

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MEIOFAUNA NO ENTORNO DE UMA PLATAFORMA DE PRODUÇÃO DE PETRÓLEO NA BACIA DE SANTOS, NORTE DE SANTA CATARINA

DI DOMENICO, M.¹ & ALMEIDA T.C.M.^{1,2}

¹ Laboratório de Ecologia de Comunidades CTTMar/UNIVALI
maikondidomenico@terra.com.br; ² tito@univali.br

ABSTRACT

Di Domenico, M. & Almeida T.C.M. 2005. Spatial distribution of meiofauna around an oil production platform on Santos basin, north of Santa Catarina. Braz. J. Aquat. Sci. Technol. 9(2):23-32. ISSN 1808-7035. The spatial distribution of meiofauna in the outer continental shelf of Santa Catarina was studied from samples collected around an oil production platform on the south of Santos' Basin. A total of 14 *taxa* were identified. Bivalvia were the most representative in abundance, representing 47.2% of the total of individuals counted, followed by Nematoda (19,1%), Gastropoda (12,1%), Ostracoda (8,3%), Polychaeta (6,7%), and Copepoda Harpacticoida (4,3%). Others groups like Turbellaria, Oligochaeta, Kinorhyncha, Tardigrada, Tanaidacea, Aplacophora, Isopoda Gnathiidae and Acari Halacaridea were also found and represented together 1,8% of the meiofauna sampled. The total density of organisms varied from 49 ind./10 cm² to 2 ind./10 cm². The community structure showed a pattern that decreased density as approaching the oil platform. Different faunal association were identified that one were characterized by the samples collected within 1000 and 3000 m from the platform and low faunal similarity within the samples collected near the oil-well.

Keywords: Meiofauna, Community, Continental Shelf, Oil Production.

INTRODUÇÃO

A meiofauna é constituída pelos organismos com tamanho compreendido entre 0,5 mm e 0,062 mm, podendo variar de 1 mm a 0,032. São representados principalmente por pequenos invertebrados metazoários que desempenham um importante papel nas comunidades bênticas, habitando o ambiente intersticial (Heip *et al.*, 1992; Higgins & Thiel, 1988; Giere, 1993 e Nybakken, 1997), de águas continentais, como rios e lagos (Pennak, 1988; Giere, *op. cit.*), ambientes marinhos e estuarinos (Santos *et al.*, 1996 e Attrill, 2002), como praias arenosas (McLachlan, 1985; Rodriguez *et al.*, 2001 e Brown & McLachlan, 1994), plataforma continental e oceano profundo (Gage & Tyler, 1996, Lalli & Parsons, 1999), ocorrendo também em substratos consolidados, geralmente associados a algas (Gee & Warwick, 1994; Atila *et al.*, 2003).

Diversos estudos demonstraram as complexas relações entre a meiofauna e variáveis ambientais, tais como: as interações com a produção primária bêntica (Nozais *et al.*, 2001; Pace & Carman, 1996; Santos *et al.*, 1995); a cadeia alimentar microscópica (Epstein, 1997; Souza-Santos *et al.*, 1996); a degradação e remineralização da matéria orgânica detrítica (Cartes *et al.*, 2002; Pfannkuche & Soltwedel, 1998) interações com a macrofauna (Debenham *et al.*, 2004; Tita *et al.*, 2000 e Nybakken, *op. cit.*), temperatura, concentração de oxigênio, as características e a composição

geoquímica do sedimento (Armonies & Hellwig-Armonies, 1987; Giere, *op. cit.*; Giere *et al.*, 1988 e Cartes *et al.*, 2002), os processos hidrodinâmicos (Palmer, 1986) e a microtopografia do sedimento (Fleeger & Decho, 1987 e Fleeger *et al.*, 1995).

A meiofauna representa um grande reservatório de material orgânico no compartimento bêntico, podendo possuir uma produtividade por unidade de biomassa maior que da macrofauna (Rudnick *et al.*, 1985). Isto se deve principalmente ao seu pequeno tamanho, alta atividade metabólica, alta taxa de reposição de biomassa, ciclo de vida curto, bem como a sua elevada abundância de indivíduos (Barnes & Hughes, 1995; Hargrave, 1991). Tais características apontam a meiofauna como ideal para ser utilizada como indicador de poluição e de impactos antropogênicos (Giere *op. cit.*; Somerfield & Warwick, 1996), apresentando modificações imediatas na estrutura da comunidade, como: diminuição na abundância, na biomassa, e na diversidade (Herman & Heip, 1988; Somerfield & Warwick, *op. cit.*).

Entre os trabalhos utilizando os organismos da meiofauna se destacam, os monitoramentos ambientais (Mirto & Danovaro, 2004), os testes de toxicidade (Hagopian-Schlekat *et al.*, 2001), o monitoramento de efluentes domésticos e industriais (Oliveira & Soares-Gomes, 2003), a avaliação do impacto das atividades turísticas em praias arenosas (Moelmann & Corsbier, 2003), as atividades de dragagem (Boyd *et al.*, 2000), a

pescaria de arrasto (Schratzberger *et al.*, 2002), à implantação de estruturas artificiais submersas (Danovaro *et al.*, 2002), no monitoramento de ambientes naturais (Li *et al.*, 1997), bem como na avaliação de impacto causado pelas atividades de produção de petróleo com plataformas submersíveis implantadas no oceano, *i.e.* perfuração de poços de petróleo, bombeamento de gás e óleo e água de produção (Clarck, 1996; Peterson *et al.*, 1996; Montagna & Harper, 1996; Soares-Gomes *et al.*, 2000).

Segundo a U.S. Geological Survey's 2000 World Petroleum Assessment a exploração de poços de petróleo na costa brasileira se encontra em franca expansão (USGS, 2000). A região da América Central, América do Sul e o Caribe está classificada como a terceira região no mundo com recursos de petróleo e gás natural não explorado, ficando atrás somente do Oriente Médio e da Rússia. Para a Bacia de Santos o levantamento da USGS (2000) estimou a capacidade de 23 bilhões barris de óleo e de 80 trilhões de pés cúbicos de gás natural, sendo esta Bacia a menos explorada da América do Sul.

O presente estudo teve como objetivo, gerar conhecimentos sobre a composição e estrutura da meiofauna na plataforma continental externa do estado de Santa Catarina (região sul do Brasil), local onde nenhum trabalho foi realizado anteriormente, apesar da crescente relevância no conhecimento da meiofauna para o ecossistema marinho.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo se localiza na plataforma continental externa de Santa Catarina, mais precisamente no norte do estado, numa profundidade média de 150 metros. As amostragens foram realizadas no entorno de uma plataforma de produção semi-submersível, situada na Bacia de Santos, distante cerca de 180 quilômetros da costa, na latitude de 26° 38' S e longitude 46° 52' O (Fig. 1).

Esta região faz parte da plataforma continental Sudeste do Brasil, que é delimitada entre o Cabo Frio (23°S) e o Cabo de Santa Marta Grande (28°40'S).

Segundo Castro Filho (1990), a plataforma externa (PE) se caracteriza por ser pouco afetada por variações sazonais e está sujeita a fenômenos de mesoescala (~ 100 dias), onde ocorre aleatoriamente a penetração de meandros e de vórtices frontais da Corrente do Brasil. A PE estende-se das isóbatas de 40-50 metros até a quebra da plataforma continental, que ocorre entre as profundidades de 150 a 200 metros (Castro Filho, 1990).

A quebra da plataforma é caracterizada pela presença permanente da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), caracterizada por possuir águas com baixa salinidade e baixa temperatura (Matsuura, 1986). Durante o período de verão, também se destaca a maior frequência dos ventos do quadrante N-E que resulta na ressurgência da ACAS, provocando correntes em direção à costa, nas camadas abaixo da termoclina (Castro Filho, 1990 e Carvalho *et al.*, 1998).

Carvalho *et al.* (1998), destaca que o aporte fluvial do Rio Itajaí-Açu pode influenciar as regiões mais profundas da plataforma continental, principalmente durante o período de inverno onde os ventos e correntes que predominam do quadrante sul resultam no transporte de águas superficiais em direção à costa provocando a subsidência desta.

Segundo o Mapa Faciológico dos Sedimentos Superficiais (Projeto REMAC, 1979), a área de estudo caracteriza-se por possuir uma fácies sedimentar retrabalhada desde o Holoceno até o moderno, com domínio carbonático de areia e/ou cascalho de moluscos e foraminíferos bentônicos.

Atividades de Campo e Laboratório

As amostras de meiofauna foram obtidas durante uma operação oceanográfica realizada a bordo de um rebocador adaptado para pesquisa entre os dias 6 e 11 de março de 2003. Foram realizados 3 (três) lançamentos com um "box-corer" com 50 x 50 cm de dimensões em cada estação, totalizando 3 lances por estação, sendo estes sub-amostrados em cada um dos lançamentos (Gage & Tyler, 1996; McIntyre & Warwick, 1984), com o auxílio de um cilindro de PVC com 5 (cinco) cm de diâmetro enterrado a 10 cm de profundidade, correspondendo a uma área amostral total de 19,635 cm². As amostras foram acondicionadas em potes plásticos, etiquetados, e fixados em solução salina de formaldeído a 4%, para posterior lavagem e análise dos organismos em laboratório.

As 19 estações de amostragem ficaram posicionadas em uma circunferência com 3.000 metros de raio, a qual possuía no centro uma plataforma de exploração de óleo. No interior desta foram realizadas amostragem em estações com as seguintes distâncias do centro: 250 metros (estações 1, 2, 4 e 18); 500 metros (estações 3, 5, 6, 7, 10, 14, 15 e 17) 1.000 metros (estações 11, 12, 13, 16 e 19) e 3.000 metros (estações 8 e 9), sendo estas últimas consideradas como controle. Desta forma a área total amostrada foi de 28,3 Km² (Fig. 1).

Os procedimentos laboratoriais utilizados foram adaptados segundo a metodologia proposta por McIntyre & Warwick (1984). Para o exame e contagem da meiofauna, os animais foram extraídos do sedimen-

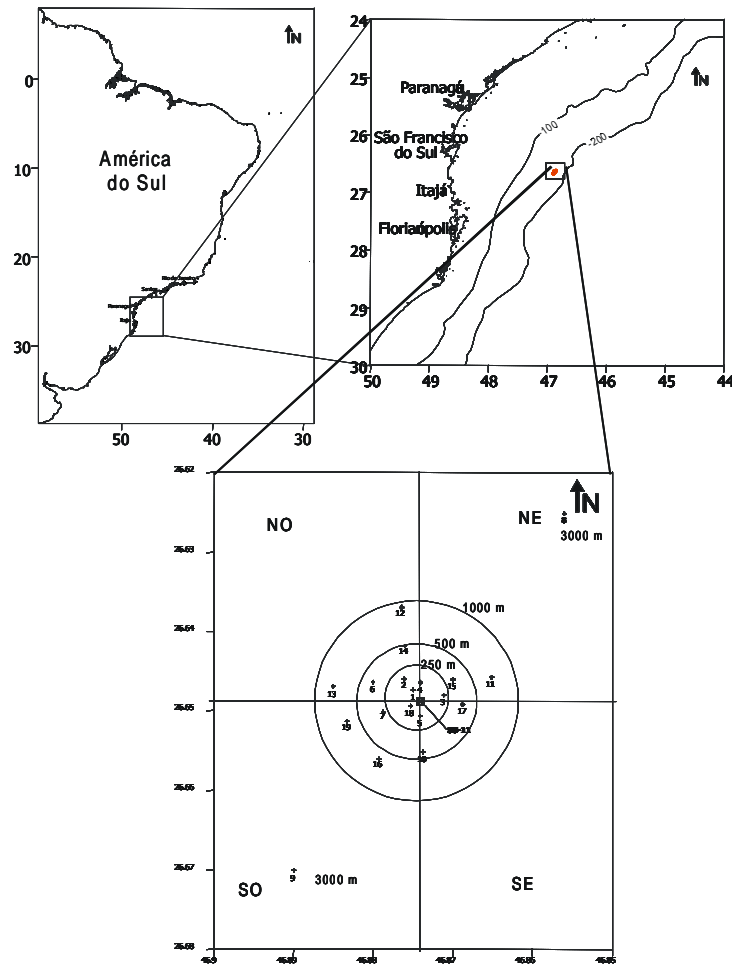


Figura 1 - Localização da área de estudo e distribuição das estações no entorno da Plataforma de Produção, dentro das radiais das Distâncias da poço de exploração (250 m, 500 m, 1000 m e 3000 m), para cada setor geográfico (Sudoeste (SO), Sudeste (SE), Noroeste (NO) e Nordeste (NE)) .

to através de elutriação com água doce. O sedimento dentro de um becker de 1 litro era levemente ressuspensionado na água doce, os organismos de menor densidade que o sedimento boiavam por maior tempo. Dessa forma os organismos eram separados em um jogo de peneiras com 0,5 mm de abertura de malha, para separação da macrofauna e 0,045 mm para a meiofauna.

Realizou-se a classificação e contagem dos organismos da meiofauna no nível taxonômico de filo, classe ou ordem, com auxílio de microscópio estereoscópico com aumento de 45X. Para os organismos de difícil identificação foram confeccionadas lâminas permanentes, conforme metodologia proposta por Somerfield & Warwick (1996) para serem então identificados com auxílio de microscópio de maior aumento.

Os dados abióticos tais como granulometria e teor de matéria orgânica no sedimento foram analisa-

dos e cedidos pelo Laboratório de Sedimentologia do CTTMar/UNIVALI.

Análise dos Resultados

A estrutura da comunidade da meiofauna foi avaliada através do número total de indivíduos (abundância total) e a riqueza de taxa, considerando que a classificação dos indivíduos ficou em níveis taxonômicos superiores (e.g. Filos e Classes). A diversidade taxonômica e o número total de indivíduos podem ser considerados atributos da estrutura de uma comunidade (Ricklefs & Miller, 1999).

Os locais amostrados foram comparados por meio de Análise de Variância (ANOVA) (Underwood, 2001). Para testar a interação dos fatores distância (*i.e.* 250, 500, 1000 e 3000 metros) e setor (*i.e.* NO, Noroeste; NE, Nordeste; SO, Sudoeste; SE, Sudeste), as

estações foram agrupadas conforme sua localização nas radiais no entorno da plataforma de produção (Fig. 1), sendo então aplicada análise de variância bifatorial (Fatorial ANOVA) sobre as estações posicionadas sobre os setores NE e SO, onde ficaram situadas as estações consideradas como controle, a 3000 metros de distância do poço. A homogeneidade das variâncias foi verificada pelo teste de Bartlett sendo os valores transformados para a raiz quadrada, conforme propõe Underwood (2001), a fim de se obter a homoscedasticidade.

A composição faunística nas diferentes Distâncias e Setores foi analisada por meio do escalonamento não paramétrico multidimensional (MDS) aplicado sobre a matriz de dissimilaridade calculada através do coeficiente de Bray-Curtis. A significância das associações foi testada através da análise das similaridades (ANOSIM) (Clarke & Warwick, 1997).

RESULTADOS

Abióticos

A análise sedimentológica demonstrou através do tamanho médio dos grãos (TMG), que a cobertura sedimentar da área total amostrada (28,6 km²) se caracterizou por apresentar uma grande presença de areias finas a muito finas, muito pobremente selecionada a extremamente pobremente selecionada (Tabela 1). Este sedimento ainda apresentou grandes concentrações de material biodetrítico, como conchas e estruturas biológicas carbonáticas refletido pelos altos teores de car-

bonato de cálcio nas amostras de sedimento analisadas.

A concentração de material orgânico no sedimento variou de 8 a 11%, podendo ser considerada alta para a região da plataforma continental, tendo valores como estes encontrados apenas em alguns estuários (Netto e Galluci, 2003) e regiões de ressurgência.

O percentual de carbonato de cálcio no sedimento também se mostrou elevado, com valores entre 64 e 79%. As estações controles (8 e 9), localizadas a 3000 metros do poço de exploração, apresentaram baixos valores da concentração de matéria orgânica e carbonato de cálcio (Tabela 1).

Biológicos

A meiofauna apresentou um total de 14 *taxa*, dentre os quais os mais representativos foram os bivalves, representando 47,2% do total de indivíduos contados, destacando que somente foram considerados os indivíduos que apresentavam pelo menos vestígio de perióstraco, ou seja, foram coletados vivos. Em seguida destacaram-se os nematódeos (19,1%), gastrópodes (12,1%), ostrácodos (8,3%), poliquetos (6,7%), e copépodes harpacticóides (4,3%). Os demais *taxa* identificados, Turbellaria, Oligochaeta, Kinorhyncha, Tardigrada, Tanaidacea, Aplacophora, Isopoda Gnathiidae e Acari Halacaridea, representaram 1,8% do total de indivíduos encontrados nas amostras.

A representatividade dos *taxa* para cada uma das estações demonstrou que os bivalves foram quase sempre os mais abundantes seguidos na maioria das vezes pelos nematódeos. Entretanto, algumas estações

Tabela 1 - Dados ambientais do sedimento para as dezenove estações amostradas. Tamanho Médio de Grão (TMG) em escala phi, grau de selecionamento de grão (Sort), Concentração de Carbonato; Concentração de Matéria Orgânica; Percentual de Cascalho, Areia, Silte, Argila.

Estação	TMG (phi)	% Cascalho	% Areia	% Silte	% Argila	Grau de Selecionamento	% Carbonato	% Matéria Organica
1	2,19	10,80	66,24	6,06	16,89	3,42	69,47	11,11
2	2,64	10,54	63,35	6,23	19,88	3,76	70,46	10,64
3	1,52	12,83	70,26	5,82	11,10	2,96	78,97	9,62
4	2,81	9,96	61,55	8,45	20,04	3,70	70,26	10,62
5	2,38	11,42	63,66	6,34	18,59	3,65	73,00	10,62
6	2,57	12,00	61,33	6,43	20,24	3,90	70,66	11,55
7	3,50	11,83	60,39	1,81	25,97	4,49	72,52	10,63
8	3,03	9,62	59,21	8,50	22,67	3,99	64,11	9,53
9	3,03	9,31	61,21	7,09	22,38	3,96	69,18	8,91
10	2,82	12,00	57,32	8,61	22,06	3,97	70,03	9,21
11	3,17	5,24	60,89	12,32	21,55	3,68	64,47	9,49
12	2,39	8,15	63,50	10,26	18,09	3,43	68,04	10,70
13	2,82	7,29	67,51	4,92	20,28	3,80	72,75	10,38
14	2,03	5,50	75,30	4,03	15,17	3,01	71,85	9,92
15	2,89	11,05	59,69	7,04	22,22	4,02	71,09	9,81
16	2,02	12,58	63,07	8,04	16,31	3,35	71,89	9,28
17	1,81	8,53	70,65	5,22	15,59	3,15	75,80	9,52
18	2,40	9,83	64,90	7,26	18,01	3,47	72,77	9,21
19	2,48	7,08	65,74	8,82	18,36	3,41	71,95	9,55

apresentaram outros taxa como mais representativos (Fig. 2). Na estação 5 (500 metros), os poliquetos e os copépodes harpacticoídeos foram os que apresentaram maior abundância, na estação 7 (500 metros) os nematódeos e os poliquetos e na estação 8 (controle) os nematódeos. Nas estações 3, 4 e 5 (500, 250 e 500 metros) os copépodes harpacticoídeos apresentaram maior representatividade que nas demais estações.

A densidade total de organismos variou de 49,2 indivíduos/10 cm² na estação 8 e 2 indivíduos/10 cm² na estação 4. A riqueza de taxa variou de 10 taxa na estação 17 e 2 taxa na estação 18. Cabe ressaltar que estas densidades e riquezas foram encontradas em amostras individuais destas estações.

Para a densidade total, foram observadas diferenças significativas ($F=20,513$, $p=0,000002$) entre as distâncias. Já entre os setores (NE e SO) e na interação Setor/Distância não foram detectadas diferenças significativas ($F=2,18$, $p=0,12$ e $F=2,92$, $p=0,1$) (Fig. 3).

As estações próximas ao poço, ou seja, aquelas com distâncias de até 500 metros foram as que apresentaram as mais baixas densidades, já aquelas com distância igual ou superior a 1000 metros do poço as que apresentaram as mais altas densidades (Fig. 3).

A diferença significativa encontrada para os setores (NE e SO) ($F=9,0461$; $p=0,0067$), em relação a riqueza de taxa, demonstrou um padrão distinto quanto a essa característica da estrutura da comunidade, sendo então estes analisados separadamente na comparação das distâncias. O setor SO foi o que apresentou a mais baixa riqueza. As distâncias do poço apresentaram assim diferenças significativas para ambos os setores: SO ($F=41,479$; $p=0,000001$) e NE ($F=29,391$; $p=0,000017$). Os valores mais baixos foram encontrados na distância de 250 metros do setor SO, e 500 metros no setor NE (Fig. 4).

O escalonamento não paramétrico multidimensional (MDS), representado pelas dimensões 1 e 2, evidenciou a separação das amostras coletadas a 3000 metros do poço daquelas coletadas a 250 e 500 metros. As amostras coletadas a 1000 metros demonstraram uma tendência a ficarem mais próximas daquelas coletadas a 3000 metros, salvo por algumas poucas que ficaram entre as de 500 e 250 metros. De um modo geral a disposição das amostras nas dimensões 1 e 2 do MDS evidenciou um gradiente na composição da meiofauna em relação às distâncias. O MDS também demonstrou a existência de uma maior variabilidade entre as amostras de uma mesma distância, indi-

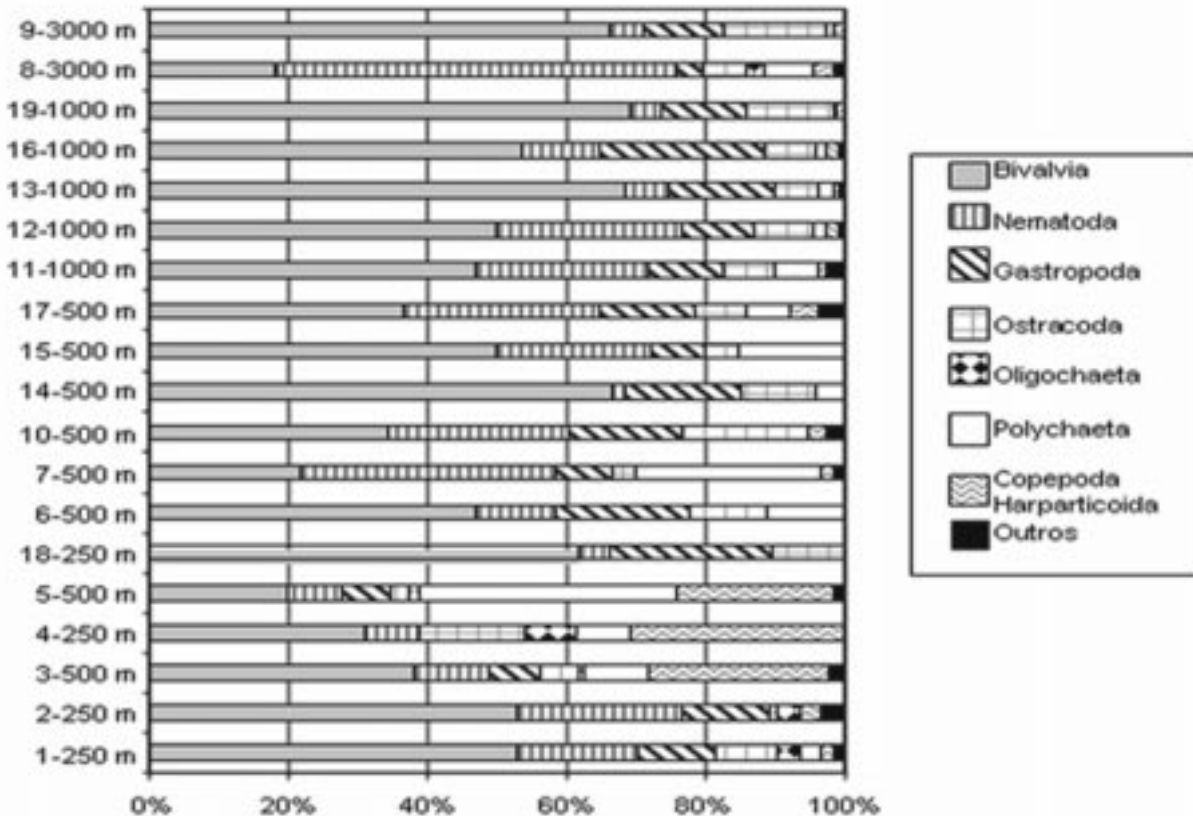


Figura 2 - Representatividade percentual dos principais taxa ocorrentes, segundo suas estações denominadas conforme suas distâncias e setores da plataforma.

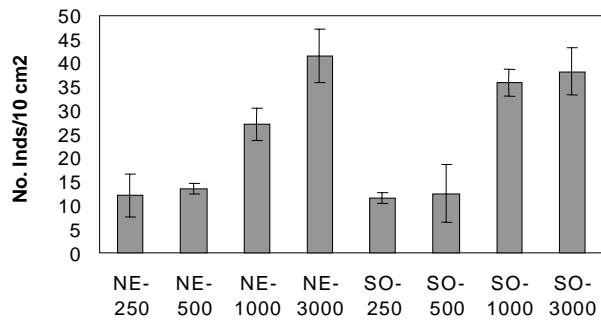


Figura 3 - Média da abundância total em número de indivíduos/10 cm² para todas as estações amostradas e agrupadas pelas suas distâncias (250, 500, 1000 e 3000 metros) e setores da plataforma de produção (NE e SO); barras representando o erro padrão.

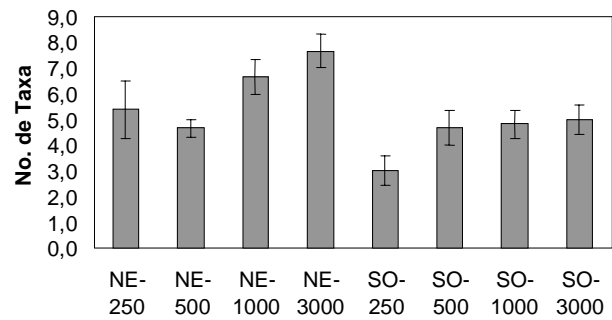


Figura 4 - Média da Riqueza de Taxa/19,36 cm² (área do amostrador) para todas as estações amostradas e agrupadas pelas suas distâncias (250, 500, 1000 e 3000 metros) e setores da plataforma de produção (NE e SO); barras representando o erro padrão.

cando variação na composição faunística em áreas relativamente próximas (Fig. 5).

A análise bi-fatorial hierárquica das similaridades (ANOSIM two-way nested), aplicada para as distâncias dentro dos setores, detectou diferença significativa para o fator distância ($R_{\text{global}} = 0,151$; $p=0,03$) e não detectou diferenças para os setores ($R_{\text{global}} = 0,039$; $p=0,39$). Sendo assim uma nova análise das similaridades (ANOSIM) foi aplicada somente para as distâncias, de forma a se identificar às relações de semelhança entre as distâncias (Tabela 2). A partir do resultado desta análise foi verificado que somente as amostras referentes às distâncias de 1000 e 3000 metros puderam ser agrupadas segundo suas similaridades faunísticas, indicando serem estas constituídas por uma associação. Já as amostras mais próximas ao poço, 250 e 500 metros, apresentaram baixas similaridades entre si, indicando elevada variabilidade na composição meiofaunísticas nas áreas mais próximas do poço.

DISCUSSÃO

Os valores obtidos para a densidade da meiofauna, entre 2 e 49 ind./10 cm², variaram dentro dos valores encontrados para regiões similares a área de estudo, isto é, com profundidades superiores a 100 m, e em regiões subtropicais, que foram entre 4 e 1414 ind./10 cm² segundo trabalhos compilados por Soltwedel (2000) em regiões diferentes do Atlântico Nordeste. Outros dados de densidades encontrados por Rudnick *et al.* (1985) para estas profundidades demonstram valores na ordem de 200 ind./10 cm², variando entre 30 ind./10 cm² na Baía de Bengala, Costa da Índia; 200 ind./10 cm² no Mar do Norte e no Mar Báltico; até 1200 ind./10 cm² também no Mar Báltico, Baía de Bothian. Montagna & Harper (1996) encontraram densidades médias de meiofauna entre 200 e 1050 ind./10 cm² no entorno de três plataformas de exploração

de petróleo localizadas no Golfo do México; Albertelli *et al.* (1999), uma densidade média de 406 ind./10 cm² no Mar Ligúrio, Mediterrâneo; e Cartes *et al.* (2002) densidades médias entre 360 e 1388 ind./10 cm² no Noroeste do Mediterrâneo.

Os valores de densidade encontradas em outros trabalhos demonstraram que as densidades aqui obtidas se apresentaram abaixo dos padrões mundiais observados. Os processos hidrodinâmicos ocorrentes nesta região de quebra da plataforma continental, como a corrente de advecção gerada pela penetração da Água Central do Atlântico Sul sobre a plataforma continental no período de verão (Matsuura, 1986; Castro Filho, 1990; e Carvalho *et al.*, 2001) podem estar influenciando a ocorrência de alguns organismos. Fleeger *et al.* (1995) demonstrou que para os copépodes harpacticóides as correntes com velocidades entre 7 e 8 cm.s⁻¹, não permitem seleção ativa por habitat, influenciando desta forma a distribuição e ocorrência destes indivíduos em ambientes de alto hidrodinâmismo.

Um outro aspecto que deve ser considerado é o levantado por Soltwedel (*op. cit.*) e Rudnick *et al.* (*op. cit.*) a respeito das metodologias utilizadas na separação da meiofauna do sedimento aplicadas para cada estudo, as quais podem acarretar em muita variação nos dados de densidade média. Algumas práticas como a lavagem do sedimento utilizando-se peneiras com malhas de 1000 mm, 500 mm, 250 mm, 125 mm, 63 mm e 42 mm, associado a utilização de corante rosa bengala aumentam a precisão nas estimativas quantitativas da meiofauna (Rudnick *et al.*, 1985; Pfannkuche & Thiel, 1988).

Atualmente muitos autores indicam nos seus estudos quali e quantitativos da meiofauna a utilização de técnicas de flotação ou centrifugação com sílica coloidal (Ludox), principalmente em sedimentos siltosos e argilosa (Pfannkuche & Thiel, 1988; Somerfield & Warwick, 1996). Fleeger *et al.* (1988) e Gage & Tyler (1996) também ressaltam que mesmo sendo o box-

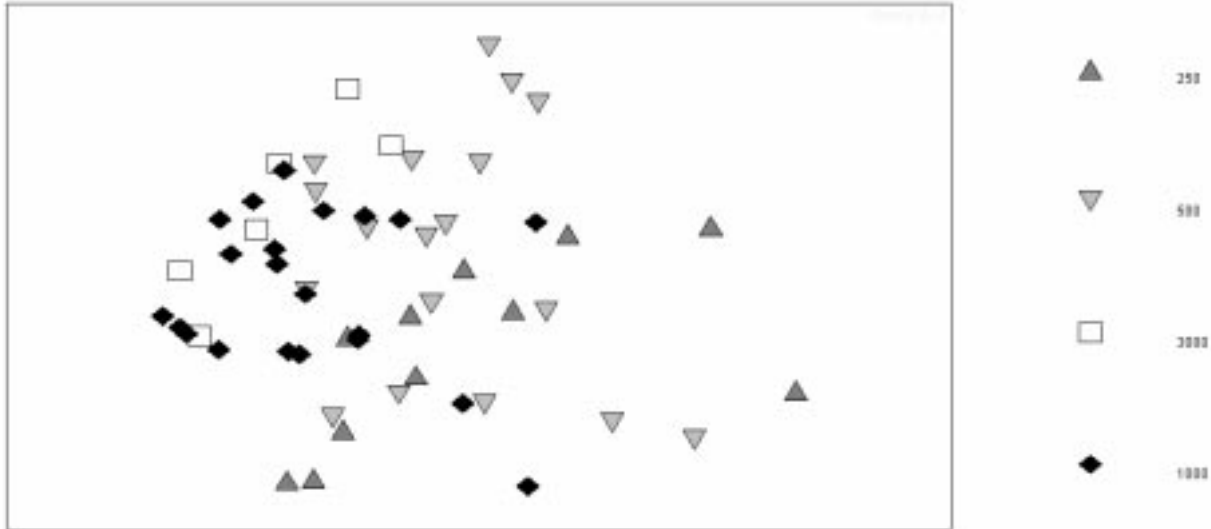


Figura 5 - Diagrama representativo das dimensões 1 e 2 obtidos através do escalonamento não paramétrico multidimensional (MDS) sobre a matriz de composição da meiofauna, com valor de stress = 0,17, para as diferentes distâncias da plataforma de produção (250, 500, 1000 e 3000 metros).

Tabela 2 - Resultados da análise de similaridade (ANOSIM *one-way*), aplicada sobre a composição da meiofauna, considerando as distâncias da plataforma de exploração SS-11 como fator, *i.e.* 250 m, 500 m, 1000 m e 3000 m.

ANOSIM uni-fatorial		
Grupos	R Global	Nível de Significância
Distância	0,233	0,2%
Testes Pareados		
Grupos	R estatístico	Nível de Significância (%)
250, 500	0,136	4
250, 1000	0,335	0,7
250, 3000	0,551	0,1
500, 3000	0,207	4,2
500, 1000	0,183	0,3
3000, 1000	0,191	5,6

corer um bom amostrador para a meiofauna, algumas perturbações nas camadas superficiais são esperadas, podendo desta forma afetar os dados de densidade da meiofauna. Embora a metodologia empregada no presente estudo possa ter sub-estimado os valores de densidade, esta foi aplicada da mesma forma em todas as amostras, validando assim pelo menos o padrão relativo de distribuição da riqueza e da abundância em torno das estações amostradas.

As elevadas abundâncias de bivalves encontradas nas amostras de meiofauna desta região não eram esperadas, uma vez que todas as referências consultadas apontaram os nematódeos como os mais repre-

sentativos, seguidos pelos copepódes harpacticóides (Rudnick *et al.*, 1985; Montagna & Harper, 1996; Albertelli *et al.*, 1999; Soltwedel, 2000; Nozais *et al.*, 2001; Danovaro *et al.*, 2002 e Cartes *et al.*, 2002). Entretanto os bivalves encontrados eram indivíduos juvenis recém recrutados, pertencentes a meiofauna temporária, podendo ser caracterizado como um evento sazonal (Poizat & Arnaud, 1988). Esta alta abundância de bivalves nas amostras está de acordo com o mapa faciológico da superfície sedimentar (Projeto REMAC, 1979), que indica para esta região da plataforma continental, sedimentos superficiais compostos por foraminíferos bentônicos e moluscos.

A composição da meiofauna evidenciou padrões distintos de distribuição espacial para toda a área estudada, sendo possível somente identificar uma associação meiofaunística relacionada às distâncias mais afastadas do poço (entre 1000 e 3000 metros). As distâncias de 250 e 500 metros apresentaram baixa similaridade entre suas amostras, evidenciado pelo grau de afastamento entre si no diagrama representativo da MDS. Segundo Li *et al.* (1997) a comunidade da meiofauna pode variar em escalas de centímetro, metros e quilômetros, sendo que as principais assembléias ocorrem em escala de quilômetros, devido principalmente às características do sedimento. A alta dispersão entre as amostras relativas às distâncias de 250 e 500 metros podem estar indicando um possível efeito da atividade de produção de petróleo sobre a composição meiofaunística, conforme já foi observado por outros autores (Clarke & Warwick, 1997).

Clark (1996) reportou uma profunda redução da fauna bêntica ao longo de 500 metros de poços de exploração de petróleo. Essa redução pode ocorrer por

perturbações geradas na perfuração do poço, atividade na qual é produzido uma lama rica em petróleo e outros óleos lubrificantes, utilizados na lubrificação da broca que perfura o assoalho marinho. Esta lama é disposta nos arredores do poço, resultando assim na mudança da cobertura sedimentar, no enriquecimento orgânico e na produção de elementos tóxicos (i.e. metais) ao longo dos 500 metros do poço de exploração (Clark, 1996; Montagna & Harper, 1996 e Peterson *et al.*, 1996).

Os copépodes harpacticóides e os nematódeos apresentaram padrões distintos dos esperados, que era um incremento da fauna oportunista e menos sensível a tóxicos químicos, como os detritívoros não-seletivos (i.e. poliquetos, oligoquetos e nematódeos) próximo aos locais perturbados, e um declínio na abundância dos organismos mais sensíveis a presença de compostos tóxicos e ao enriquecimento orgânico (i.e. copépodes harpacticóides) (Clarck, 1996; Montagna *et al.*, 1996 e Peterson *et al.*, 1996). Coerente a isto se verificou uma maior abundância de poliquetas intersticiais, principalmente da família Capitellidae, nas estações localizadas até 500 metros do poço.

Os copépodes apresentaram as maiores abundâncias em algumas estações próximas ao poço de exploração e os nematódeos em uma das estações controle. O maior número de nematódeos nas estações controle foi devido a estes indivíduos não serem identificados até o nível de família ou gênero, o que permitiria um agrupamento por grupos funcionais (Montagna & Harper, 1996; Peterson *et al.*, 1996). Os mesmos autores encontraram um incremento de copépodes logo após a perfuração de um poço de petróleo, devido a uma alteração física da cobertura sedimentar.

Albertelli *et al.* (1999) e Cartes *et al.* (2002) encontraram correlações inversas entre a densidade da meiofauna e a concentração de matéria orgânica, devido ao fato da meiofauna depender da presença de matéria orgânica lábil no sedimento, como proteínas, carboidratos e lipídios, que estão geralmente associados ao "input" de fitodetrítos no ecossistema bentônico. Moellmann (1997), encontrou na plataforma interna da região sudeste do Brasil, correlações negativas entre a abundância da meiofauna e a concentração de carbono orgânico no sedimento, relacionando o fato à alta presença de hidrocarbonetos de petróleo nesta região.

Desta forma no presente estudo se verificou que a composição da meiofauna apresentou padrões de distribuição espacial esperados para esta região de quebra da plataforma. As diferenças encontradas entre as abundâncias e a composição da meiofauna podem estar relacionadas à presença da plataforma de produção petróleo, sugerindo assim ser este um possível efeito da atividade de exploração de óleo sobre esta comuni-

dade. Desta forma fica reforçada a utilização desta comunidade no monitoramento e avaliação das alterações decorrentes de exploração e produção petrolífera em solo marinho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Laboratórios de Oceanografia Química, Oceanografia Física e de Sedimentologia do CTTMar/UNIVALI pelos dados ambientais cedidos. Um agradecimento a toda a tripulação do Rebocador Astro Garoupa e a equipe da PETROBRÁS em especial a UN-RIO pelo apoio dado nas coletas e na pesquisa. E aos revisores do artigo, pelas ótimas sugestões e comentários.

REFERÊNCIAS

- Albertelli, G.; Covazzi-Harriague, A.; Danovaro, R.; Fabiano, M.; Frascetti, 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*, 42:11-26.
- Armonies, W. & Hellwing-Armonies, M. 1987. Synoptic patterns of meiofaunal and macrofaunal abundances and specific composition in littoral sediments. *Helgoländer Meeresunters*, 41:83-111.
- Atila, N.; Wetzel, M.A. & Fleeger, J.W. 2003. Abundance and colonization potential of artificial hard substrate-associated meiofauna. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 287:273-287.
- Attrill, M.J. 2002. A testable linear model for diversity trends in estuaries. *Journal of Animal Ecology*, 71:262-269.
- Barnes, R.S.K. & Hughes, R.N. 1995. *An Introduction to Marine Ecology*. 2nd ed. Oxford, Blackwell Science, 351p.
- Brown, A.C. & McLachlan, A. 1994. *Ecology of sandy shores*. Elsevier Science B.V. 2nd ed.
- Cartes, J.E.; Grémare, A.; Maynou, F.; Villora-Moreno, S. & Dinet, A. 2002. Bathymetric changes in the distributions of particulate organic matter and associated fauna along a deep-sea transect down the catalan sea slope (Northwestern Mediterranean). *Progress in Oceanography*, 53:29-56.
- Carvalho, J.L.B.; Schettini, C.A.F. & Ribas, T.M. 1998. Estrutura termohalina do litoral centro-norte catarinense. *Notas Tec. Facimar*, 2:187-197.
- Castro Filho, B.M.C. 1990. Estado atual do conhecimento dos processos físicos das águas da plataforma continental sudoeste do Brasil. *Publicação Aciensp*, nº 71:1-19.

- Clark, R.B. 1996. Marine Pollution. 3rd ed. New York, Oxford University Press Inc., 172p.
- Clarke, K. R. & Warwick, R. M. 1994. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory. 144p
- Danovaro, R.; Gambi, C.; Mazzola, A. & Mirto, S. 2002. Influence of artificial reefs on the surrounding infauna: analysis of meiofauna. ICES Journal of Marine Science, 59:S356-S362.
- Debenham, N.J.; Lamshead, P.J.D.; Ferrero, T.J. & Smith, C.R. 2004. The impact of whale falls on nematode abundance in the deep sea. Deep-Sea Research, 51:701-706.
- Eppstein, S.S. 1997. Microbial food webs in marine sediments. II. Seasonal changes in trophic interactions in a sandy tidal flat community. Microbial Ecology, 34:199-209.
- Fleeger, J.W. & Decho, A.W. 1987. Spatial variability of interstitial meiofauna: a review. Stygologia, 3:35-48.
- Fleeger, J.W.; Yund, P.O. & Sun, B. 1995. Active and passive associated with initial settlement and post-settlement dispersal of suspend meiobenthic copepods. Journal of Marine Research, 53:609-645.
- Fleeger, J.W.; Thistle, D. & Thiel, H. 1988. Sampling Equipment IN: Higgins, R.P. & Thiel, H. (eds). Introduction to the Study of Meiofauna. Washington, D.C: Smithsonian Institution Press, p. 61-78.
- Gage, J.D. & Tyler, P.A. 1996. Deep-Sea Biology: A Natural History of Organisms of the Deep-Sea Floor. 1st ed. Great Britain, Cambridge University Press, 504p.
- Gee, J.M. & Warwick, R.M. 1994. Metazoan community structure in relation to the fractal dimensions of marine macroalgae. Marine Ecology Progress Series, 103:141-150.
- Giere, O.; Eleftheriou, A. & Murison, D.J. 1988. Abiotic Factors. IN: HIGGINS, R.P. & THIEL, H. (eds). Introduction to the Study of Meiofauna. Washington, D.C: Smithsonian Institution Press, p. 61-78.
- Giere, O. 1993. Meiobenthology. The Microscopic Fauna in Aquatic Sediments. Springer-Verlag, Berlin, 328p.
- Hagopian-Schlekat, T; Chandler, G.T. & Shaw, T.J. 2001. Acute toxicity of five sediment-associated metals, individually and in a mixture, to the estuarine meiobenthic harpacticoid copepod *Amphiascus tenuiremis*. Marine Environmental Research, 51:247-264.
- Hargrave, B.T. 1991. Ecology of Deep-water Zones. In: Barnes, R.S.K. & Mann, K.H. (eds) Fundamentals of Aquatic Ecology. 2nd ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications, p. 77 – 90.
- Heip, C.; Huys, R. & Alkemade; R. 1992. Community structure and functional roles of meiofauna in the North Sea. Netherlands Journal of Aquatic Ecology, 26:31-41.
- Herman, P.M.J & Heip, C. 1988. On the Use of Meiofauna in Ecological Monitoring: Who Needs Taxonomy? Marine Pollution Bulletin, 19:665-668.
- Higgins, R. P. & Thiel, H. 1988. Introduction to the Study of Meiofauna. Washington, D.C: Smithsonian Institution Press, 488p.
- Lalli, C.M & Parsons, R.P. 1999. Biological oceanography: an introduction. 2nd ed. U.K.: The Open University, 314p.
- Legendre, L. & Legendre, P. 1998. Numerical ecology. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier Sci. Publ. Company, 853p.
- Li, J.; Vincx, M.; Herman, P.M.J. & Heip, C. 1997. Monitoring Meiobenthos using cm-, m- and km-scales in the Southern Bight of the North Sea. Marine Environmental Research, 43:265-278.
- Matsuura, Y. 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região Sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). Ciência e Cultura, 38:1439-1450.
- Mcintyre, A.D. & Warwick, R.M. 1984. Meiofauna techniques. In: Holme, N. A. & McIntyre, A. D. (eds) Methods for the study of marine benthos. 2nd ed. Oxford, p. 217–244.
- Mclachlan, A. 1985. The biomass of macro- and interstitial fauna on clean and wrack-covered beaches in Western Australia. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 21:587-589.
- Mirto, S. & Danovaro, R. 2004. Meiofaunal colonisation on artificial substrates: a tool for biomonitoring the environmental quality on coastal marine system. Marine Pollution, 48:919-926.
- Moellmann, A.M. 1997. Ecologia da meiofauna do canal e da plataforma interna de São Sebastião – SP. São Paulo, (Tese de Mestrado). Universidade de São Paulo, 100p.
- Moellmann, A.M. & Corbisier, T.N. 2003. Does tourist flow affect the meiofauna of sandy beaches? Preliminary results. Journal of Coastal Research, Special Issue 35:590-598.
- Montagna, P. A. & Harper Jr., D.E. 1996. Benthic infaunal long-term response to offshore production platforms in Gulf of Mexico. Canada, J. Fish. Aquat. Sci., 53: 2567-2588.
- Netto, S.A. & Gallucci, F. 2003. Meiofauna and macrofauna communities in a mangrove from the Island of Santa Catarina, South Brazil. Hydrobiologia, 505:159-170.
- Nybakken, J.W. 1997. Marine Biology: An Ecological Approach, 4th ed. New York: Harper Collins College Publishers, 481p.
- Nozais, C.; Gosselin, M.; Michel, C. & Tita, G. 2001. Abundance, biomass, composition and grazing

- impact of the sea-ice meiofauna in the North Water, northern Baffin Bay. *Marine Ecology Progress Series*, 217:235-250.
- Oliveira, E.B. & Soares-Gomes, A. 2003. Impact of a point source domestic sewage on intertidal meiofauna at Charitas Beach, Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Coastal Research, Special Issue* 35:573-579
- Pace, M.C. & Carman, K.R. 1996. Interspecific differences among meiobenthic copepods in the use of microalgal food resources. *Marine Ecology Progress Series*, 143:77-86.
- Palmer, M.A. 1986. Hydrodynamics and structure: interactive effects on meiofauna dispersal. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 104:53-68.
- Pennak, R.W. 1988. Ecology of the freshwater meiofauna. IN: Higgins, R.P. & Thiel, H. (eds). *Introduction to the Study of Meiofauna*. Washington, D.C: Smithsonian Institution Press, p. 61-78.
- Peterson, C.H.; Kennicutt II, M.C.; Green, R.H.; Montagna, P.; Harper, D.E.Jr.; Powell, E.N. & Roscigno, P.F. 1996. Ecological consequences of environmental perturbations associated with offshore hydrocarbon production: a perspective on long-term exposures in the Gulf of Mexico. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 2637–2654.
- Pfannkuche, O. & Soltwedel, T. 1998. Small benthic size classes along the N.W. European Continental Margin: spatial and temporal variability in activity and biomass. *Progress in Oceanography*, 42:189–207.
- Pfannkuche, O. & Thiel, H. 1988. Sample processing. IN: HIGGINS, R.P. & THIEL, H. (eds). *Introduction to the Study of Meiofauna*. Washington, D.C: Smithsonian Institution Press, p. 61-78.
- Poizat, C. & Arnaud, P.M. 1988. Gastropoda and Bivalvia. IN: Higgins, R.P. & Thiel, H. (eds). *Introduction to the Study of Meiofauna*. Washington, D.C: Smithsonian Institution Press, p. 451-456.
- PROJETO REMAC. 1979. Mapa faciológico dos sedimentos superficiais da plataforma; e da sedimentação quaternária no oceano profundo. *In: Série projeto REMAC (nº 8)*. Kowsmann, R.O. & Costa, M.P.A. (eds). *Sedimentação quaternária da margem continental brasileira e áreas oceânicas adjacentes*. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, CENPES, DINTEP.
- Ricklefs, R.E & Miller, G.L. 1999. *Ecology*. 4nd ed. New York: W. H. Freeman and Company, 822p.
- Rodriguez, J.G.; Lopez, J. & Jaramillo, E. 2001. Estructura comunitaria de la meiofauna internareal en un gradiente de tipos morfodinámicos de playas arenosas en el sur de Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 74:885-897.
- Rudnick, D.T.; Elmgren, R. & Frithsen, J.B. 1985. Meiofaunal prominence and benthic seasonality in a coastal marine ecosystem. *Oecologia*, 67:157-168.
- Santos, P.J.P; Castel, J. & Souza-Santos, L.P. 1995. Microphytobenthic patches and their influence on meiofaunal distribution. *Cah. Biol. Mar.*, 36:133-139.
- Santos, P.J.P; Castel, J. & Souza-Santos, L.P. 1996. Seasonal variability of meiofaunal abundance in the oligo-mesohaline area of the Gironde Estuary, France. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 43: 549-563.
- Schratzberger, M.; Dinmore, T. A. & Jennings, S. 2002. Impacts of trawling on the diversity, biomass and structure of meiofauna assemblages. *Marine Biology*, 140:83–93.
- Soares-Gomes, A.; Oliveira, E.B.; Gabardo, I.T.; Carreira, R.S. & Fernandez, G.B. 2000. Environmental impact associated with offshore hydrocarbon production on benthic meiofauna in Campos Basin, Southeast Brazilian continental shelf. *Proceedings of the 5th Congress on Marine Sciences, La Habana, Cuba*. CD-ROM Edition, 25 pp.
- Soltwedel, T. 2000. Metazoan meiobenthos along continental margins: a review. *Progress in Oceanography*. 46: 59–84.
- Somerfield, P. J. & Warwick, R. M. 1996. *Meiofauna in marine pollution monitoring programmes: A laboratory manual*. Lowestoft: Directorate of Fisheries Research (MAFF), 71p.
- Tita, G.; Desrosiers, G.; Vincx, M. & Nozais, C. 2000. Predation and sediment disturbance effects of internal polychaeta *Nereis virens* (Sars) on associated meiofaunal assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 243:261-282.
- Underwood, A.J. 2001. *Experiments in Ecology*. New York: Cambridge University Press, 504p.
- U.S. Geological Survey World Energy Assessment Team (USGS), 2000, U.S. Geological Survey world petroleum assessment 2000-Description and results: U.S. Geological Survey Digital Data Series DDS-60, 4 CD-ROMs, Adobe Acrobat format. <http://geology.cr.usgs.gov/energy/WorldEnergy/DDS-60/>