MACROFAUNA BENTÔNICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL

Responsável Técnico	Ana Paula da Costa Falcão
Instituição	Petrobras
Conselho Profissional	CRBio 1572902
CTF	34227
Assinatura	_____

VIII. MACROFAUNA BENTÔNICA DO TALUDE CONTINENTAL E CÂNIONS

Responsável Técnico	Helena Passeri Lavrado
Instituição	UFRJ
Conselho Profissional	CRBio 32597/02
CTF	99039
Assinatura	_____

IX. COMUNIDADES BENTÔNICAS DOS SUBSTRATOS INCONSOLIDADOS DA PLATAFORMA E TALUDE CONTINENTAL DA BACIA DE CAMPOS: UMA VISÃO INTEGRADA ENTRE SEUS COMPONENTES E SUAS RELAÇÕES COM O AMBIENTE

Responsável Técnico	Helena Passeri Lavrado
Instituição	UFRJ
Conselho Profissional	CRBio 32597/02
CTF	99039
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:
226571	01/11/2013	01/11/2013	01/02/2014
Dados Básicos:			
CPF:	014.029.307-80		
Nome:	ANDRE MORGADO ESTEVES		
Endereço:			
Logradouro:	RUA bambina, 18/102		
N.º:	Complemento:		
Bairro:	BOTAFOGO	Município:	RIO DE JANEIRO
CEP:	22251-050	UF:	RJ
Atividades de Defesa Ambiental:			
Categoria:			
Código	Descrição		
1			
Atividade:			
Código	Descrição		
1			
2			
3			
4			
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>O Certificado de Regularidade não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.</p> <p>O Certificado de Regularidade tem validade de três meses, a contar da data de sua emissão.</p>			
Chave de autenticação		<i>jwe6.vq39.lalu.lkqm</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:
34227	09/12/2013	09/12/2013	09/03/2014
Dados Básicos:			
CPF:	006.025.497-10		
Nome:	ANA PAULA DA COSTA FALCÃO		
Endereço:			
Logradouro:	Monsenhor Magaldi, 238/206		
N.º:	Complemento:		
Bairro:	Ilha do Governador	Município:	RIO DE JANEIRO
CEP:	21940-400	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		
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>O Certificado de Regularidade não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.</p> <p>O Certificado de Regularidade tem validade de três meses, a contar da data de sua emissão.</p>			
Chave de autenticação		662z.nyve.axtj.zjlk	



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:
1014639	11/12/2013	11/12/2013	11/03/2014
Dados Básicos:			
CPF:	659.104.359-49		
Nome:	Sibelle Trevisan Disaró		
Endereço:			
Logradouro:	Centro de Estudos do Mar - UFPR		
N.º:	Complemento:		
Bairro:	Av. Beira Mar s/nº - Balneário de Pontal do Mar	Município:	PONTAL DO PARANA
CEP:	83255-971	UF:	PR
Atividades de Defesa Ambiental:			
Categoria:			
Código	Descrição		
1	5001 - Consultor Técnico Ambiental - Classe 5.0		
Atividade:			
Código	Descrição		
1	7 - Controle da Poluição		
2	12 - Ecossistemas Terrestres e Aquáticos		
3	11 - Gestão Ambiental		
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, 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		nwvc.lp53.dfyp.f829	



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:
569350	13/12/2013	13/12/2013	13/03/2014
Dados Básicos:			
CPF:	074.706.017-75		
Nome:	Venina Pires Ribeiro Ferreira		
Endereço:			
Logradouro:	Rua Marques de São Vicente nº95/bl01/apto602		
N.º:	Complemento:		
Bairro:	Gávea	Município:	RIO DE JANEIRO
CEP:	22451-041	UF:	RJ
Atividades de Defesa Ambiental:			
Categoria:			
Código	Descrição		
1	5001 - Consultor Técnico Ambiental - Classe 5.0		
Atividade:			
Código	Descrição		
1	7 - Controle da Poluição		
2	5 - Educação Ambiental		
3	11 - Gestão Ambiental		
4	2 - Qualidade da Água		
5	8 - Recuperação de Áreas		
6	12 - Ecossistemas Terrestres e Aquáticos		
7	6 - Recursos Hídricos		
8	10 - Auditoria 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		rh6e.mm2q.cqx7.k4vm	



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:
99039	12/12/2013	12/12/2013	12/03/2014
Dados Básicos:			
CPF:	878.643.047-53		
Nome:	HELENA PASSERI LAVRADO		
Endereço:			
Logradouro:	RUA BORDA DO MATO 254/305		
N.º:	Complemento:		
Bairro:	GRAJAÚ	Município:	RIO DE JANEIRO
CEP:	20561-200	UF:	RJ
Atividades de Defesa Ambiental:			
Categoria:			
Código	Descrição		
1	5001 - Consultor Técnico Ambiental - Classe 5.0		
Atividade:			
Código	Descrição		
1	7 - Controle da Poluição		
2	5 - Educação Ambiental		
3	11 - Gestão Ambiental		
4	8 - Recuperação de Áreas		
5	6 - Recursos Hídricos		
6	12 - Ecossistemas Terrestres e Aquáticos		
7	2 - Qualidade da Água		
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>O Certificado de Regularidade não habilita o transporte e produtos e subprodutos florestais e faunísticos.</p> <p>O Certificado de Regularidade tem validade de três meses, a contar da data de sua emissão.</p>			
Chave de autenticação		9ycw.gwgb.gk73.lspr	



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>	

