



**PETROBRAS**

**RELATÓRIO FINAL DO PROJETO "AVALIAÇÃO DOS  
ECOSSISTEMAS ASSOCIADOS A CORAIS DE ÁGUA PROFUNDA  
NA BACIA DE CAMPOS" APRESENTADO AO IBAMA**

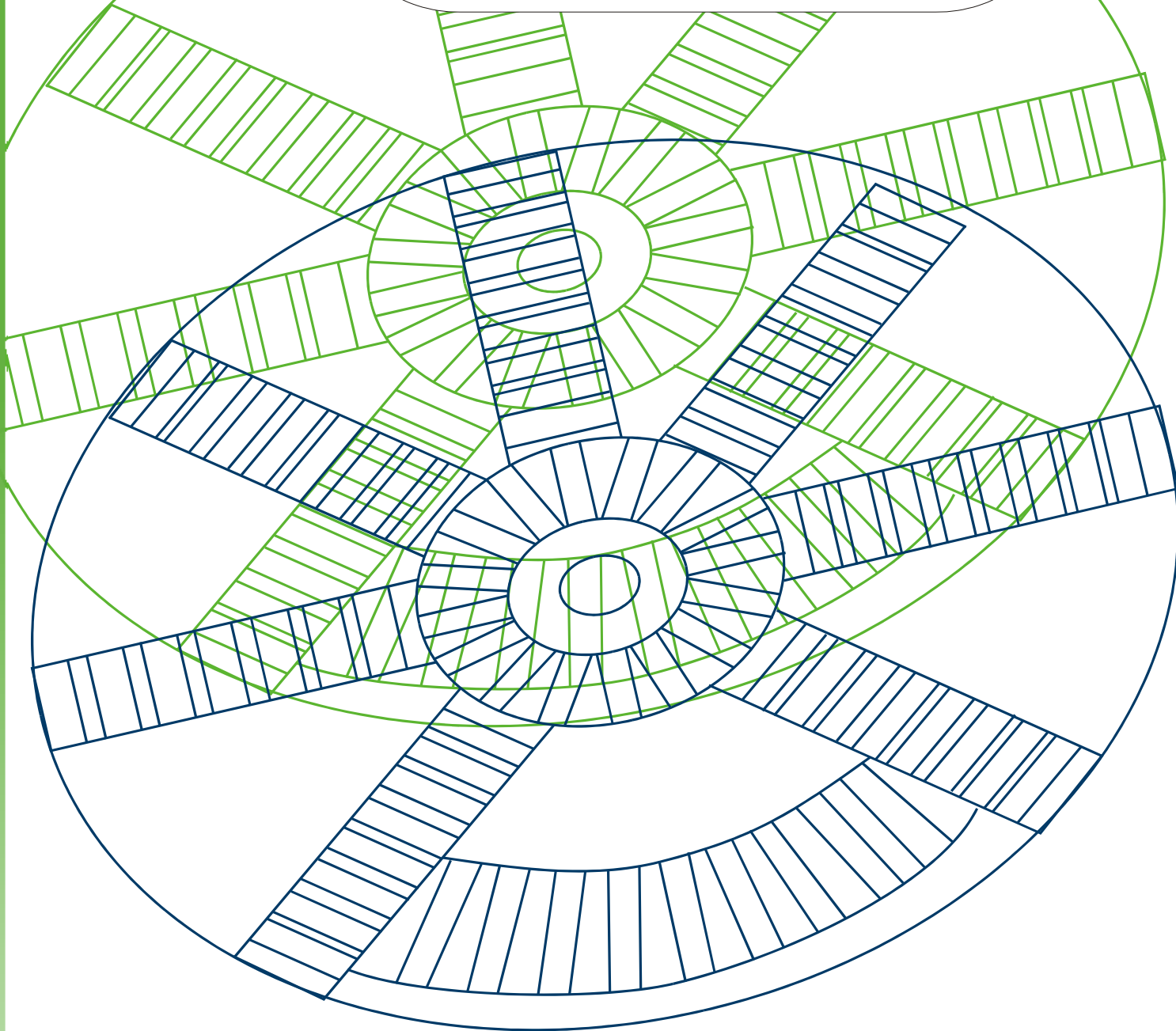
**RT AMA 001 /2007**

**Relatório técnico**

**P&D DE GÁS, ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

*Avaliação e Monitoramento Ambiental*

*Janeiro de 2007*



# CENPES

**Centro de Pesquisas e Desenvolvimento**

**Leopoldo A. Miguez de Mello**



PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.  
PETROBRAS

**CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO LEOPOLDO A. MIGUEZ DE MELLO**  
P&D EM GÁS, ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL  
*Gerência de Avaliação e Monitoramento Ambiental*

PD- 00922- “Caracterização de Corais de Águas Profundas da Bacia de Campos”.

## **RELATÓRIO FINAL DO PROJETO “AVALIAÇÃO DOS ECOSISTEMAS ASSOCIADOS A CORAIS DE ÁGUA PROFUNDA NA BACIA DE CAMPOS” APRESENTADO AO IBAMA**

RT AMA 001/2007

### **Relatores:**

Guarani de Hollanda Cavalcanti  
Ana Paula da Costa Falcão  
Maria Patricia Curbelo Fernandez – Contratada  
Alexandre Tadeu Politano – Contratado  
Rui Alexandre Oliveira da Fonseca – Contratado  
Venina P. Ribeiro – Contratada  
(CENPES/Avaliação e Monitoramento Ambiental)

Emerson Muziol Morosko  
(CENPES/Avaliação e Monitoramento Ambiental – cedido a TRANSPETRO)

Rio de Janeiro  
Janeiro de 2007

## SUMÁRIO

Resumo	iii
1. Histórico	1
2. Introdução	2
3. Objetivos	7
4. Área de estudo	8
5. Material e métodos	10
6. Resultados	18
7. Discussão e análise crítica dos resultados	27
8. Considerações finais	33
9. Referências bibliográficas	34
Anexos	37

## RESUMO

O presente relatório integra as informações sobre corais de águas profundas obtidas no marco do projeto “Avaliação dos Ecossistemas Associados a Corais de Água Profundas na Bacia de Campos” conduzido pelo Centro de Pesquisa da Petrobras (CENPES/PDEDS/AMA). Foram realizadas quatro campanhas nos campos de Marlim Leste, Espadarte, Barracuda e Caratinga, entre novembro de 2004 e março de 2006. Mediante o uso de veículos de operação remota (*Remotely operated vehicles- ROVs*) foram investigados bancos de corais para a obtenção de informações como porcentagem de cobertura e altura média. As formações variaram entre pequenos agregados pontuais de menos de um metro de diâmetro até conjuntos de várias dezenas de metros e a fauna destes não apresentou uma distribuição homogênea e sim em manchas. A altura média dos bancos investigados foi de  $1,54 \pm 0,08\text{m}$  (média  $\pm$  EP), menor à registrada para outras regiões do oceano Atlântico. Paralelamente, foi avaliada a fauna presente nos bancos e nos sedimentos adjacentes. Em relação à fauna, foram identificados mais de 90 táxons. Os grupos mais freqüentes foram Porifera (família Hexactinellida) seguido de corais pétreos (Hexacorallia) e corais moles (Octocorallia). Echinodermata, Crustacea e peixes foram registrados nas imagens em menor quantidade. Foram verificadas discrepâncias entre as informações acústicas existentes na Petrobras (imagens de *side scan sonar* – SSS) e os levantamentos realizados com ROV durante as campanhas do projeto, fato que deve ser considerado sempre que estas ferramentas acústicas (ex. SSS) forem utilizadas no mapeamento de bancos, evitando estimativas errôneas de cobertura. As interferências no ecossistema por parte de estruturas submarinas foram pontuais. As regiões de ancoragem aparentemente apresentam mais alterações no fundo marinho quando comparadas com dutos rígidos e flexíveis. Contudo, a abrangência e a consequência destas interferências nos corais de águas profundas requer o aprofundamento do conhecimento sobre sua biologia e ecologia. A continuidade dos estudos, principalmente no tocante a refinamento taxonômico e reprodução, visa ao aumento deste conhecimento de base sobre os corais de águas profundas e fauna associada. Os dados obtidos no marco do projeto pelos técnicos da Petrobras e pelos pesquisadores parceiros foram apresentados em encontros científicos nacionais e internacionais visando à divulgação do projeto e a troca de informações e conhecimento com cientistas de outras instituições.

## 1. HISTÓRICO

Nos Pareceres Técnicos ELPN/IBAMA números 127/02 (Roncador-FPSO Brasil), 003/03 (Barracuda-P43) e 018/03 (Caratinga-P48), solicitou-se à Petrobras a implementação de um projeto de pesquisa para estudar os ecossistemas de corais de águas profundas nos campos acima mencionados como medida compensatória para a instalação de tais empreendimentos. Em maio de 2003 a Petrobras apresentou um “Plano de Ação para a Implementação do Projeto de Pesquisa para Avaliação destes Ecossistemas na Bacia de Campos”. Neste plano de ação, previamente aprovado pelo ELPN/IBAMA, o projeto foi dividido em seis etapas, as quais são listadas a seguir:

Etapa 1: Levantamento do estado da arte sobre corais de águas profundas;

Etapa 2: Levantamento das abordagens internacionais;

Etapa 3: Levantamento de dados pretéritos;

Etapa 4: Planejamento de novos dados a serem levantados;

Etapa 5: Execução das campanhas;

Etapa 6: Interpretação dos dados e análise crítica.

Em atendimento ao referido Plano de Ação, a Gerência de Avaliação e Monitoramento Ambiental do Centro de Pesquisa da Petrobras (CENPES/PDEDS/AMA) implementou o projeto de pesquisa “Caracterização de Corais de Águas Profundas da Bacia de Campos”. Todas as etapas previstas no Plano de Ação foram realizadas e os seus respectivos relatórios foram entregues ao IBAMA. Além destes relatórios, os resultados preliminares do projeto foram apresentados ao corpo técnico desta coordenação através de um relatório parcial em junho de 2006 e de uma palestra proferida pela coordenação do projeto em setembro de 2006 no Hotel Plaza Copacabana, que contou com a participação de representantes da Agência Nacional de Petróleo e da Petrobras, além dos representantes da CGPEG. O arquivo desta apresentação foi encaminhado ao órgão ambiental CGPEG/IBAMA em 30 de setembro de 2006 através de Ofício E&P-Corp/SMS 0048/2006. O presente documento, correspondente a última etapa do projeto prevista no Plano de Ação, integra as informações de sobre os bancos de corais de águas profundas da Bacia de Campos obtidas após a realização de quatro campanhas realizadas na região e apresenta uma análise crítica destes resultados em conjunto com informações complementares adquiridas pelo corpo técnico da companhia nos três anos de estudo sobre estes ambientes.

## 2. INTRODUÇÃO

Os recifes ou bancos de corais de águas profundas ou frias podem ser encontrados em todos os oceanos com exceção de algumas regiões polares (Freiwald *et al.*, 2004) e numa ampla variação de profundidade (Hatcher e Scheibling, 2001) (Figura 1). Algumas espécies destes cnidários formam estruturas tridimensionais conhecidas como montes (*mounds*), bancos ou popularmente recifes. Ao contrário da maioria dos corais de águas rasas, os corais de águas profundas não possuem associações simbióticas com algas (são azooxantelados) e se alimentam, principalmente, de organismos da coluna d'água (Gage e Tyler, 1991). As larvas requerem substrato duro para assentar (Mortensen *et al.*, 1995) e o crescimento dos corais, das colônias e dos recifes é lento (Rogers, 1999).

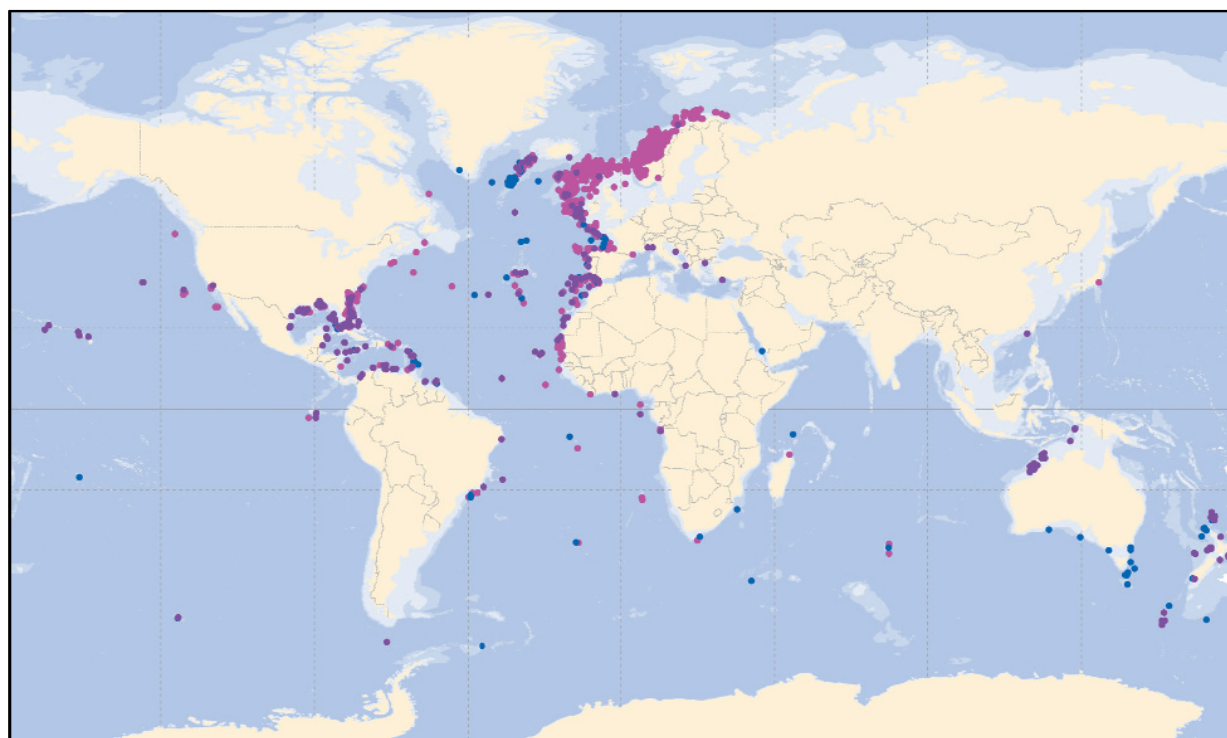


Figura 1. Distribuição global de recifes de águas profundas ou frias: os pontos indicam a localização de recifes de diferentes dimensões e estágios de desenvolvimento. A maior densidade no Atlântico Norte reflete provavelmente a intensidade de pesquisas na região: ● *Lophelia pertusa*, ● *Madrepora oculata* e ● *Solenosmilia variabilis*. Fonte Freiwald *et al.* (2004).

Entre os principais formadores de recifes ou bancos de corais em águas profundas encontramos várias espécies da Ordem Scleractinia: *Lophelia pertusa*, *Enallopsammia profunda*, *Goniocorella dumosa*, *Solenosmilia variabilis* e *Oculina varicosa* (Wilson, 1979). Dentre estas, *L. pertusa* é a mais comum e de distribuição mais ampla (Rogers, 1999). Esta espécie ocorre em todos os oceanos, inclusive em altas latitudes, e já foi encontrada a 39m de profundidade na costa da Noruega e a 3380m na costa dos Estados Unidos. As

colônias deste cnidário têm aspecto arborescente e coloração que varia do branco ao cor-de-rosa, relacionada, possivelmente, à variação intra-específica (Freiwald *et al.*, 2004). De aspecto similar, *S. variabilis* é bastante freqüente nos oceanos do hemisfério sul (Cairns, 1982). Estas duas espécies pertencem à família Caryophylliidae e podem ser consideradas as principais formadoras de bancos de corais de águas frias e profundas. Além dos próprios cnidários formadores de recifes, outros invertebrados e peixes encontram na complexidade estrutural dos bancos de corais as condições ideais para assentamento, crescimento e reprodução (Freiwald *et al.*, 2004). Jensen e Frederiksen (1992), registraram mais de 298 espécies em associação com *Lophelia* nas Ilhas Faroer, no Atlântico Norte, utilizando técnicas tradicionais de amostragem (dragas). Outro fato a ser destacado é que a distribuição dos organismos nos bancos de corais não é homogênea. Num banco “tipo”, a faixa mais externa conhecida como faixa de cascalho, apresenta baixa diversidade e é uma zona de transição entre o banco e a planície que o circunda. As faixas mais internas, conhecidas como faixas morta e viva de *Lophelia* apresentam valores de diversidade elevados e similares (Mortensen *et al.*, 1995).

Até poucos anos atrás, o conhecimento destes ecossistemas era baseado nas informações obtidas através das técnicas tradicionais de amostragem de mar profundo (arrastos, dragas e pegadores). Redes e dragas são utilizadas amplamente, mas são destrutivas, semi-quantitativas e degradam o material que é de frágil estrutura e crescimento lento, o que o torna especialmente vulnerável a impacto físicos (Rogers, 1999). O uso de equipamentos como sonar de varredura lateral (*Side scan sonar* - SSS), eco sondas e sísmica, para localizar os bancos de coral, e o uso de veículos operados remotamente (*Remotely operated vehicles*- ROVs) e submersíveis, para a obtenção de imagens, têm permitido estudar estes ambientes remotos conservando a integridade dos mesmos (Hovland e Mortensen, 1999; Mortensen *et al.* 2000, Hovland *et al.* 2002). A desvantagem destes tipos de levantamentos é a dificuldade para se estimar a abundância e a densidade de organismos, por não ser possível a identificação de espécies (nem sempre podem ser coletados exemplares dos organismos) e pela possibilidade de subestimar organismos de pequeno porte e pouco conspícuos.

Ao longo da costa brasileira, os trabalhos de Laborel (1969) e Cairns (1979; 2000) contribuíram para o conhecimento de corais azooxantelados, entre os quais só algumas espécies são formadoras de recifes ou bancos. O programa REVIZEE realizou várias campanhas na plataforma e no talude com registros de Anthozoa (Pires *et al.*, 2004),

resultados que incluem parcialmente a Bacia de Campos. Nos últimos anos, vários táxons foram registrados, entre eles: *Antipatharia* (Loiola e Castro, 2001), *Anthothelinae* (Arantes e Medeiros, no prelo), *Isididae* (Medeiros, 2005), todos na costa do estado do Rio de Janeiro, além de *L. pertusa* (Le Goff-Vitry *et al.*, 2004) e *Corallium* em associação com bancos de *Lophelia* no Banco Almirante Saldanha. Especificamente na Bacia de Campos, o projeto de pesquisa “Caracterização Ambiental de Águas Profundas”, coordenado pelo CENPES/PETROBRAS, realizou arrastos de fundo com redes de portas, em regiões com lâmina d’água entre 1.100 e 1.600 m. Foram coletadas espécies de corais pétreos e corais moles, principalmente na isóbata de 1.100 m. Outros registros de corais de águas profundas têm sido obtidos da indústria pesqueira, que opera principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil. Segundo Kitahara (2005), a exploração de recursos demersais abaixo de 200m tem levado à captura incidental de até 4000 kg de corais em um único arrasto. Em águas mais profundas, abaixo de 600m, há registro de *by-catch* de corais em redes destinadas à captura de *Lophius* (Perez e Wahrlich, 2005). Na figura 2 é apresentada a distribuição das quatro principais espécies formadoras de recifes ou bancos de águas profundas ao longo da costa brasileira, dados compilados por Pires (no prelo, 2006).



Figura 2. Distribuição das principais espécies formadoras de corais de águas profundas na costa brasileira. Fonte: Pires (no prelo, 2006)



Além destes estudos, Viana (1994) e Viana *et al.* (1998) descreveram, com foco geológico, a ocorrência de bancos de coral na Bacia de Campos. De acordo com estes autores, estas formações ocorrem entre 570 e 850 m, em coincidência com a porção do talude banhada pela Água Intermediária Antártica (AIA). Nestas ocasiões uma fauna variada foi registrada com ROV e testemunhos, verificando a presença de crustáceos, equinodermatas, gastrópodes, poliquetas, entre outros. Recentemente, Sumida *et al.* (2004) investigaram depressões no talude da Bacia de Santos. Amostras obtidas com dragas consistiam em sedimentos lamosos misturados com cascalho de coral e invertebrados. Não foram registrados corais vivos nestas amostras.

Algumas atividades antrópicas desenvolvidas em ambientes profundos podem causar impactos aos ecossistemas de corais de águas profundas, sendo que entre elas, as atividades pesqueiras aparecem em destaque. Segundo Freiwald *et al.* (2004), arrastos e outras artes de pesca de fundo são a principal ameaça aos recifes de coral de águas profundas ou frias: redes de grande porte com pesadas portas metálicas varrem mais de 30 km<sup>2</sup> em uma única campanha de arrasto. Estima-se que 30 a 50% dos recifes de corais da Noruega já foram destruídos por esta arte de pesca (Fosså *et al.* 2002). A consequência direta da passagem das redes é a quebra das colônias, e os efeitos indiretos estão vinculados à suspensão de sedimentos (Figura 3). Cabos e âncoras utilizadas em outras artes de pesca, como espinheis de fundo e redes de espera podem ter consequências similares.



Figura 3. Efeitos dos arrastos de fundo, principal ameaça aos corais de águas profundas. À esquerda, uma colônia de octocoral arrastada na Escócia. À direita, panorama do fundo marinho numa área de arrasto na Noruega, onde se observam os esqueletos de corais. Fonte Freiwald *et al.* (2004).

Com efeitos análogos aos da pesca, a extração de minérios de interesse comercial como Co, Ni, Mn, Zn, Cu, Ag, Au, usa técnicas de dragagem e provoca impacto pela remoção da biota junto ao sedimento, alteração das características químicas do fundo e suspensão de sedimento na coluna d'água (Gage e Tyler, 1991).

As atividades vinculadas à exploração e produção de hidrocarbonetos podem trazer conseqüências negativas aos corais e outros organismos bentônicos, mas estes efeitos são mais pontuais do que os da pesca e os da exploração de minérios. A instalação de dutos, âncoras, *manifolds*, etc, podem provocar impactos físicos consideráveis às colônias de corais. Os organismos também podem ser afetados pelo descarte de cascalho e de fluido de perfuração (Gass e Roberts, 2006). Embora não existam estudos sobre estes efeitos em corais de águas profundas, a exposição de corais de águas rasas a taxas de sedimentação elevadas, leva à redução da viabilidade, mudanças morfológicas, alterações fisiológicas, entre outras (Freiwald *et al.*, 2004).

Além da exploração dos recursos do fundo do mar (vivos ou não), cabos elétricos e de telecomunicações cruzam grandes distâncias no fundo marinho. Em profundidades inferiores a 1.500 m, estes cabos são soterrados, principalmente, para prevenir impactos causados por arrastos. Existe então a possibilidade destes cabos afetarem os corais diretamente e pelas âncoras dos navios durante a instalação dos mesmos.

Para o desenvolvimento de estudos sobre corais de águas profundas, os projetos são geralmente iniciados através do mapeamento do fundo do mar com SSS em busca de regiões de alta refletividade. Estas regiões de alta refletividade nos registros de sonar podem estar correlacionadas com a presença de bancos de corais. Posteriormente, uma investigação mais detalhada é normalmente desenvolvida sobre as áreas selecionadas, utilizando equipamentos como ROVs para confirmar a existência dos bancos e verificar suas características.

### 3. OBJETIVOS

O presente relatório visa integrar as informações obtidas durante as campanhas do “Projeto de Avaliação dos Ecossistemas Associados a Corais de Águas Profundas da Bacia de Campos” e apresenta uma análise crítica dos resultados obtidos nas diferentes etapas do Plano de Ação.

Os objetivos do projeto foram:

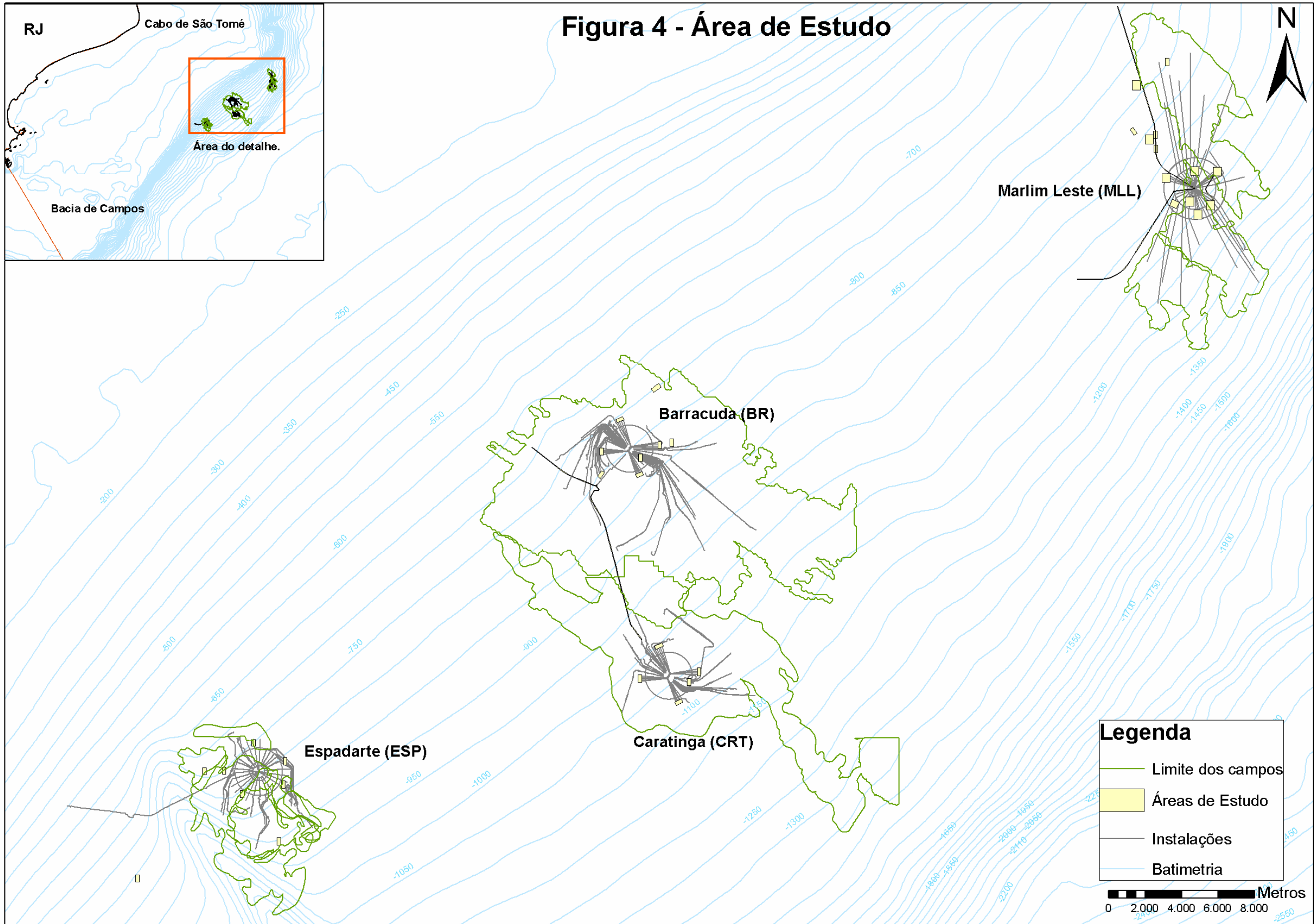
Caracterizar os bancos de corais de águas profundas com relação as suas dimensões reais e características do sedimento.

- Caracterizar as comunidades coralíneas e sua fauna associada aprofundando ao máximo a identificação taxonômica.
- Avaliar o uso de ferramentas remotas (SSS e ROV) para a localização dos bancos de corais de águas profundas.
- Verificar a eficiência dos equipamentos utilizados e do delineamento amostral.
- Identificar a porcentagem de regiões de alta refletividade compreendidas nas áreas investigadas nos quatro campos que realmente representam corais.
- Identificar as possíveis interferências das atividades de exploração e produção de óleo e gás natural em águas profundas na Bacia de Campos sobre as comunidades coralíneas.
- Avaliar imagens existentes na companhia em fitas de inspeção de dutos rígidos visando obter informações complementares.
- Divulgar os resultados e os documentos produzidos no âmbito do projeto.

#### 4. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo do projeto está localizada entre as isóbatas de 700 e 1100m na região sul da Bacia de Campos (Figura 4). A porção superior do talude continental entre 500 e 1200m de profundidade nesta bacia, ao sul do cânion de São Tomé, apresenta uma suave inclinação com valores médios de 2°. A Água Intermediária Antártica (AIA) com temperatura entre 3° e 6 °C e salinidade de 34,2 a 34,6, percorre o talude no sentido NE acompanhando as isóbatas, com velocidades de corrente de até 30 cm.s<sup>-1</sup> (Viana *et al.* 1998; Castro *et al.*, 2006).

Figura 4 - Área de Estudo



## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

Para a definição das áreas investigadas foram utilizadas, principalmente, informações de SSS pré-existentes na companhia. Já para o mapeamento e caracterização dos ecossistemas de corais de águas profundas e sua fauna associada foram utilizados ROVs.

### **5.1 Levantamentos de dados pretéritos para definição das áreas a serem investigadas**

As investigações iniciais sobre a presença de corais em águas profundas geralmente são baseadas em informações acústicas, onde regiões de alta refletividade podem indicar formações coralíneas (Figura 5). Durante a Etapa 3 do projeto (Levantamento de dados pretéritos) foram compiladas informações existentes na companhia referentes a levantamentos realizados entre 1989 e 2004. Esses levantamentos visavam, na ocasião em que foram realizados, estudos geológicos e geotécnicos, de morfologia do fundo marinho e de estabilidade do talude e incluíam, além informações de SSS, imagens de ROV, sísmica 3D de alta resolução e amostras do fundo marinho (testemunhos). Todos os dados compilados auxiliaram na escolha das áreas a serem investigadas com ROV no presente estudo.

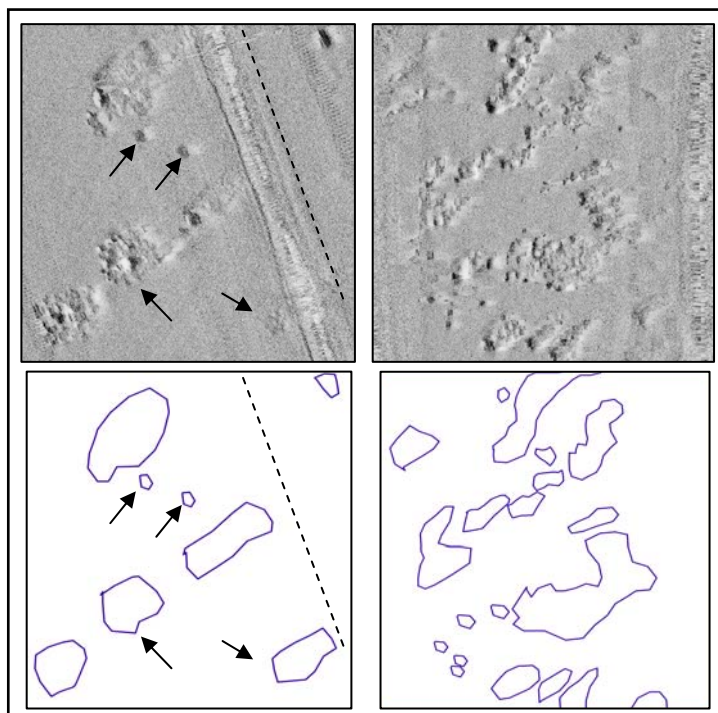


Figura 5. Imagens de *Side Scan Sonar* (acima) e interpretação (digitalização-abaxo). As áreas A e B possuem 450m de largura e 500m de comprimento. As setas indicam regiões de alta refletividade. Ao lado esquerdo da linha tracejada observa-se a zona cega do sonar.

O fato de um dos critérios de escolha das áreas investigadas ter sido a existência de dados pretéritos de SSS induziu, propositalmente, ao levantamento em áreas com maior probabilidade de ocorrência de formações coralíneas.

## 5.2 Campanhas de levantamento com ROVs

A escolha das áreas para a realização das campanhas de levantamento com ROV foi direcionada aos campos com instalações em processo de licenciamento ambiental. Além das informações pretéritas anteriormente mencionadas, outros critérios utilizados para a definição dessas áreas foram: futuras e atuais locações de plataformas, poços, áreas de ancoragem, rotas de dutos e áreas de referência afastadas de qualquer empreendimento.

Foram realizadas quatro campanhas com ROV entre novembro de 2004 e março de 2006 (Tabela I).

Tabela I. Campanhas realizadas durante o projeto.

Campanha	Campos visitados	Data inicial	Data final
1	Marlim Leste - Espadarte	01/11/2004	15/11/2004
2	Espadarte-Barracuda	21/03/2005	04/04/2005
3	Marlim Leste	11/07/2005	25/07/2005
4	Barracuda-Caratinga	06/03/2006	20/03/2006

O campo de Roncador não foi visitado, pois não foram verificadas regiões de alta refletividade nas imagens de SSS que justificassem a investigação deste campo com ROV.

A realização da segunda campanha em Marlim Leste teve como objetivo intensificar a área investigada ao longo das rotas dos futuros dutos rígidos e áreas próximas à ancoragem da futura plataforma P-53. Os levantamentos realizados neste campo, onde ainda não há instalações submarinas, poderão auxiliar futuros estudos após o estabelecimento do empreendimento.

A embarcação utilizada nas campanhas foi o RSV Toisa Conqueror (*Sealion Shipping Limited*), navio de apoio às atividades de inspeção submarina de dutos e outras instalações (segurança operacional), com 5228bhp de potência e posicionamento dinâmico que permitem atender as necessidades da indústria *offshore* (Figura 6).





Figura 6. Vista geral da embarcação Toisa Conqueror utilizada nas campanhas de investigação de corais de águas profundas da Bacia de Campos.

O comprimento total da embarcação é de 73,8m, a largura de 16,0m, a autonomia de 60-70 dias e capacidade para até 40 pessoas, das quais somente três estavam dedicadas especificamente ao projeto de pesquisa. Durante as campanhas foram utilizados os dois veículos disponíveis: o ROV 2000 e o ROV 3000 (Figura 7), que recebem esta denominação devido à profundidade máxima de operação. Os veículos são do tipo *freeswimming*, com cabo armado com fibra ótica para transmissão de dados, quatro transdutores, sonares e bússola para auxiliar na navegação. Cada um possui dois braços funcionais, sendo um de cinco e outro de sete funções, ambos funcionando com o sistema *on-off*. Os braços permitem diversas atividades e podem ser equipados com diversas ferramentas (escovas, discos abrasivos, jateadores, recipientes de coleta, régua, entre outros). Para auxiliar na obtenção de dados e coleta de exemplares da biota do fundo marinho foram utilizados um medidor metálico (marcado a cada 10cm), um recipiente cilíndrico e uma armadilha de pesca em forma de cesto, respectivamente.

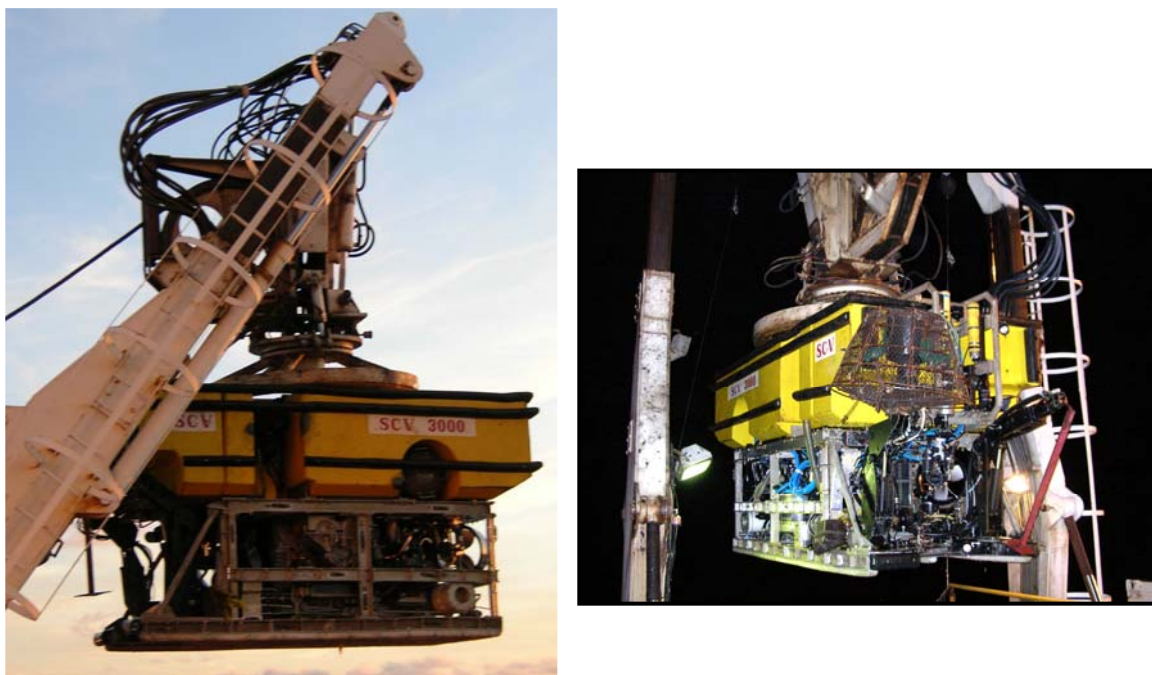


Figura 7. ROV de bombordo, com capacidade para operar até 3000m de profundidade. Pode-se observar a régua (direita em vermelho) utilizada para a medição de alguns organismos.

Os ROVs possuem posicionamento hidroacústico referenciado ao sistema DGPS de superfície da embarcação e utilizam transdutores compatíveis com o sistema HIPAP da Kongsberg Simrad, operado no modo SSBL (*Super Short Base Line*). A precisão do sistema é superior a 1% da lâmina d'água. Atribui-se ao DGPS do navio precisão superior que três metros.

Os veículos estão equipados com duas câmeras: uma delas preto e branco (*SIT* com lente grande angular) e outra colorida com zoom ótico de 16x. A maioria das imagens em detalhe foi capturada com a câmera colorida (CCD). Em alguns casos a gravação era feita através da câmera preto e branco (*SIT*), pois a lente grande angular fornecia uma melhor perspectiva de relevo e dimensão dos bancos.

Nas áreas selecionadas para investigação com ROV foram feitas varreduras em linhas paralelas, com afastamento de 50m entre si, no sentido do comprimento da área (Figura 8). Essa distância entre as linhas foi estabelecida de acordo com a amplitude de varredura do sonar do ROV, que é de 50 m, cobrindo assim a área entre duas linhas. Nos levantamentos ao longo da rota de dutos foi aplicado um critério similar, considerando os bancos mais próximos, afastados no máximo 15 m. A tabela II contém as informações das áreas e dos trechos investigados.

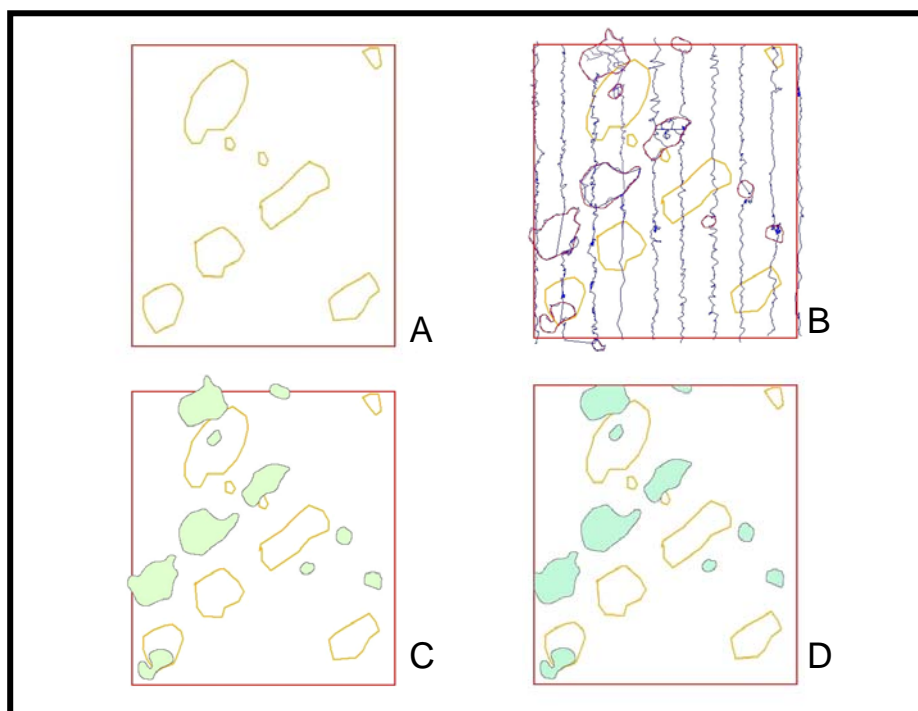


Figura 8. Seqüência das investigações realizadas numa das áreas de Marlim Leste (Área 1: 450 X 500m). A) digitalização do SSS apresentando as regiões de alta refletividade, B) digitalização do SSS + levantamentos com ROV (azul) e bancos de corais encontrados e contornados (vermelho), C) digitalização do SSS + bancos registrados (verde) e D) digitalização do SSS + bancos registrados delimitados dentro da área investigada (verde).

Tabela II. Áreas e trechos investigados durante as quatro campanhas do projeto de investigação de corais de águas profundas da Bacia de Campos: MLL= Marlim Leste, ESP= Espadarte, BR= Barracuda, CRT=(Caratinga).

<b>Campo</b>	<b>Empreendimento</b>	<b>Área/ Duto</b>	<b>Dimensões (m)</b>	<b>Batimetria (m)</b>
MLL	P-53	1	450X500	867-890
MLL	P-53	2	200X400	917-925
MLL	P-53	3	200X400	945-958
MLL	P-53	4	200X400	962-970
MLL	P-53	5	450X500	1004-1023
MLL	P-53	6	400X400	1042-1058
MLL	P-53	7	450X500	940-959
MLL	P-53	8	200X400	882-895
ESP	FPSO- ESP	9	200X400	742-758
ESP	FPSO- ESP	10	200X400	795-809
ESP	FPSO- ESP	11	200X400	825-836
ESP	FPSO- ESP	12	200X400	715-733
ESP	FPSO- ESP	13	200X400	890-904
ESP	FPSO- ESP	14	200X400	746-760
ESP	FPSO- ESP	15	200X400	791-808
ESP	FPSO- ESP	16	200X400	797-813
BR	P-43	23	200X400	763-781
BR	P-43	24	200X400	827-837
BR	P-43	25	200X400	815-831
BR	P-43	26	200X400	823-842
BR	P-43	27	200X400	808-817
BR	P-43	28	200X400	796-802
MLL	P-53 Futuro oleoduto P-53/PRA1	-	11km lineares *	792-1054
MLL	P-53 Futuro gasoduto P53/P-26	-	8,5km lineares *	1008-1057
MLL	P-53	29	450X500	1067-1095
MLL	P-53	Rota 29-30	1,4km lineares *	1050-1160
MLL	P-53	30	450X500	1103-1135
MLL	P-53	31	450X500	1087-1096
MLL	P-53	32	450X500	1061-1085
MLL	P-53	33	450X500	1038-1056
CRT	P-48	34	200X400	995-1016
CRT	P-48	35	200X450	995-1005
CRT	P-48	36	200X450	1051-1063
CRT	P-48	37	200X400	1064-1074
CRT	P-48	38	200X400	1051-1061
CRT- BR	Gasoduto flexível 9,5" PLET-CRT-1/ PLEM-BR-1	-	8km lineares *	808-982
BR	Gasoduto rígido 12" PLEM-BR-1/ PNA-1	-	4km lineares *	811-686
BR	P-43	39	200X400	746-757
BR	P-43	40	250X500	749-757

\* levantamento realizado ao longo dos dutos abrangendo 15 metros para ambos os lados.

### 5.3 Caracterização dos bancos e avaliação das ferramentas remotas (SSS e ROV)

A cobertura dos bancos de corais ( $m^2$  e %) foi calculada utilizando o programa ArcGis 9<sup>®</sup>. Após o cálculo da cobertura dos bancos presentes dentro das áreas, foi estimada a porcentagem de cobertura média das áreas levantadas de cada campo. Para os dutos flexíveis e rígidos foram considerados os bancos verificados dentro de uma faixa de 15m de ambos os lados da rota do duto. A altura média dos bancos ( $\pm$  EP) foi estimada para todas as áreas e rotas de dutos investigados em cada campo. No caso específico de Marlim Leste foram integradas as informações de cobertura e altura obtidas nas duas campanhas realizadas (2004 e 2005). Além dessas avaliações, foram feitas comparações entre a cobertura de bancos de corais verificada por ROV e a que havia sido estimada utilizando-se as informações de regiões de alta refletividade obtidas pelos diferentes sensores de SSS disponíveis (SIS 3000 Dutos, SIS 3000 e PROCAP 1000). Estas comparações foram feitas para as áreas para onde existiam essas duas fontes de informação.

### 5.4 Obtenção das imagens de ROV, avaliação e coletas *in situ*

As imagens obtidas foram gravadas em S-VHS e DVD para posterior avaliação (aproximadamente 400 horas de imagens). Este material encontra-se em análise contínua na Gerência de Avaliação e Monitoramento Ambiental do Centro de Pesquisa da Petrobras (CENPES/PDEDS/AMA). Durante as filmagens foram registradas as seguintes informações: coordenadas, profundidade, data e hora, características principais do sedimento do entorno e tipos e interações entre organismos, além de alterações ou peculiaridades do fundo. Os operadores de ROV foram orientados para manter uma distância do fundo ( $\sim 0,5m$ ) que permitisse a observação dos organismos da melhor forma possível, evitando suspensão de sedimento e impactos aos organismos. Quando possível, foram feitas pausas para melhor observação dos organismos *in situ*. Algumas coletas de organismos foram realizadas com auxílio de um recipiente cilíndrico de metal acoplado a um dos braços do ROV, para identificação por parte dos especialistas (Tabela III), e com armadilhas. Uma vez no convés, os organismos foram fixados e os recipientes rotulados. As imagens assim como as amostras físicas foram avaliadas por taxonomistas dos diferentes grupos biológicos. Foi estimada a frequência de observação dos organismos agrupados em família e expressa em porcentagem.

Tabela III. Listagem dos profissionais e instituições envolvidos na identificação das imagens e das amostras físicas.

<b>Especialista</b>	<b>Instituição</b>
Dra. Ana Claudia Brasil	(IB/UFRJ)
Dr. Marcelo Semeraro	(MN/UFRJ)
Dra. Debora Pires	(MN/UFRJ)
Dr. Eduardo Hajdu	(MN/UFRJ)
Dra. Cristiana Serejo	(MN/UFRJ)
Dr. Gustavo Melo	(MZ/UFRJ)
Dr. Renato Ventura	(MN/UFRJ)
Dra. Lúcia Campos	(IB/UFRJ)
Dr. Paulo Costa	(UNI-Rio)

### **5.5 Avaliação de imagens de inspeção de dutos rígidos**

Fitas de vídeo, pré-existentes na companhia, foram selecionadas usando como principal critério a faixa batimétrica onde há possibilidade de ocorrência de bancos de corais de águas profundas na Bacia de Campos. Estas imagens foram originalmente obtidas com a finalidade de verificar a integridade das instalações submarinas mediante o uso de um ROV equipado com três câmeras de vídeo, uma central duas laterais. A intenção de analisar este material foi verificar a possibilidade de obtenção de informações adicionais sobre corais de águas profundas na Bacia de Campos àquelas obtidas durante as campanhas do projeto. Deste modo, as fitas foram avaliadas quanto à presença de bancos de corais em contato com os dutos, visando verificar suas possíveis interferências, bem como a fauna presente nestes bancos. A triagem do material disponível levou à escolha de fitas de avaliação de dutos rígidos no campo de Marlim, região que concentra uma importante malha de dutos.

## 6. RESULTADOS

Os levantamentos realizados em Marlim Leste (MLL), na primeira e terceira campanhas, incluíram áreas ao longo da rota do futuro oleoduto de 12", áreas próximas às futuras instalações da P-53 e áreas de referência afastadas do futuro empreendimento. Dentre as áreas investigadas na primeira campanha, a maior concentração de bancos ocorreu nas Áreas 2 e 8 (Anexo 1). Em ocasião da segunda campanha em MLL foram realizados levantamentos ao longo da rota do futuro oleoduto de 12" e da rota do futuro gasoduto de 10", e nas futuras áreas de ancoragem da P-53.

As áreas investigadas nas proximidades do FPSO-ESP no campo de Espadarte (campanhas 1 e 2) incluíram áreas de ancoragem, de dutos flexíveis e de poços. De um modo geral, foram identificados bancos discretos nas Áreas 9, 10 e 12 (Anexo 2).

Nas áreas próximas à P-43 (Barracuda), investigadas nas campanhas 2 e 4, foram identificadas poucas formações coralíneas, principalmente nas Áreas 26 e 40. Os bancos encontrados ao longo do levantamento do duto rígido que liga o Plem BR1 à plataforma-PNA1 (Plem BR1-PNA1) foram incluídos nos cálculos de cobertura e altura realizados para o campo de Caratinga (Anexo 3).

Nos levantamentos realizados na região de Caratinga (campanha 4) nas proximidades da P-48 (áreas de ancoragem) não foram identificados bancos de corais, enquanto que ao longo do duto que liga o Plet CRT1 ao Plem BR1 (Plet CRT1-Plem BR1) foram registrados alguns bancos. Os dados de altura e cobertura para este campo referem-se a estes bancos (Anexo 3).

## 6.1 Avaliação das informações das ferramentas SSS e ROV

Foram verificadas certas discrepâncias entre as informações de regiões de alta refletividade de SSS e os bancos verificados com ROV. Na figura 9 podem ser observadas claramente estas diferenças na Área 2 do campo de MLL visitado durante a primeira campanha.

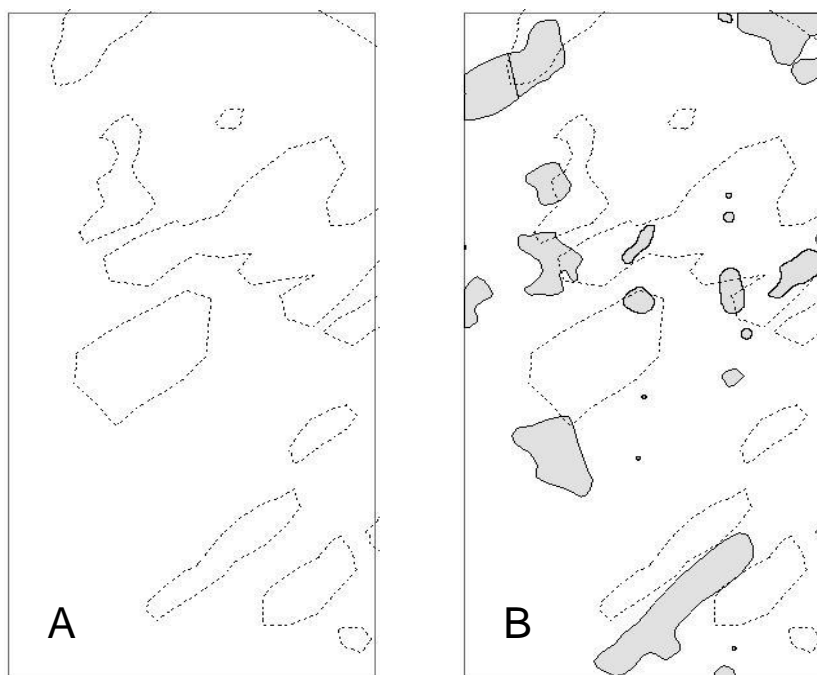


Figura 9. A) Interpretação de imagens de SSS indicando regiões de alta refletividade e B) regiões de alta refletividade e bancos identificados por ROV.

De um modo geral, as estimativas de cobertura de bancos de corais resultantes da interpretação das regiões de alta refletividade obtidas pelos diferentes SSS superaram, e em alguns casos amplamente, a real cobertura verificada por ROV. Na tabela IV são apresentadas as áreas passíveis de comparação entre estes dois tipos de ferramentas remotas. A cobertura de bancos de corais na Área 3 verificada pelo ROV (8,99 %) foi consideravelmente inferior às regiões de alta refletividade segundo o SIS 3000 Dutos (63,72%). A cobertura de bancos de corais das Áreas 8 e 40 foram comparadas com as informações do PROCAP 1000. Estes resultados também foram discrepantes já que para uma das áreas o SSS superestimou a real cobertura de bancos enquanto que para a outra a estimativa foi muito precisa. A listagem completa encontra-se no anexo 4.



Tabela IV. Extrato das comparações de cobertura de bancos de corais (ROV) e regiões de alta refletividade segundo os diferentes SSS disponíveis. ND sem dado disponível.

Área	ROV		SIS 3000 Dutos		SIS 3000		PROCAP 1000	
	Soma dos bancos (m <sup>2</sup> )	% de cobertura	Soma das regiões de alta refletividade (m <sup>2</sup> )	% de cobertura	Soma das regiões de alta refletividade de (m <sup>2</sup> )	% de cobertura	Soma das regiões de alta refletividade de (m <sup>2</sup> )	% de cobertura
Área 1	20058,26	8,99	28393,68	12,73	ND	ND	ND	ND
Área 2	21407,04	26,76	26997,82	33,74	803,86	1,00	ND	ND
Área 3	9155,99	11,45	50972,11	63,72	2458,08	3,07	ND	ND
Área 6	10114,27	6,32	ND	ND	4611,42	2,88	ND	ND
Área 8	26540,52	33,29	ND	ND	ND	ND	36938,89	46,33
Área 9	790,17	0,99	ND	ND	2703,18	3,37	ND	ND
Área 10	1172,22	1,47	ND	ND	1125,02	1,41	ND	ND
Área 11	2323,79	2,90	ND	ND	1172,58	1,47	ND	ND
Área 12	2331,25	2,91	ND	ND	5322,85	6,65	ND	ND
Área 13	376,68	0,47	ND	ND	1560,10	1,95	ND	ND
Área 14	1175,99	1,47	ND	ND	1657,09	2,07	ND	ND
Área 15	874,05	1,09	ND	ND	2580,51	3,22	ND	ND
Área 16	133,31	0,17	ND	ND	1893,87	2,36	ND	ND
Área 40	29245,91	23,41	ND	ND	ND	ND	29162,35	23,34
Duto PLEM BR1 PNA 1	45,68	0,05	3312,44	3,53	ND	ND	ND	ND
Duto PLET CRT-01PLEM BR1	2263,20	1,10	10512,99	5,13	ND	ND	ND	ND
Rota 29 e 30	731,57	1,49	2798,04	1,39	ND	ND	ND	ND
Área 30	7416,51	3,30	68206,76	24,31	ND	ND	ND	ND
Futuro Gasoduto 10"	2790,81	0,94	3312,44	3,53	ND	ND	ND	ND
Futuro Oleoduto 12"	16783,35	4,92	10512,99	5,13	ND	ND	ND	ND

ND= sem dado disponível.

## 6.2 Caracterização dos bancos de corais de águas profundas

Os bancos de corais estão geralmente associados a pequenas elevações do fundo marinho, onde o sedimento lamoso formava uma matriz com o cascalho de coral e restos de outros organismos (Figura 10).



Figura 10. Aspecto de um banco de corais de águas profundas da Bacia de Campos.

A porcentagem de cobertura dos bancos de corais nas áreas investigadas (apresentadas na Tabela II) foi inferior a 6% (Tabela V). O campo de Marlim Leste (considerando as informações das duas campanhas) apresentou a maior cobertura, enquanto que o campo de Caratinga teve a menor porcentagem e unicamente apresentou bancos de corais ao longo do duto Plet CRT1-Plem BR1.

Tabela V. Área dos bancos (m<sup>2</sup> e %) nas áreas investigadas.

Campo	Empreendimento	Cobertura de corais (m <sup>2</sup> )	Porcentagem da área investigada com corais (%)
Marlim Leste (2004-2005)	P-53	156.098,60	5,94
Espadarte	FPSO- ESP	9.177,47	1,43
Barracuda	P-43	37.117,39	4,57
Caratinga	P-48	2.716,00	0,96

O campo de Marlim Leste apresentou a maior altura média de bancos (Tabela VI). Nos outros campos investigados a altura média foi de aproximadamente 1 m.

Tabela VI. Altura dos bancos (média  $\pm$ EP) nas áreas investigadas.

Campo	Empreendimento	Altura (m, média $\pm$ EP)
Marlim Leste 2004-2005	P-53	1,54 $\pm$ 0,08
Espadarte	FPSO- ESP	0,84 $\pm$ 0,08
Barracuda	P-43	0,91 $\pm$ 0,13
Caratinga	P-48	1,10 $\pm$ 0,16

### 6.3 Caracterização da fauna dos bancos de corais

A fauna registrada pelas imagens de vídeo nos bancos de corais mostrou-se abundante e diversa, sendo identificados ao todo mais de 90 táxons com domínio de organismos suspensívoros. A tabela VII apresenta a lista dos táxons registrados nas imagens avaliadas e a estimativa da frequência de observação dos organismos agrupados em família. O grupo taxonômico que apresentou a maior frequência de observação foi Porifera, que superou todos os outros grupos em todas as áreas analisadas. Em contraste, o grupo menos freqüente nas imagens foi Crustacea. A parte central dos bancos é caracteristicamente formada por corais e esponjas e entre as várias associações registradas, destacam-se as associações destes organismos com ofiúros, galateídeos e o crescimento de corais moles sobre corais pétreos. Pelo menos três dos principais corais pétreos formadores de bancos foram observados na região: *L. pertusa*, *S. variabilis* e *E. rostrata*. Estes corais encontravam-se geralmente no centro dos bancos, junto a outras espécies de octocorais. Grandes esponjas da Classe Hexactinellida são também abundantes na parte central dos bancos. Ao redor das regiões centrais de maior abundância de corais e esponjas, é comum o aparecimento de uma faixa de transição até o início do sedimento fino, característico de águas profundas da Bacia de Campos. Nos sedimentos na periferia dos bancos, foram observados vários cnidários da Ordem Pennatulacea e esponjas da Família Hyalonematidae, principalmente. Na planície entre os bancos, foram registrados vários organismos típicos de mar profundo: peixes, crustáceos, equinodermatas.

Tabela VII. Listagem dos táxons registrados nas imagens nas campanhas do projeto de investigação de corais de águas profundas da Bacia de Campos.

<b>Porifera</b>		<b>71,49%</b>	<b>Crustacea (Cont.)</b>		
<b>Hexactinellida</b>	Farreidae	<b>49,70%</b>	Lithodidae	<0,1%	
	Euretidae	4,70%	Geryonidae	<0,1%	
	Hexactinellida NI	0,73%	Brachyura	<0,1%	
	Hyalonematidae	1,27%	Majidae	<0,1%	
	Ancorinidae	0,86%	Paguridae	<0,1%	
<b>Outros</b>	Lyssacosida	0,92%	Paguroidea	<0,1%	
	Dactylocalycidae	<0,1%	Mithracidae	<0,1%	
	Acanthidae	<0,1%	Decapoda - (caranguejo)	<0,1%	
	Rosellidae	<0,1%	Decapoda - (camarão)	<0,1%	
	Hexactinosida	<0,1%	<b>Outros</b>		
<b>Porifera NI</b>		13,11%	Epimeriidae	<0,1%	
<b>Cnidaria</b>		<b>23,03%</b>	Isopoda	<0,1%	
<b>Hexacorallia</b>	Caryophylliidae	<b>4,64%</b>	Lepadomorpha	0,38	
	Dendrophylliidae	0,17%			
	Hexacorallia NI	<0,1%			
<b>Octocorallia</b>	Primnoidae	<b>6,44%</b>	<b>Echinodermata</b>	<b>3,37%</b>	
	Cavulariidae	1,75%	<b>Ophiuroidea</b>		
	Anthothelidae	0,97%	Euryalina	0,38%	
	Coralliidae	0,82%	Ophiuridae	<0,1%	
	Plexauridae	0,68%	Ophiuroidea NI	0,54%	
	Isididae	0,79%	<b>Crinoidea</b>	Comatulida	0,21%
	Paragorgiidae	0,83%	<b>Asteroidea</b>	Brisingiidae	1,62%
	Alcyoniidae	<0,1%		Goniasteridae	0,12%
	Pennatulidae	<0,1%	<b>Echinoidea</b>	Asteronychidae	<0,1%
	Pennatulacea	0,29%		Benthopectinidae	<0,1%
	Octocorallia NI	3,72%		Asteroidea NI	0,30%
<b>Outros</b>	Actiniaria	1,38%	<b>Echinodermata NI</b>	<0,1%	
	Schizopathidae	0,21%	<b>Vertebrata</b>	<b>1,26%</b>	
	Myriopathidae	<0,1%	<b>Osteichthyes</b>		
	Zoanthidea	0,11%	Macrouridae	0,71%	
	Anthozoa NI	0,14%	Moridae	<0,1%	
<b>Crustacea</b>			Synaphobranchidae	<0,1%	
<b>Decapoda</b>	Pandalidae	<0,1%	Halosauridae	<0,1%	
	Galatheididae	<b>0,12%</b>	Elopomorpha	<0,1%	
	Galatheoidea	<0,1%	Teleostei NI	<0,1%	
			<b>Condriichthyes</b>		
			Rajidae	<0,1%	

No anexo 5 são apresentadas as amostras físicas que foram identificadas. Entre os cnidários, foram coletadas várias colônias do coral pétreo *S. variabilis*, espécie reconhecidamente formadora de bancos de profundidade. Foi coletada uma variedade de octocorais, hidrozoários galhados calcáreos (Stylasterina) e zoantídeos. Associados com os corais pétreos foram coletados poliquetas do gênero *Eunice*. A coleta de esponjas e especificamente trabalhosa devido à fragilidade dos organismos. Assim, um número pequeno de esponjas de vidro foi coletado, embora seja o grupo mais freqüente na

análise de imagens. Em menor número foram coletados alguns crustáceos e equinodermatas, geralmente em associação com os corais.

#### **6.4 Interferência de estruturas submarinas nos bancos de corais**

Com o intuito de verificar possíveis interferências de estruturas submarinas nos bancos de corais, foram selecionadas para avaliação algumas das áreas em locais de ancoragem e de passagem de dutos rígidos e flexíveis. Nas áreas de ancoragem avaliadas não foi verificada tal interferência, pois não foram encontrados bancos. Contudo, nos pontos de contato das amarras com o sedimento marinho, sem a presença de bancos, foram identificadas algumas alterações (sulcos) (Figura 11).



Figura 11. Amarra de ancoragem do FPSO Espadarte em contato com o leito marinho.

Nas regiões onde existem dutos rígidos e flexíveis também foi avaliada a possível interferência destes com os bancos de corais. Ambos os tipos de dutos provocaram alterações pontuais nos bancos. Os impactos provocados pelos dutos estavam aparentemente restritos ao local de contato com o fundo e a comunidade nas proximidades não apresentava sinais de alterações (Figura 12, A, B, C e D). Os dutos flexíveis, de menor diâmetro que os dutos rígidos, aparentemente provocam menor impacto nos bancos (Figura 12, C e D).

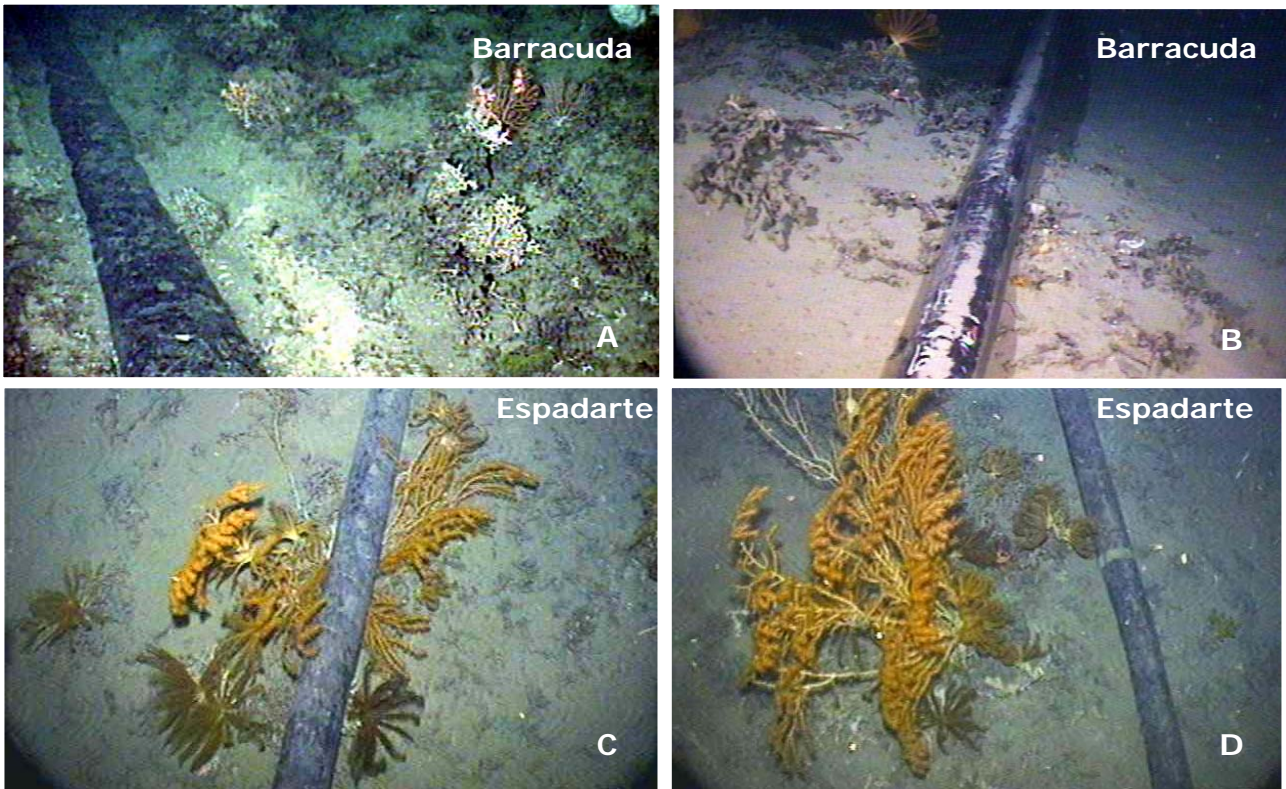


Figura 12. A) Duto rígido no campo de Barracuda; B, C e D) Dutos flexíveis nos campos de Barracuda e Espadarte.

Foi observado também o crescimento de vários cnidários sobre os dutos rígidos nas proximidades dos bancos e a presença de crustáceos, moluscos e peixes nas proximidades dos dutos (Figura 13).



Figura 13. Crescimento de corais pétreos (esquerda) e anêmonas (direita) sobre um duto rígido no campo de Barracuda.

### **6.5 Avaliação de imagens de inspeção de dutos rígidos existentes na companhia**

Como as filmagens são realizadas com o objetivo de avaliar a integridade de dutos, a velocidade elevada do ROV muitas vezes não permitiu a avaliação detalhada da fauna. Durante alguns trechos foi possível verificar bancos de corais nas proximidades do duto, em alguns casos em contato direto com as colônias. Aparentemente, as características dos bancos em relação à fauna foram similares às observadas nas áreas investigadas durante as campanhas, embora as imagens fossem restritas às imediações do duto. Em algumas oportunidades foi observado uma maior abundância da fauna sobre o duto nas proximidades dos bancos, bem como organismos utilizando a esta estrutura rígida como refúgio.

### **6.6 Divulgação**

Até o momento, o projeto gerou 15 trabalhos incluindo resumos de congressos, artigos científicos e apresentações orais. A divulgação de resultados é um dos objetivos específicos do projeto e induz à troca de informações com outros profissionais no âmbito nacional e internacional. No anexo 6 são apresentados alguns exemplos destas publicações.

## 7. DISCUSSÃO E ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS

A ocorrência de bancos de corais de águas profundas na Bacia de Campos foi registrada por alguns autores na década de 90 (Viana, 1994; Viana *et al.* 1998). Segundo estes autores, as condições de elevada oxigenação permitem o desenvolvimento de bancos de corais sobre as elevações existentes no fundo marinho, resultado de movimentos de massa do Pleistoceno. Estes trabalhos de cunho geológico constituem algumas das publicações sobre estas comunidades para o Atlântico SW. A maior parte das referências utilizadas hoje em dia para estudos de corais de águas profundas, tem sua origem em trabalhos desenvolvidos no Atlântico NE, principalmente na Noruega, país com uma atividade pesqueira e petrolífera importante. Embora nos últimos anos o número de trabalhos sobre corais de águas profundas no Brasil tenha aumentado, o conhecimento sobre estas comunidades ainda é insuficiente (Pires, no prelo, 2006).

O presente estudo é o primeiro na costa brasileira a utilizar ROVs para mapear e dimensionar bancos de corais de águas profundas e também a realizar levantamentos sistemáticos de imagens e amostragem da fauna associada a estes ecossistemas. Mapeamento, amostragem e monitoramento são essenciais para um bom entendimento dos ecossistemas de corais de águas profundas. Embora o uso de ROV tenha sido eficiente para mapear os bancos, este método requer um tempo excessivo de para realizar levantamentos em áreas extensas. Neste caso, ferramentas acústicas como o SSS e a ecosonda multi-feixe (multi-beam) são as mais indicadas para iniciar um mapeamento regional, pois ao fornecerem informações sobre a textura e morfologia do fundo marinho, podem indicar aonde existe a maior probabilidade de ocorrência de bancos de corais (Fosså *et al.*, 2005). Como já verificado por outros autores, as interpretações das imagens de SSS devem ser realizadas com cautela, já que a existência de regiões de alta refletividade não implica necessariamente na presença de bancos de corais de águas profundas vivos (Mortensen *et al.* 2000; Roberts *et al.* 2003). As discrepâncias entre os registros pré-existentes de SSS e as informações por ROV durante as campanhas do projeto podem ser atribuídas à falta de acurácia dos sistemas de geoposicionamento dos sonares (Mortensen, 2000; Fosså *et al.*, 2005), erros no delineamento e dimensionamento dos bancos durante a interpretação das imagens de SSS. Em algumas regiões onde existiam informações de mais de um SSS foram feitas comparações e igualmente verificadas discrepâncias. Além dos erros antes mencionados,



as discrepâncias podem estar vinculadas à falta de especificidade do sinal de SSS (Mortensen, 2000) que pode apontar para outros tipos de formações ou características do sedimento, como vasas calcáreas, corais mortos em subsuperfície, elevada concentração de carbonatos ou de matéria orgânica. Segundo Mortensen (2000), até o presente momento, a ocorrência de bancos de *L. pertusa* só pode ser confirmada com amostragem de fundo ou inspeção visual. De qualquer modo, as informações provenientes de ferramentas acústicas, como as imagens de SSS utilizadas no projeto, são extremamente importantes como norteadoras da possível presença de bancos de corais de profundidade em uma determinada região, devendo ser utilizadas sempre que se iniciar um trabalho de investigação sobre estes ecossistemas.

Embora tenham sido registrados corais em alguns testemunhos (dados pretéritos) nas áreas de estudo, suposições sobre a presença ou ausência de bancos em uma determinada área baseada apenas nesse tipo de informação são arriscadas e não são recomendadas (Fosså *et al.*, 2005). Os testemunhos também indicam a presença de bancos soterrados, com pouca ou nenhuma informação sobre a presença de corais sobre o leito marinho.

A observação direta, junto com a amostragem de fundo, é um dos melhores métodos para a identificação de corais de águas profundas (Mortensen, 2000), mesmo que alguns autores apontem para o fato de que a resolução das imagens de vídeo seja tipicamente pobre para permitir a identificação de organismos ao nível de espécie ou até mesmo gênero (Roberts *et al.* 2000). Por outro lado, estes mesmos autores também acrescentam que as imagens submarinas podem evidenciar organismos que pela sua fragilidade raramente são amostrados pelas técnicas tradicionais. A amostragem de alguns exemplares registrados nas imagens permite uma identificação mais precisa dos organismos por parte dos taxonomistas.

A metodologia utilizada no presente estudo e as imagens obtidas durante as campanhas permitiram a descrição das principais características dos bancos tais como área de cobertura e altura assim como dos principais grupos da mega-fauna presentes. Os bancos de corais investigados nos quatro campos apresentam similaridade e diferenças com relação aos encontrados em outras regiões, como em águas norueguesas. Entre as similaridades podemos citar, em primeiro lugar, em relação às características físicas dos bancos, o tamanho variado, a forma preferencialmente circular dos bancos de pequeno porte e forma mais alongada para os maiores, como observado por Mortensen (2000).

Este padrão de crescimento é compatível com o descrito por Wilson (1979), onde pequenos bancos circulares se tornaram alongados provavelmente devido a modificações das condições locais durante o crescimento de colônias dos corais formadores de recife. A porcentagem de cobertura média dos bancos de corais nos campos investigados foi inferior a 6% (máxima em Marlim Leste= 5,94%). Infelizmente, não existem estudos sobre a porcentagem de cobertura de bancos de corais ou estimativas similares além de Hovland *et al.* (2002), que estimaram a densidade de recifes por km<sup>2</sup> ao largo da Noruega e não a cobertura dos mesmos.

O fato dos levantamentos serem realizados em áreas com informações pretéritas que apontavam uma maior probabilidade de ocorrência de bancos de corais deve ser levado em consideração na comparação de cobertura de corais entre os campos estudados, já que houve uma escolha dirigida das áreas. Esta escolha teve como finalidade otimizar os levantamentos, considerando as dificuldades operacionais que este tipo de estudos implicam.

Em relação à altura, os bancos investigados no presente trabalho (altura média da ordem de 1 m e altura máxima de 13 m) foram menores que outros descritos também para a Bacia de Campos (15 m de altura em Viana *et al.*, 1998), provavelmente porque estes dois estudos foram realizados em diferentes faixas batimétricas na Bacia. Comparado com outras partes do mundo, bancos de corais de alturas similares aos que foram encontrados no presente estudo podem ser achados em *De Soto Slope*, Golfo do México (Schroeder, 2002). Por outro lado, os bancos do presente estudo também parecem ser bem menores que outras formações no Oceano Atlântico. Comunidades de corais profundos descritas no mar de Angola (Olu-Le Roy, 2004) podem alcançar 40m em altura enquanto que os bancos de *Oculina* e de *Lophelia/Enallopsamia* da Florida atingem 35 a 150 m, respectivamente (Reed, 2002a; Reed, 2002b). Montes de corais ainda mais altos, descritos por De Mol *et al.* (2002) em *Porcupine Basin* (Irlanda), podem alcançar 200 m de altura, enquanto formações de *Sula Ridge* (Noruega) atingem 35 m acima do leito marinho (Freiwald *et al.*, 2002). Provavelmente, como consequência da grande altura destes bancos e de condições diferenciadas de correntes de contorno, os organismos observados da fauna associada na costa norueguesa apresentam uma zonação bastante diferenciada. Embora a distribuição em faixas não tenha sido tão evidente, nos bancos estudados no presente estudo, a região central é aparentemente dominada por corais pétreos e esponjas de vidro de grande porte.

Muitas das imagens e todas as amostras físicas de Caryophylliidae foram identificadas como *S. variabilis* e de acordo com Cairns (1982), esta é a principal espécie de coral formadora de recifes no hemisfério sul. A heterogeneidade espacial criada pelos esqueletos dos corais abriga um enorme número de espécies. Embora não tenham sido feitos cálculos de diversidade, tanto na região central quanto na faixa de transição, foi possível observar um elevado número de táxons. Alguns grupos, sabidamente importantes em mar profundo, como por exemplo Ophiuroidea e Gastropoda (Gage e Tyler, 1991), provavelmente não foram registrados nas imagens por causa do pequeno tamanho e, portanto, podem ter sido subestimados, o que confirma o observado por outros autores que utilizaram metodologias similares (Messing *et al.* 1990). O registro de imagens em grandes profundidades pode ser dificultado por causa da neve marinha e pela suspensão de sedimento (pelos próprios organismos ou pelo veículo). Assim, é provável que os organismos conspícuos de maior tamanho e cores brilhantes sejam percebidos sem maiores dificuldades. Já organismos de pequeno porte, pouco conspícuos, ou de cores pouco brilhantes podem ser subestimados. As interações biológicas verificadas no presente trabalho, entre corais e esponjas e outros invertebrados, demonstram a importância ecológica destes ecossistemas de mar profundo como locais de assentamento, desenvolvimento e reprodução de muitas espécies (Rogers, 1999, Wilson, 1979).

As imagens pré-existentes de inspeção de dutos rígidos que foram avaliadas não forneceram informações adicionais àquelas obtidas durante as campanhas do projeto. A alta velocidade do ROV e o limitado campo de visão durante a inspeção dos dutos foram fatores que dificultaram a utilização deste tipo de informação, originalmente obtidas com a finalidade de verificar a integridade das instalações submarinas, para o estudo dos bancos de corais da Bacia de Campos.

A exploração e produção de hidrocarbonetos é uma das atividades que pode causar impactos aos corais de águas profundas, mas até agora, existe muito pouca literatura sobre este tema e geralmente são feitas extrapolações dos efeitos sobre as comunidades de corais de águas rasas (Freiwald *et al.*, 2004). Dutos, âncoras e perfuração de poços podem afetar de forma negativa e pontual os corais e fauna associada, seja pelo esmagamento dos organismos ou pela suspensão de sedimento. Até o presente, não existem trabalhos que quantifiquem tais efeitos, ou que estabeleçam, por exemplo, distâncias mínimas entre os bancos de corais e as estruturas para minimização ou

eliminação dos impactos, mesmo em países como a Noruega onde se realizam estudos sobre corais de águas profundas há mais de 20 anos. Durante o planejamento da rota de dutos submarinos, procura-se evitar, ao máximo, desníveis do terreno (como aqueles causados pela presença de bancos de corais no assoalho marinho), pois estes podem favorecer a ocorrência de vãos livres. Em algumas ocasiões é inevitável o contato entre os dutos e bancos de corais. Observações realizadas no campo de Barracuda evidenciaram que o impacto físico pontual causado pelo lançamento de dutos sobre bancos de corais está, aparentemente, restrito à proximidade dos mesmos. Além disto, foi evidenciado o crescimento de alguns corais de águas profundas sobre a superfície da tubulação. Superfícies duras apresentam as condições para o assentamento e desenvolvimento de corais pétreos e anêmonas (Mortensen, 2000; Rogers, 1999), além de outros invertebrados. Paralelamente foram observados crustáceos, moluscos e peixes nas proximidades dos dutos, evidenciando o uso destas estruturas como refúgio ou área para alimentação.

Algumas empresas de petróleo no Mar do Norte (ex. *Statoil, BP, Shell UK LTD., Hess, Marathon, Talisman* e *Total E&P*) têm trabalhado em parceria com universidades e centros de pesquisa com o propósito de mapear e conhecer os corais de águas profundas e fauna associada que estão presentes nas áreas de atuação. Há também um esforço da comunidade científica internacional para a ampliação do conhecimento sobre a biologia e a ecologia de ambientes profundos, que subsidiem estudos de avaliação dos impactos das diferentes indústrias sobre estes ecossistemas. Até o momento, poucos são os estudos publicados sobre a avaliação dos impactos da indústria de petróleo sobre os corais de águas profundas, pois o foco está voltado para os impactos causados pela pesca comercial, reconhecidamente mais críticos, extensos e largamente documentados (Freiwald *et al.* 2004), inclusive em águas brasileiras (Kitahara, 2005). Por este motivo, falar de impactos de uma estrutura submarina sobre um banco de coral exige cautela, não devendo ser feitas extrapolações além da alteração física (pluma de sedimento, alteração dos padrões de corrente em micro-escala, esmagamento, etc), já que a abrangência e a consequência destas interferências nos corais de águas profundas requerem o aprofundamento do conhecimento sobre a biologia e ecologia dos invertebrados.

No final da década de 90, durante o descomissionamento de plataformas de petróleo no Mar do Norte foram encontradas colônias de *L. pertusa* crescendo nas superfícies antes submersas a 60-109m (Bell e Smith, 1999). Recentemente, pesquisadores escoceses

acompanharam o crescimento de colônias através de imagens de inspeção submarina de plataformas de petróleo no Mar do Norte (Gass e Roberts, 2006). Além das estimativas de crescimento ( $26 \pm 5$  mm ao ano), o estudo avaliou os possíveis efeitos causados pelos rejeitos das atividades de perfuração sobre as colônias localizadas próximas aos pontos de descarte, onde foi observada a morte parcial ou total das colônias. Por outro lado, a presença de estruturas submarinas da indústria de E&P numa determinada região implica na exclusão da pesca evitando indiretamente a destruição dos bancos provocada por arrastos de fundo.

Embora o mar profundo seja um ambiente vasto (o que poderia atenuar os impactos), o conhecimento deste para a avaliação dos efeitos antropogênicos em longo prazo é limitado. A consequência dos impactos específicos da indústria do petróleo também é pouco estudada, mas é de conhecimento público o caráter local e moderado dos mesmos (Glover e Smith, 2003). Para a avaliação dos possíveis impactos de uma atividade sobre um determinado ecossistema é fundamental o conhecimento das condições prévias a tal impacto. Os levantamentos realizados no campo de Marlim Leste, prévios à instalação das estruturas submarinas, somados a ampliação do conhecimento da biologia e ecologia dos corais de águas profundas, poderão subsidiar futuras avaliações de possíveis impactos vinculados a atividades da empresa na Bacia de Campos.

Embora a apresentação deste relatório à CGPEG/IBAMA corresponda ao cumprimento da última etapa prevista no “Plano de Ação do Projeto de Pesquisa para a Avaliação dos Ecossistemas Associados a Corais de Águas Profundas na Bacia de Campos”, a Petrobras, em parceria com universidades, continuará pesquisando estes ecossistemas em consonância com o Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Campos (PCR-BC). A abordagem, de caráter regional, irá focar no conhecimento da biologia e ecologia dos bancos de corais profundos da Bacia de Campos, abrangendo diferentes batimetrias e latitudes.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- ✓ As campanhas do projeto “Avaliação dos Ecossistemas Associados a Corais de Águas Profundas da Bacia de Campos” foram as primeiras nas quais foram realizados levantamentos sistemáticos de imagens e amostragem de corais de águas frias com ROVs na costa brasileira.
- ✓ Ferramentas acústicas podem dar indícios da existência de bancos de corais, porém a confirmação deve ser complementada com uso de ROV/submersíveis e coletas de amostras. Houve discrepâncias entre as informações disponíveis de SSS e os bancos verificados no presente estudo, em relação à presença, geoposicionamento e dimensão dos mesmos. Isto deve ser considerado sempre que estas informações acústicas forem utilizadas como indicadoras da ocorrência de bancos de corais de águas profundas numa determinada região.
- ✓ Foram identificados bancos de corais com uma fauna variada, ficando evidente a contribuição do projeto com dados inéditos e de incalculável valor para o conhecimento da biodiversidade da região estudada da Bacia de Campos e de águas profundas brasileiras.
- ✓ Estudos de longo prazo são necessários para o entendimento da biologia, ecologia e mensuração dos efeitos das atividades da indústria de óleo e gás sobre estes ecossistemas.
- ✓ Os equipamentos utilizados foram adequados para as necessidades do projeto. Entretanto, desataca-se o tempo excessivo para realizar levantamentos com ROV em áreas extensas.
- ✓ As dimensões dos bancos foram menores do que as registradas para outras regiões do Atlântico.
- ✓ Para a avaliação da interferência das atividades de E&P de petróleo devem ser aprofundados os estudos sobre a biologia e ecologia dos corais de águas profundas e da fauna associada a este ecossistema.
- ✓ A continuidade de estudos sobre corais de águas profundas na Bacia de Campos, conduzidos pelo Cenpes em parceria com universidades, contribuirá para o conhecimento da biologia e ecologia de corais e da fauna associada, visando a um melhor entendimento destes ecossistemas.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arantes, R. C. M. e M.S. Medeiros. *In press*. Primeiro registro *Anthothela grandiflora* (Sars, 1859) (Cnidaria, Octocorallia, Anthothelidae) no Brasil. Arch. Mus. Nac.

Bell, N. e J. Smith, 1999. Coral growing on North Sea oil rigs. *Nature*, 402:601.

Cairns, S.D. 1979. The deep-water Scleractinia of the Caribbean Sea and adjacent water. *Stud. Fauna Curaçao*, 57:1-341.

Cairns, S.D. 1982. Antarctic and subantarctic scleractinia. *Biology of the Antarctica Seas XI, Ant-arct. Res. Ser.*, 34: 1-74.

Cairns, S.D. 2000. A revision of the shallow-water azoxanthellate Scleractinia of the Western Atlantic. *Stud. Fauna Curaçao*, 75:1-240.

Castro, B. M., Lorenzetti, J.A., Silveira, I.C.A., L.B. Miranda. 2006. Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). Em: *O Ambiente Oceanográfico da Plataforma Continental e do Talude na Região Sudeste-Sul do Brasil*, 11-120.

Fosså, J.H., Mortensen, P.B. e D.M. Furevik, 2002. The deep-water coral *Lophelia pertusa* in Norwegian waters: distribution and fishery impacts. *Hydrobiologia*, 471: 1-12.

Freiwald, A., Hühnerbach, V., Lindberg, B. Wilson, J.B., e J. Campell. 2002. The Sula Reef Complex, Norwegian Shelf. *Facies*, 47:179-200.

Freiwald, A., J.H. Fosså, A. Grehan, T. Koslow, e J.M. Roberts. 2004. Cold-water coral reefs. UNEP-WCMC, Cambridge. 84 p.

Gass, S. e J.M. Roberts, 2006. The occurrence of the cold-water coral *Lophelia pertusa* (Scleractinia) on oil and gas platforms in the North Sea: Colony growth, recruitment and environmental controls on distribution. *Marine Pollution Bulletin* 52: 549-559.

Gage, J.D. e P.A. Tyler. 1991. *Deep-sea biology. A Natural History of Organisms at the Deep-Sea Floor*. Cambridge, 504 pp.

Hatcher, B.G. e R.E. Scheibling, 2001. What determines whether deep-water corals build reefs: do shallow reef models apply? *Proceedings of the First International Symposium on Deep-Sea Corals*, 6-18.

Hovland, M. e P.B. Mortensen, 1999. Recifes de coral Noruegueses e processos no fundo do mar. John Grieg, Bergen, 155 pp.

Hovland, M., Vasshus, S., Indreeide, A., Austdal, L. e O. Nilsen. 2002. Mapping and imaging deep-sea coral reefs off Norway, 1982-2000. *Hydrobiologia*, 471:13-17.

Jensen, A. e R. Frederiksen. 1992. The fauna associated with the bank-forming deepwater coral *Lophelia pertusa* (Scleractinia) on the Faroe Shelf. *Sarsia*, 77: 53-69.

Kitahara, M.V., 2005. Industrial fisheries impact on the deep-sea Scleractinia in southern Brazil. Proc. 3<sup>rd</sup> Int. Symp. Deep-Sea Corals, Miami, page 237.

Laborel, J. 1969. Les peuplements de Madréporaires des côtes tropicales du Brésil. *Annls. Univ. Abidjan* (E), 2(3): 261 pp.

Le Goff-Vitry, M.C., A.D. Rogers, e D. Baglow. 2004. A deep-sea slant on the molecular phylogeny of the Scleractinia. *Mol. Phylogenet. Evol.* 30: 167-177.

Loiola, L. L., e C.B. Castro, 2001. Three new records of Antipatharia (Cnidaria) from Brazil, including the first record of a Schizopathidae. *Bol. Mus. Nac., N.S., Zool. Rio de Janeiro*, 455: 1-10.

Medeiros, M.S. 2005. Isididae (Cnidaria: Octocorallia) from Brazil. Proc. 3<sup>rd</sup> Int. Symp. Deep-Sea Corals, Miami, page 147.

Messing, C.G., Neumann, A.C. e J.C. Lang. 1990. Biozonation of Deep-Water Lithoherms and Associated Hardgrounds in the Northeastern Straits of Florida. *Palaios*, 5: 15-33.

Mortensen, P.B., 2000. *Lophelia pertusa* (Scleractinia) in Norwegian waters. Distribution, growth and associated fauna. PhD. Thesis. University of Bergen, Norway, 2000.

Mortensen, P.B., Hovland, M., Brattergard, T. e R. Farestveit. 1995. Deep water bioherms of the scleractinian *Lophelia pertusa* (L.) at 64° N on the Norwegian shelf: structure and associated megafauna. *Sarsia* 80: 145-158.

Mortensen, P.B., Roberts, J.M. e R.C. Sundt. 2000. Video-assisted grabbing: a minimally destructive method of sampling azooxanthellate coral banks. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 80: 365-366.

Olu-Le Roy, K. 2004. Les coraux profonds: une biodiversité à évaluer et à préserver. *VertigO, la revue en sciences de l'environnement*, 5: 1-10.

Perez, J.A.A. e R. Wahrlich. 2005. A bycatch assessment of the gillnet monkfish *Lophius gastrophysus* fishery off southern Brazil. *Fish. Res.* 72: 81-95.

Pires, D.O., C.B. Castro., M.S. Medeiros, e M.C. Thiago. 2004. Anthozoa. Pages 71-76 in A.C.Z. Amaral e C.L.B. Rossi-Wongtschowski. Eds. Biodiversidade bentônica da região sudeste-sul do Brasil- Plataforma externa e talude superior. Série de documentos REVIZEE- Score Sul Instituto Oceanográfico-USP, São Paulo, 216 p.

Pires, D. O. *In press*, 2006. Azooxanthellate coral fauna from Brazil. 3<sup>rd</sup> Int. Symp. Deep-Sea Corals, Bull. Mar. Sci.

Reed, J.K. 2002a. Deep-water *Oculina* coral reefs of Florida: biology, impacts and management. *Hydrobiologia*, 471: 43-55.

Reed, J.K. 2002b. Comparison of deep-water coral reefs and lithoherms off southeastern USA. *Hydrobiologia*, 471: 57-69.



Roberts, J.M., Harvey, S. M., P.A. Lamont, J.D. Gage e J.D. Humphery. 2000. Seabed photography, environmental assessment and evidence for deep-water trawling on the continental margin west of the Hebrides. *Hydrobiologia*, 441:173-183.

Roberts, J.M. Long, D., Wilson, J.B. Mortensen, P.B. e J.D. Gage. 2003. The cold-water coral *Lophelia pertusa* (Scleractinia) and enigmatic seabed mounds along the north-east Atlantic margin: are they related? *Marine Pollution Bulletin*, 46: 7-20.

Rogers, A.D. 1999. The biology of *Lophelia pertusa* (Linnaeus, 1758) and other deep-water reef-forming corals and impacts from human activities. *International Revue of Hydrobiology*, 84: 315-406.

Schroeder, W.W. 2002. Observation of *Lophelia pertusa* and the surficial geology at a deep-water site in the north eastern Gulf of Mexico. *Hydrobiologia*, 471: 29-33.

Sumida, P.Y.G., M. Y. Yoshinaga, L.A. S. Madureira, e M. Hovland. 2004. Seabed pockmarks associated with deep-water corals off SE Brazilian continental slope, Santos Basin. *Mar. Geol.* 207: 159-167.

United Nations Environment Programme (UNEP). Convention on Biological Diversity. 10 February 2006. Available from: <http://www.biodiv.org/convention/articles.asp?>

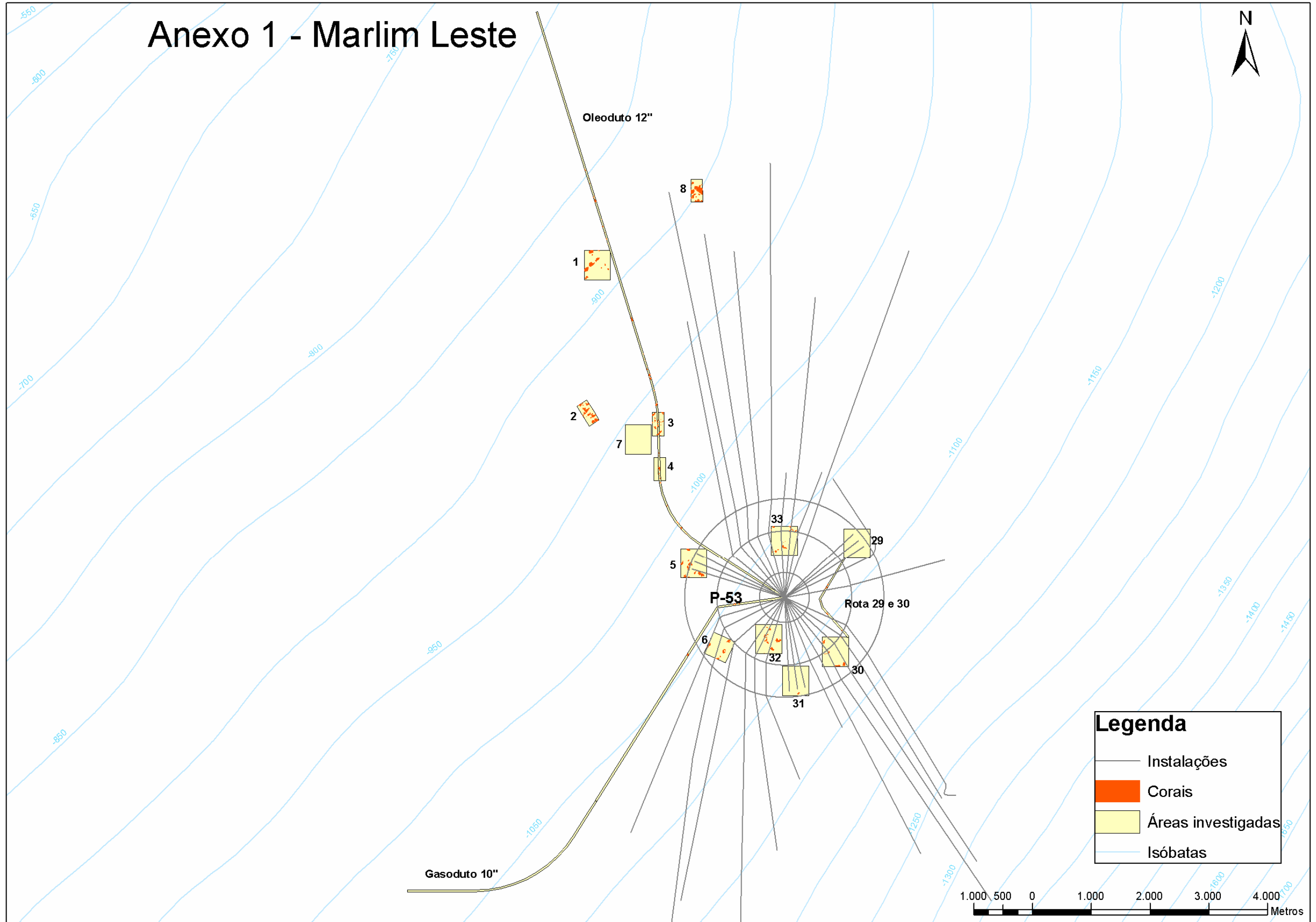
Viana, A.R. 1994. Deep-water Mounds along Southeastern Brazilian Continental Slope. 14<sup>th</sup> Int. Sedimentol. Congr., Recife, August 1994, Abstr. Int. Assoc. Sedimentol., D- 86.

Viana, A.R., Faugères, J.C., Kowsmann, R.O., Lima, J.A.M., Caddah, L.F.G. e J.G. Rizzo. 1998. Hydrology, morphology and sedimentology of the Campos continental margin, offshore Brazil. *Sedimentary Geology*, 115: 133-157.

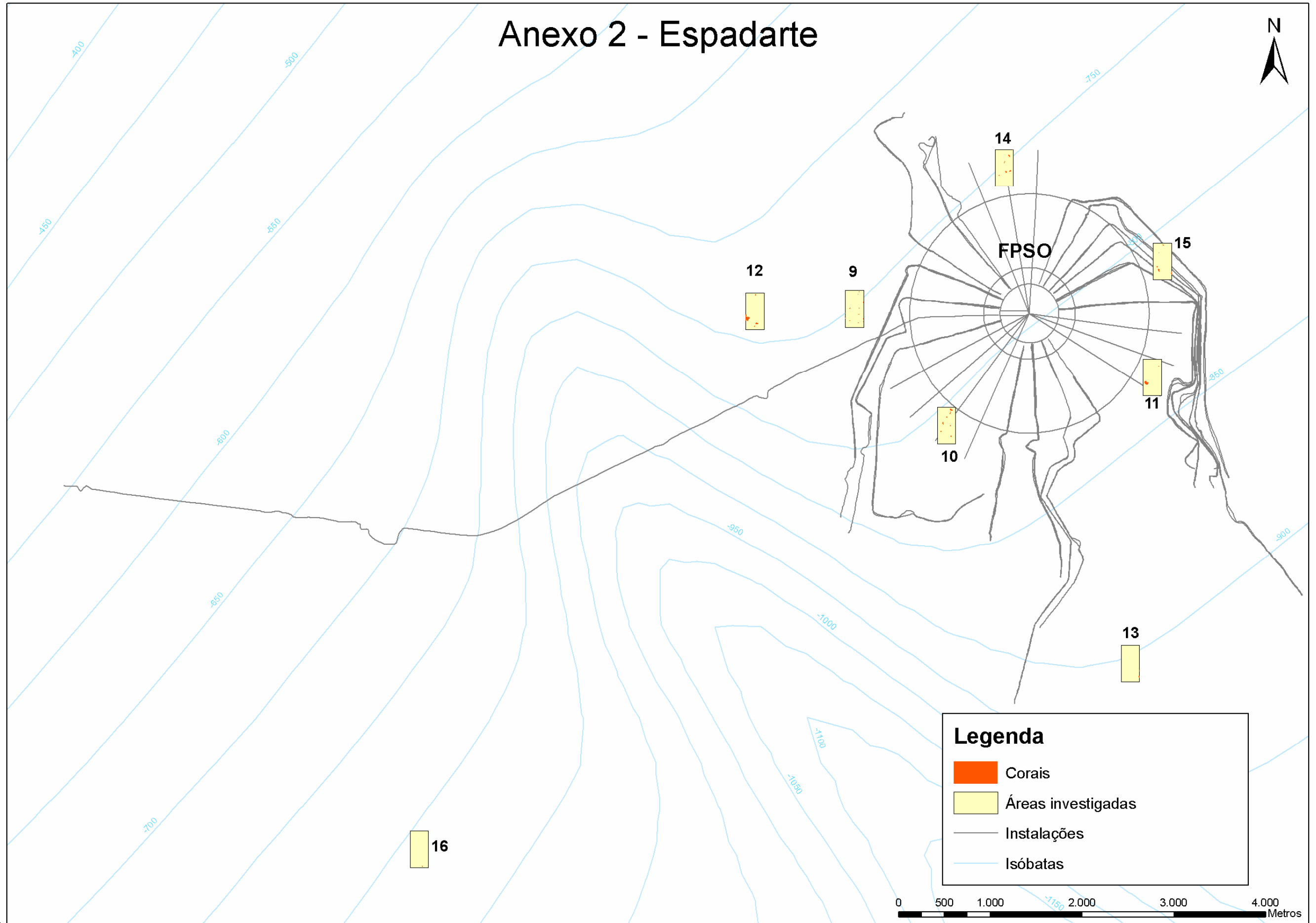
Wilson, J.B. 1979 "Patch development" of the deep-water coral *Lophelia pertusa* (L.) on Rockall bank. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 59: 165-177.

## **ANEXOS**

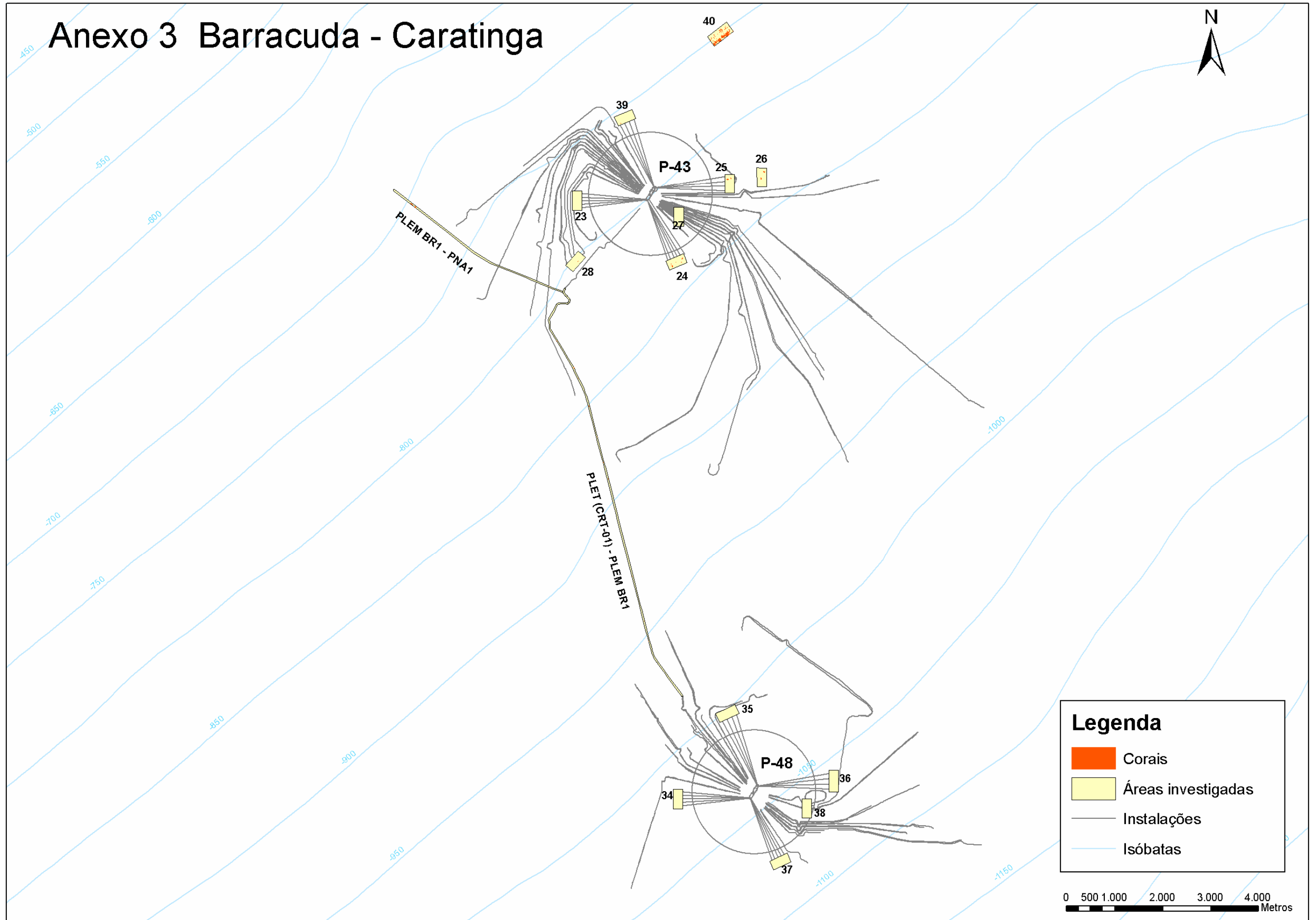
# Anexo 1 - Marlim Leste



# Anexo 2 - Espadarte



# Anexo 3 Barracuda - Caratinga



**Anexo 4.** Comparação da área de cobertura dos bancos (m<sup>2</sup>) e porcentagem de cobertura para as áreas estudadas, segundo as informações obtidas com ROV e com os diferentes SSS disponíveis.

Área	ROV		SIS 3000 Dutos		SIS 3000		PROCAP 1000	
	Soma dos bancos (m <sup>2</sup> )	% de cobertura	Soma das regiões de alta refletividade (m <sup>2</sup> )	% de cobertura	Soma das regiões de alta refletividade (m <sup>2</sup> )	% de cobertura	Soma das regiões de alta refletividade (m <sup>2</sup> )	% de cobertura
Área 1	20058,26	<b>8,99</b>	28393,68	<b>12,73</b>	ND	ND	ND	ND
Área 2	21407,04	<b>26,76</b>	26997,82	<b>33,74</b>	803,86	1,00	ND	ND
Área 3	9155,99	<b>11,45</b>	50972,11	<b>63,72</b>	2458,08	3,07	ND	ND
Área 4	ND	ND	40662,58	50,83	193,79	0,24	ND	ND
Área 5	17278,33	7,74	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Área 6	10114,27	6,32	ND	ND	4611,42	2,88	ND	ND
Área 7	ND	ND	61081,27	27,38	4756,63	2,13	ND	ND
Área 8	26540,52	<b>33,29</b>	ND	ND	ND	ND	36938,89	<b>46,33</b>
Área 9	790,17	0,99	ND	ND	2703,18	3,37	ND	ND
Área 10	1172,22	1,47	ND	ND	1125,02	1,41	ND	ND
Área 11	2323,79	2,90	ND	ND	1172,58	1,47	ND	ND
Área 12	2331,25	2,91	ND	ND	5322,85	6,65	ND	ND
Área 13	376,68	0,47	ND	ND	1560,10	1,95	ND	ND
Área 14	1175,99	1,47	ND	ND	1657,09	2,07	ND	ND
Área 15	874,05	1,09	ND	ND	2580,51	3,22	ND	ND
Área 16	133,31	0,17	ND	ND	1893,87	2,36	ND	ND
Área 23	0,00	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Área 24	2458,27	3,07	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Área 25	1339,85	16,67	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Área 26	1731,92	2,16	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Área 27	56,26	0,07	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Área 28	97,21	0,12	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Área 34	0,00	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Área 35	0,00	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Área 36	0,00	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Área 37	0,00	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Área 38	0,00	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Área 39	137,84	0,17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Área 40	29245,91	23,41	ND	ND	ND	ND	29162,35	23,34
Duto PLEM BR1 PNA 1	45,68	0,05	3312,44	3,53	ND	ND	ND	ND
Duto PLET CRT-01PLEM BR1	2263,20	1,10	10512,99	5,13	ND	ND	ND	ND
Área 29	0,00	0,00	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Rota 29 e 30	731,57	<b>1,49</b>	2798,04	<b>1,39</b>	ND	ND	ND	ND
Área 30	7416,51	<b>3,30</b>	68206,76	<b>24,31</b>	ND	ND	ND	ND
Área 31	985,70	0,44	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Área 32	12430,33	5,52	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Área 33	8802,41	3,91	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Futuro Gasoduto 10"	2790,81	<b>0,94</b>	3312,44	<b>3,53</b>	ND	ND	ND	ND
Futuro Oleoduto 12"	16783,35	<b>4,92</b>	10512,99	<b>5,13</b>	ND	ND	ND	ND

ND sem dado disponível

## Anexo 5. Identificação das amostras físicas provenientes de Marlim Leste (2204-2005)

Identificação	Data	Local	Prof. (m)	Lat. (S)	Long. (W)
<i>CNIDARIA</i>					
Hydrozoa	23/07/05	GAS 10" BANCO 90	1047	7519965	400433
Stylasterina	23/07/05	AREA 33 BANCO 94	1048	7520949	401306
<i>Solenosmilia variabilis</i>	23/07/05	AREA 33 BANCO 94	1048	7520949	401306
<i>Solenosmilia variabilis</i>	23/07/05	AREA 33 BANCO 94	1048	7520949	401306
<i>Solenosmilia variabilis</i>	23/07/05	AREA 33 BANCO 94	1048	7520949	401306
<i>Solenosmilia variabilis</i>	23/07/05	AREA 33 BANCO 94	1094	7520949	401306
Stylasterina	23/07/05	AREA 33 BANCO 94	1048	7520949	401306
<i>Solenosmilia variabilis</i>	13/07/05	OLEODUTO 12 "	867	7526394	378258
Zoanthidea sp. 2	13/07/05	OLEODUTO 12 "	867	7526394	378258
<i>Acanthogorgia armata</i>	13/07/05	OLEODUTO 12 "	867	7526394	378258
<i>Candidella imbricata</i>	13/07/05	OLEODUTO 12 "	867	7526394	378258
<i>Solenosmilia variabilis</i>	13/07/05	OLEODUTO 12 "	867	7526394	378258
Hydrozoa	13/07/05	OLEODUTO 12 "	867	7526394	378258
<i>Candidella imbricata</i>	13/07/05	OLEODUTO 12"	867	7526394	378258
<i>Candidella imbricata</i>	13/07/05	OLEODUTO 12 "	867	7526394	398258
<i>Acanthogorgia armata</i>	13/07/05	OLEODUTO 12 "	867	7526394	398258
<i>Narella alvinae</i>	12/11/04	TR 900-640	846	7527703	398907
Paramuricea sp.	12/11/04	TR 900-640	846	7527703	398907
Scleraxonia	12/11/04	TR 900-640	846	7527703	398907
Scleraxonia	12/11/04	TR 900-640	846	7527703	398907
<i>Narella alvinae</i>	12/11/04	TR 900-640	846	7527711	398905
<i>Flabellum</i> sp.	12/07/05	OLEODUTO 12"	803	7529617	397227
<i>Solenosmilia variabilis</i>	12/11/04	TR 900-640	848	s/dado	s/dado
<i>Solenosmilia variabilis</i>	22/07/05	AREA 32 BANCO 78	1079	7519222	401084
<i>Narella alvinae</i>	22/07/05	AREA 32 BANCO 78	1079	7519222	401084
Hydrozoa	22/07/05	AREA 32 BANCO 78	1079	7519222	401084
<i>Solenosmilia variabilis</i>	22/07/05	AREA 32 BANCO 78	1079	7519222	401084
<i>Narella alvinae</i>	22/07/05	AREA 32 BANCO 78	107	7519222	401084
<i>Paragorgia johnsoni</i>	07/11/04	AREA 6 (1e 2)	1052	7519325	400324
<i>Enallopsammia rostrata</i>	07/11/04	AREA 6 (3)	1054	7519341	400354
<i>Solenosmilia variabilis</i>	07/11/04	AREA 6 (4)	1054	7519341	400354

## Anexo 5. Continuação

<i>Candidella imbricata</i>	07/11/04	AREA 6 AMOSTRA 5	1054	7519341	400354
<i>Solenosmilia variabilis</i>	23/07/05	AREA 32 BANCO 85	1077	7519346	400985
<i>Trachytella</i> sp.	23/07/05	AREA 32 BANCO 85	1077	7519346	400985
<i>Solenosmilia variabilis</i>	23/07/05	AREA 32 BANCO 85	1077	7519346	400985
Actiniaria	23/07/05	AREA 32 BANCO 85	1077	7519346	400985
<i>Solenosmilia variabilis</i>	23/07/05	AREA 32 BANCO 85	1077	7519346	400985
Zoanthidea sp. 1	23/07/05	AREA 32 BANCO 85	1077	7519346	400985
<i>Solenosmilia variabilis</i>	23/07/05	AREA 32 BANCO 85	1077	7519346	400985
Hydrozoa	23/07/05	AREA 32 BANCO 85	1077	7519346	400985
<i>Enallopsammia rostrata</i>	23/07/05	AREA 32 BANCO 85	1077	7519346	400985
<i>Solenosmilia variabilis</i>	23/07/05	AREA 32 BANCO 85	1077	7519346	400985
<i>Narella alvinae</i>	23/07/05	AREA 32 BANCO 85	1077	7519346	400985
<i>Solenosmilia variabilis</i>	19/07/05	ROTA 29-30 BANCO 59	1110	7519517	402278
<i>Paragorgia johnsoni</i>	19/07/05	ROTA 29-30 BANCO 59	1110	7519517	402278
<i>Paragorgia johnsoni</i>	19/07/05	ROTA 29-30 BANCO 59	1110	7519517	402278
<i>Solenosmilia variabilis</i>	22/07/05	AREA 32 BANCO 85	1073	7519548	401039
<i>Corallium niobe</i>	22/07/05	AREA 32 BANCO 80	1073	7519548	401039
<i>Narella alvinae</i>	22/07/05	AREA 32 BANCO 80	1073	7519548	401039
<i>Solenosmilia variabilis</i>	22/07/05	AREA 32 BANCO 80	1073	7519548	401039
Hydrozoa	22/07/05	AREA 32 BANCO 80	1073	7519548	401039
<i>Corallium</i> sp.	22/07/05	AREA 32 BANCO 80	1073	7519548	401039
Actiniaria	23/07/05	GASODUTO 10" BANCO 90	1047	7519909	400441
<i>Calyptrophora pillsburyae</i>	23/07/05	GASODUTO 10" BANCO 90	1047	7519909	400441
<i>Corallium</i> sp.	23/07/05	GASODUTO 10"	1047	7519909	400441
<i>Trachytella</i> sp.	23/07/05	GASODUTO 10"	1047	7519909	400441
Hydrozoa	23/07/05	GASODUTO 10"	1047	7519909	400441
<i>Paramuricea</i> sp.	23/07/05	GASODUTO 10" BANCO 90	1047	7519909	400441
<i>Paramuricea</i> sp.	23/07/05	GASODUTO 10" BANCO 90	1047	7519909	400441
<i>Calyptrophora pillsburyae</i>	23/07/05	GASODUTO 10" BANCO 90	1046	7519960	400426
Stylasterina	23/07/05	GASODUTO 10" BANCO 90	1047	7519965	400433
<i>Trachytella</i> sp.	23/07/05	GASODUTO 10" BANCO 90	1047	7519965	400433
<b>PORIFERA</b>					
Lyssacinosida cf. Euplectellidae	23/06/05	ÁREA 32 BANCO 85	1077	7519346	400985



## Anexo 5. Continuação

<i>Asbestopluma cf. bihamatifera</i>	13/06/05	OLEODUTO 12"	867	7526394	398258
<i>Hyalonema (Leptonema) sp.</i>	12/11/04	TR 900-640	835	7528107	398230
<i>Farrea sp. n. + B) Mycale cf. profunda + C) Radiella sp. + D) cf. Microcionidae - Hexactinellida, Hexactinosida, Euretidae + Demospongiae</i>	12/11/04	TR 900-640	835	7528104	398232
<i>Farrea cf. foliascens</i>	12/11/04	TR 900-640	848	7527703	398907
<i>Farrea cf. foliascens</i>	12/11/04	TR 900-640	848	7527703	398907
Hexactinosida (morto)	23/06/05	GASODUTO 10" BANCO 90	1047	7519909	400441
Hexactinosida (morto)	23/06/05	GASODUTO 10" BANCO 90	1047	7519650	400433
<b>POLYCHAETA</b>					
<i>Eunice sp.</i>	23/07/05	AREA 33	1048	7520949	401306
<i>Eunice sp.</i>	11/12/04	TR 900-640	848	7527725	398888
<i>Eunice sp.</i>	22/07/05	ÁREA 32	1079	7519222	401084
<i>Malmgreniella sp.</i>	23/07/05	GASODUTO 10"	1041	7519909	400441
<i>Malmgreniella sp.</i>	13/07/05	OLEODUTO 12 "	867	7526394	398258
<i>Eunice sp</i>	23/07/05	ÁREA 32	1077	7519346	400985
<b>CRUSTACEA</b>					
<i>Munidopsis sp.</i>	23/07/05	AREA 33	1048	7520949	401306
<i>Heterocarpus sp.</i>	11/12/04	AREA 8	890	7527259	399901
<b>ECHINODERMATA</b>					
<i>Astrodia tenuispina</i>	22/07/05	ÁREA 32 Banco 80	1073	7519548	401039
<i>Astrodia tenuispina</i>	23/07/05	AREA 32 Banco 85	1077	7519346	400985
<i>Novodinia antillensis</i>	12/11/04	TR 900-640	848	7527721	398888
<i>Asteroschema</i>	22/07/05	ÁREA 32 Banco 80	1073	7519548	401039
Classe Ophiuroidea	23/07/05	AREA 32 Banco 85	1077	7519346	400985
<i>Novodinia antillensis</i>	12/11/04	TR 900-640	848	7527721	398888

## Anexo 6. Alguns trabalhos apresentados vinculados ao projeto de Corais de Águas Profundas da Bacia de Campos.

Congresso Brasileiro de Oceanografia. Vitória, outubro de 2005.



### Uso de Ferramentas Remotas no Mapeamento de Bancos de Corais de Águas Profundas na Bacia de Campos (RJ) e Descrição Preliminar das Formações Encontradas

Responsáveis: Cavalcanti<sup>1</sup>, G. H. (guaranihc@petrobras.com.br); Curbelo Fernandez<sup>1</sup>, M. P.; Falcão<sup>1</sup>, A. P. C.; Castaños<sup>2</sup>, G. O.; Piauilino<sup>2</sup>, P. O. V.; Politano<sup>1</sup>, A. T.; Morosko<sup>1</sup>, E. M.

<sup>1</sup> Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello-Cenpes/Petrobras.

<sup>2</sup> Engenharia/IEPT/EEPTM/EDI/Petrobras

O "Projeto de Caracterização de Corais de Águas Profundas da Bacia de Campos" conduzido pelo Cenpes/Petrobras, tem como objetivo principal a caracterização destes ecossistemas e pretende avaliar as ferramentas ou metodologias atualmente disponíveis para a condução deste tipo de estudo.

Dentre estes, o sonar de varredura lateral (SSS) é um método geofísico de alta resolução (frequências na ordem de kHz), onde destacam-se áreas com alto padrão reflexão na superfície oceânica. Este padrão pode indicar diversas feições e dentre elas, formações carbonáticas, áreas de alta concentração de matéria orgânica no sedimento e presença de vasas calcáreas. Além deste método são possíveis avaliações diretas como amostragem de fundo e a observação realizada com veículos operados remotamente (ROVs). Neste painel são apresentados os resultados de uma campanha realizada em novembro de 2004.

A partir das informações pretéritas disponíveis de SSS foram escolhidas oito áreas de tamanho regular e uma região específica de alta refletividade para investigação com ROV, no sul da Bacia de Campos. Na figura 1, é apresentada a metodologia adotada para o levantamento numa área.

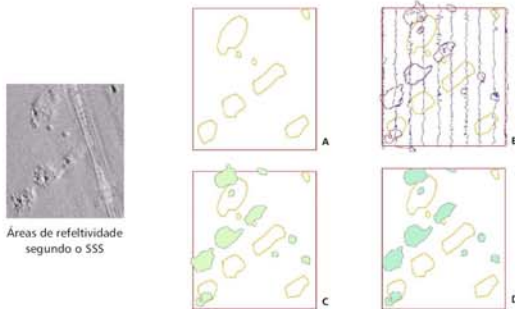
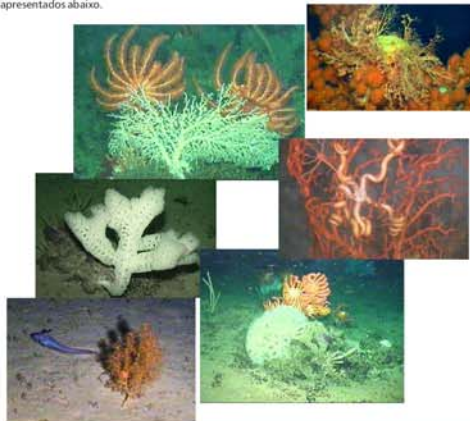


Fig. 1 - A) contorno das áreas de alta refletividade identificadas pelo SSS (contorno bege); B) track do ROV e contorno dos bancos identificados in situ (distância entre as linhas = 50m) e contornos identificados através de SSS (bege); C) contornos identificados através de SSS (bege) e bancos identificados com ROV (verde); D) contornos de SSS (bege) e bancos identificados para cálculo de percentagem de cobertura (bancos restritos à área investigada).

Algumas características dos bancos foram registradas, incluindo área (m<sup>2</sup> e %) e altura dos bancos (média ± EP) (Tab.1). As áreas 3, 4 não tiveram os bancos contornados. Os grupos representantes da megafauna presentes nos bancos de corais das áreas estudadas encontram-se na tabela 2. A identificação dos espécimes ao menor nível taxonômico está sendo iniciada. Algumas imagens dos espécimes observados encontram-se apresentados abaixo.



A partir da análise conjunta do SSS e do ROV foram verificadas discrepâncias entre as duas fontes de informação, tanto atribuíveis à falta de precisão no posicionamento acústico (principalmente para o SSS) quanto à inespecificidade do registro de SSS que indica áreas de alta refletividade em geral, que podem ser regiões de maior concentração de bioclastos e matéria orgânica.

Tab. 1 - Características das áreas e dos bancos investigados com ROV no sul da Bacia de Campos.

Área N°	Batimetria (m)	Área total investigada (m <sup>2</sup> )	Área de cobertura de corais (m <sup>2</sup> )	Cobertura de corais em cada área (%)	Altura dos bancos (m) (média ± EP)
1	870-890	225.000,0	20.088,0	8,93	1,88 ± 0,32
2	920-930	80.000,0	3.993,6	4,99	1,46 ± 0,18
3	950-970	80.000,0	9.434,6	11,79	1,06 ± 0,11
4	880	80.000,0	-	-	-
5	1020-1040	225.000,0	17.526,2	7,79	2,03 ± 0,31
6	1060-1070	160.000,0	10.827,8	6,77	3,25 ± 0,82
7	950-970	225.000,0	-	-	-
8	890-900	80.000,0	26.763,0	33,45	2,84 ± 0,31
Região irregular	940-950	-	-	-	-
TOTAL*	-	850.000,0	88.633,2	10,43	1,83 ± 0,13


\* Áreas 4 e 7 e região irregular não consideradas no cálculo de cobertura e altura.

Tab. 2 - Megafauna registrada nas imagens dos bancos investigados com ROV no sul da Bacia de Campos.

Taxons	Ordem / subordem	N° de táxons	
Porifera	Demospongiae	6	
	Hexactinellida	11	
	Cnidaria	Actinaria	3
		Alcyonacea	5
		Alcyonaria	1
	Anthozoa	Ceriantharia	1
		Gorgonacea	2
		Pennatulacea	10
		Scleractinia	3
	Mollusca		
Scaphopoda		1	
Crustacea	Amphipoda	1	
	Malacostraca	5	
Echinodermata	Decapoda	5	
	Paguroidea	1	
	Asteroides	3	
	Crinoides	2	
	Holothuroidea	1	
	Ophiuroidea	1	
	Chordata	Chondrichthyes	1
		Rajiformes	1
	Osteichthyes		6

- O presente estudo confirmou a existência de bancos de corais em águas profundas na região sul da Bacia de Campos e identificou que são compostos, principalmente, por corais pétreos, corais moles e esponjas de vidro.
- Os bancos não são homogêneos: os agregados de corais e fauna associada são entremeados por sedimento e cascalho de corais.
- A localização e dimensão dos bancos registrados com ROV apresentaram discrepâncias com as informações disponíveis de áreas de alta refletividade obtidas com SSS, devido ao tipo de posicionamento da ferramenta e a inespecificidade do sinal.
- A altura e cobertura dos bancos de corais encontrados foram comparativamente menores do que as observadas em regiões do Atlântico Norte.
- Embora exista necessidade de refinamento taxonômico, podemos confirmar que os bancos de corais desempenham o papel de agregadores da megafauna, quando comparados com os sedimentos finos característicos desta região da bacia.

3<sup>rd</sup> International Symposium on Deep Sea Corals. Miami, novembro de 2005.



**PETROBRAS**

## DEEP SEA CORAL ASSESSMENT PROJECT

### CAMPOS BASIN (SE-BRAZIL)

**GUARANI DE HOLLANDA CAVALCANTI, ANA PAULA DA COSTA FALCÃO,  
 EMERSON MUZIOL MOROSKO AND MARIA PATRICIA CURBELO FERNANDEZ.**  
 Research and Development Center (CENPES)- PETROBRAS  
 guaranihc@petrobras.com.br

The Research and Development Center of the Brazilian Oil Company (Petrobras) started, in August 2004, the "Deep Sea Coral Assessment Project" that aims to enhance our knowledge of the deep sea coral communities at Campos Basin (the main offshore oil production basin in Brazil) and to attend requirements of the Brazilian Environmental Agency (IBAMA) (Figure 1).

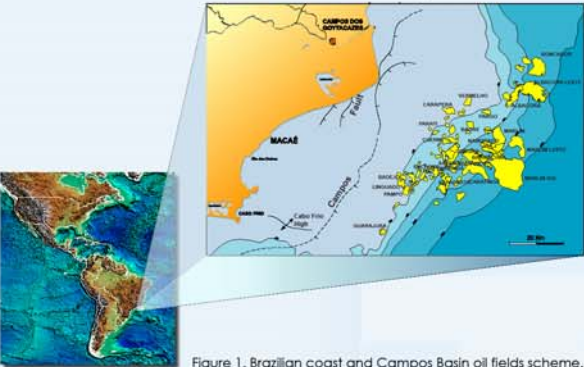


Figure 1. Brazilian coast and Campos Basin oil fields scheme.




Figure 3. ROV used in the project operates up to 3000m depth.

Deep sea coral communities are scarcely known along the SW Atlantic Ocean. Off Brazilian coast, few are the studies regarding these communities: some isolated samples taken at Campos Basin and other studies with geological focus.

The criteria used to select the areas are:

- ❖ Presence of high reflective formations identified from previous SSS images
- ❖ Presence of corals on the seabed, obtained by previous geotechnical holes (Kullenberg)
- ❖ Pipelines routes and platforms locations
- ❖ Areas away from any oil industry activities (control areas)

Until today, three surveys using Remotely Operated Vehicles have been carried out (Nov 2004, Mar 2005, Jul 2005) ( Fig. 2 and 3), undertaken between 700 and 1200 meters depth. Most areas had previous SSS information. All images taken during the surveys were recorded in S-VHS tapes for further megafaunal analysis. Features of the banks as size, height, and characteristics of the sediment were registered. Some samples were also taken to confirm the identification of the main megafaunal groups. Other surveys are planned in the scope of the project.




Figure 2. View of the vessel Toisa Conqueror (Sealion Shipping Limited), used in the surveys of the "Campos Basin Deep Sea Coral Assessment Project".

- ❖ The presence of deep sea coral banks was confirmed at the studied with live and dead corals and associated fauna (Figure 4)

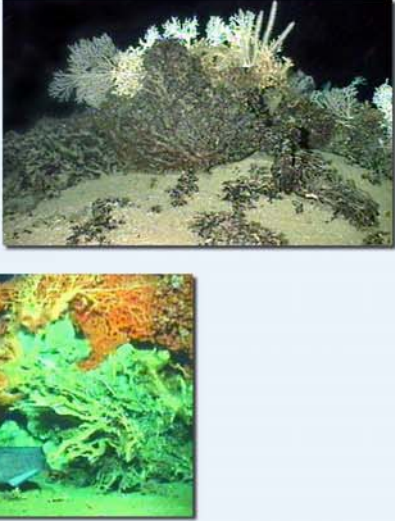



Figure 4. Aspect of two coral banks observed during the surveys. A) General view of a 1105 meters depth bank. B) Close up of a 726 meters depth bank.

- ❖ During the surveys, discrepancies between the SSS information and the banks effectively delineated by ROV were noted (e.g. banks location through ROV surveys not matching with their respectively SSS high reflectivity areas).
- ❖ Taxonomic identification will be done in order to reach the lowest level possible along the project.

CENPES - Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello

47



## CAMPOS BASIN DEEP SEA CORAL COMMUNITIES (SE BRAZIL) - PRELIMINARY RESULTS

MARIA PATRICIA CURBELO FERNANDEZ, ANA PAULA DA COSTA FALCÃO,  
EMERSON MUZIO MOROSKO AND GUARANI DE HOLLANDA CAVALCANTI  
Research and Development Center (CENPES)- PETROBRAS  
patricia.autonomo@petrobras.com.br

The "Campos Basin Deep Sea Coral Assessment Project", conducted by the R&D Center of the Brazilian Oil Company-PETROBRAS, aims to assess the deep sea corals at Campos Basin in Southeast Brazil.

This first campaign was carried out between 870 and 1070 meters depth at Campos Basin southern region, in November 2004. Images of benthic communities of 8 selected areas were taken with a remotely operated vehicle. Most of the areas had previous Side Scan Sonar (SSS) information.

The areas had different sizes: 200X400m (areas 2, 3, 4 and 8), 400X400m (area 6), and 450X500m (areas 1, 5 and 7). Parallel transects (50m apart) were designed along each area in order to evaluate the presence of coral banks. Details of the field work are shown in figure 1.

The megafaunal groups registered are listed in table 2. Some specimens are shown below.












Table 2. Megafaunal richness registered in the images. Taken with ROV of Campos Basin southern region.

Taxa	Nº of taxa
<b>Porifera</b>	
Demospongiae	4
Hexactinellida	11
<b>Cnidaria- Anthozoa</b>	
Actinaria	3
Alcyonacea	5
Alcyonaria	1
Cariantharia	1
Gorgonacea	2
Pennatulacea	10
Scleractinia	3
<b>Crustacea- Malacostraca</b>	
Amphipoda	1
Decapoda	5
Paguroidea	1
<b>Mollusca</b>	
Scaphopoda	1
<b>Echinodermata</b>	
Asteroida	3
Cirriidea	2
Holothuroidea	1
Ophiuroidea	1
<b>Chordata</b>	
Chondrichthyes- Itajiformes	1
Osteichthyes	4

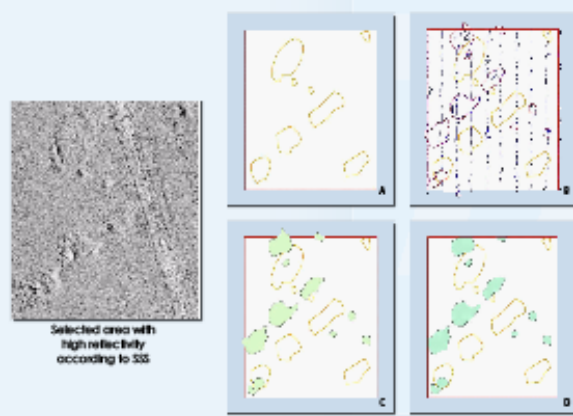


Figure 1. A) SSS interpretation (light brown); B) ROV track (blue) and coral banks (red), SSS interpretation (light brown); C) coral bank areas (light green) and SSS interpretation (light brown); D) clips of the coral bank areas (light green) for percentage of cover estimative.

Some features of the banks were registered, including area (m<sup>2</sup> and %) and bank heights (mean ± SE) (Table 1).

Table 1. Areas and banks characteristics assessed with ROV of Campos Basin southern region.

Area Nº	Depth (m)	Total (m <sup>2</sup> )	Bank areas (m <sup>2</sup> )	Bank areas (%)	Bank heights (m) (mean ± SE)
1	870-890	225.000,0	20.058,3	8,9	1,74 ± 0,42
2	920-930	80.000,0	21.407,1	26,8	1,65 ± 0,23
3	940-970	80.000,0	9.156,0	11,4	1,01 ± 0,09
4	980	80.000,0	-	-	-
5	1020-1040	225.000,0	17.278,3	7,7	2,19 ± 0,29
6	1060-1070	160.000,0	10.114,3	6,4	2,42 ± 0,68
7	950-970	225.000,0	-	-	-
8	890-900	80.000,0	26.540,3	33,2	2,84 ± 0,31
<b>Irregular area</b>	940-950	-	-	-	-
<b>TOTAL*</b>	-	<b>850.000,0</b>	<b>104.354,4</b>	<b>12,3</b>	<b>1,55 ± 0,08</b>

**Remarks**

- ✦ Deep sea coral banks were confirmed at the studied region. They are composed, mainly, by stony corals, gorgonians and sponges.
- ✦ The bank were not homogeneous, forming a patchwork with live and dead corals, besides the associated fauna.
- ✦ The discrepancy found between the SSS and the banks identified by ROV (due to positioning bias-mainly SSS- and to the unspecific signal of the SSS) has to be kept in mind when extrapolating the SSS information for larger areas.
- ✦ Size and height of the banks were smaller than registered by other authors (eg North Atlantic).
- ✦ Although taxonomic studies are still needed, the great number of taxa registered show the importance of these banks, playing a important role in deep sea ocean as aggregators of a diverse megafauna.

Oitava Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica. Curitiba, março de 2006.



**RIO DE JANEIRO, BACIA DE CAMPOS**  
CORAIS DE ÁGUAS PROFUNDAS / DEEP SEA CORALS

**É possível encontrar bancos de corais em grandes profundidades na Baía de Campos, ao longo de mais de 1000 pesquisadores da Petrobras sustentam e confirmam a presença de algumas dessas estruturas no região. Diversos, tal qual os outros, surgem apenas ao aspecto geológico. Somente há pouco tempo, vídeos, fotografias e coletas são permitidos o estudo biológico desses desses ecossistemas no Atlântico Sul.**

**Desde agosto de 2004 pesquisadores do Campos estão empenhados na caracterização de comunidades de corais de águas profundas e sua fauna associada, ampliando o conhecimento sobre a vida que ocorre nesses ambientes tão remotos.**

**Foi a primeira vez no Brasil um tipo de robô controlado como ROV (Remotely Operated Vehicle) sendo empregado com finalidades de pesquisa biológica. O equipamento continua a pesquisar os corais, pois se espera ma-**

**It is possible to find coral banks at great depths in the Campos Basin. During the 1000 Petrobras researchers sustained and confirmed the presence of some of these structures in the region. Various, just like the others, they only appear from the geological aspect. Only recently, videos, photographs, and samples have allowed pioneering biological studies of these South Atlantic ecosystems.**

**Since August 2004, Campos researchers have endeavored to describe biological communities and the fauna associated with it, broadening the knowledge about organisms living in such remote environments.**

**For the first time in Brazil, a type of robot known as ROV (Remotely Operated Vehicle) being used for biological research. This is the first time it is used for such purposes in the ocean floor that such a controlled and dirigible as ROV (Remotely Operated Vehicle) there in such characteristics of the world and non-derivative sample collecting.**

**Continuing and present has been used in the southern Campos Basin and it is expected to**

1. **Água - Água**  
2. **Água - Água**  
3. **Água - Água**  
4. **Água - Água**

1. **Água - Água**  
2. **Água - Água**  
3. **Água - Água**  
4. **Água - Água**

**1. ROV - Águia**  
2. ROV - Águia

**4. ROV - Águia**  
5. ROV - Águia

gens do fundo do mar enquanto que as Normannas, as costas tradicionais podem apenas dar uma noção da possível localização dessas estruturas. Além de caracterização científica e avaliação visual das estruturas, o ROV permite a coleta de amostras de forma não destrutiva.

Até agora, algumas áreas de estudo foram selecionadas em sul da Baía de Campos entre as profundidades de 200 e 1.000m de profundidade. Essa pesquisa propõe o reconhecimento da diversidade das estruturas: corais e da biodiversidade a ele associados. Até o momento, foram inventariadas 46 espécies, com possibilidade de descrição de novas espécies para a costa brasileira e de espécies desconhecadas para a ciência.

no 1.000 metros. This study recognizes the dimensions of the coral structures and the biodiversity associated with them. Early locations have been based on the geological aspect. Only recently, videos, photographs, and samples have allowed pioneering biological studies of these South Atlantic ecosystems.

Until now, some areas of study have been selected in the south of Campos Bay between the depths of 200 and 1,000 meters. This research proposes the recognition of the diversity of the structures: corals and the biodiversity associated with them. Up to now, 46 species have been inventoried, with the possibility of describing new species for the Brazilian coast and species previously unknown to science.

**PROJETO DE PESQUISA**  
Biodiversidade de Corais de Águas Profundas da Baía de Campos  
The Campos Basin Deep Sea Corals Assessment  
Avaliação da Biodiversidade de Corais de Águas Profundas da Baía de Campos

**INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO**  
Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello (CENPES)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ)**  
Instituto de Física de Caruaru (IFC)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ)**  
Instituto de Física de Caruaru (IFC)

Jornal O Globo. Matéria divulgada em maio de 2006 vinculada ao 7<sup>th</sup> International Sponge Symposium. Búzios, maio de 2006.

**CIÊNCIA E VIDA**

# Fundo do mar do Rio oculta criaturas novas e bizarras

Descobertas em águas profundas da Baía de Campos: espécies de esponjas. Animais têm potencial para indústria

Reprodução: CENPES/Petrobras

**Ana Lucia Azevedo**

**DUAS DAS espécies de esponjas encontradas no fundo do Atlântico, na Baía de Campos: foto feita por robô**

O fundo do mar do Estado do Espírito Santo a Cabo Frio. A baía que abriga a maior reserva de petróleo da plataforma continental brasileira também começa a se revelar uma fonte de biodiversidade marinha.

Pelo menos dez novas espécies de esponjas foram descobertas lá por pesquisadores do Museu Nacional que trabalharam em colaboração com o Centro de Pesquisas da Petrobras (CENPES). O trabalho faz parte de um projeto mais amplo, chamado "Caracterização de corais de águas profundas da Baía de Campos", coordenado pelo CENPES.

As esponjas foram coletadas por redes, mas os cientistas acreditam que o trabalho com o ROV (uma espécie de robô submarino) trará ainda mais descobertas.

— São animais surpreendentes. Alguns parecem bolas de futebol maciças. Vivem em associação com bactérias que lhes fornecem nutrientes. Certas espécies formam bancadas submarinas, como os corais, ou associadas a eles. É um mundo novo a conhecer — diz o biólogo Eduardo Hajdu, do Laboratório de Poríferas (designação científica das esponjas) do Museu Nacional.

Estudos sobre as descobertas foram apresentados esta semana no 7º Simpósio Internacional de Esponjas, organizado pelo Museu Nacional/UFRJ, em Búzios, que reúne os maiores especialistas do mundo em esponjas. Hajdu afirma que os estudos em águas profundas na Baía de Campos revolucionarão o conhecimento sobre a fauna marinha no Brasil.

As espécies identificadas até agora são brancas, mas Hajdu diz que as águas profundas abrigam animais multicoloridos. As formas, em geral, são inusitadas. Uma espécie apelidada pelos pesquisadores como touquinha-da-vovó é como um tecido de crochê. Algumas esponjas medem milímetros, outras chegam a um metro.

— O estudo está no início. Sequer conhecemos a constituição dessas esponjas. Esses animais produzem um arsenal químico para se defender que interessa muito à indústria — frisa o especialista. ■

11<sup>th</sup> International Deep Sea Biology Symposium. Southampton, agosto de 2006.

# Evaluation of the use of ROV images and collected samples on the assessment of Cnidaria associated with deep-sea reefs in the Southwestern Atlantic

**Débora O. Pires Clovis B. Castro Renata C. M. Arantes Marcelo S. Medeiros**

Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Quintada Boa Vista, São Cristóvão, Rio de Janeiro, RJ, 20940-040, Brasil  
dopires@petrobr.com.br



Until the 1980s, most of the investigations on corals of the platform and continental slope in Brazil were from short-term studies made by foreign researchers. In 1995, more intensive studies on the deep-sea corals began as part of the government project "Assessment of the Sustainable Yield of the Living Resources in the Exclusive Economic Zone". More recently, some oil industry initiatives are contributing to increasing the scientific knowledge of the deep-sea coral fauna from Brazil.

The "Campos Basin Deep-Sea Environmental Project" and "Campos Basin Deep-Sea Coral Assessment Project", coordinated by the Research and Development Center of the Brazilian Energy Company-PETROBRAS, had collected specimens and images between 21-22°S, and 700-1100m depth.

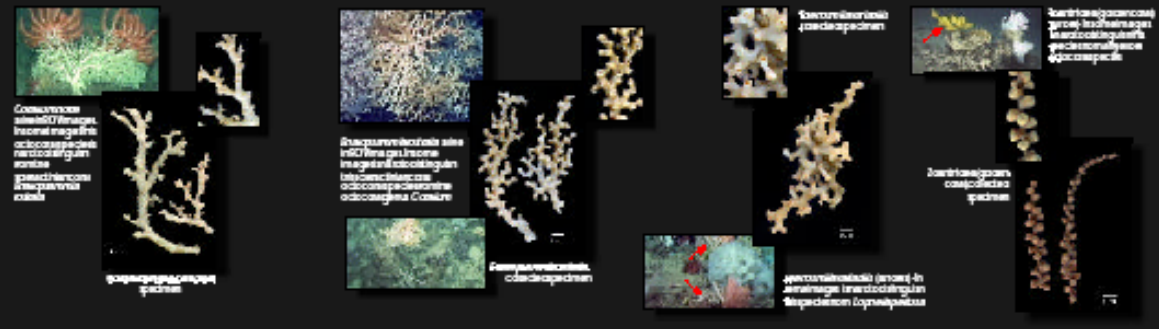


The results are based on examination of approximately 48 hours of video images obtained using ROV and of materials collected by trawling and ROV in the same areas. We identified 30 cnidarian species (18 Octocorallia, 7 Scleractinia, 1 Antipatharia, 1 Actinaria, 2 Zoanthidea and 1 Stylasterina) in the collected material.

### Some species of the studied area



Analysis of the images, mostly in close-up, enabled 23 morphotypes to be distinguished. Some of these morphotypes may represent species not yet collected. Images from the ROV during movement or static in the water column only allowed the identification of very characteristic morphotypes, like *Narella*, *Anthomastus*, *Anthothela* and *Trachytela* and did not permit differentiation of some rigid and ramified forms like *Solenastrea* and *Lophelia* or *Enallopsammia* and *Coralium*. When the ROV was stationary, stabilization of the image and closer macro-photography enabled better taxonomic resolution and identification of the images.



The results of this study show that the use of quantitative methods using video images is possible with some indicative species in these deep-sea communities, as *Narella alviniae* and *Paragorgia johnsoni*.



Acknowledgements: Financiamento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) através do projeto DOP e do CIB. "Campos Basin Deep-Sea Environmental Project" and "Campos Basin Deep-Sea Coral Assessment Project". Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CNPq) através do projeto "Campos Basin Deep-Sea Coral Assessment Project".

11<sup>th</sup> International Deep Sea Biology Symposium. Southampton, agosto de 2006.

## Brazilian Deep Sea Octocorals: an Evaluation of the State of Art

Marcelo Semeraro de Medeiros

Museu Nacional - Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil - 20940-040  
semeraro@acd.ufrj.br



Brazilian Octocorallia were poorly known until the 1980's. The knowledge on the group was based on little information, produced by expeditions that included Brazil as part of their trajectory.

Among the works produced in this era, some of the most remarkable, due to the number of species listed to Brazil, are:



Wright & Studer (1889), who worked with material from the Challenger Expedition, a listed five species to North and Northeast Brazil coast, from 144 to 720 m deep.



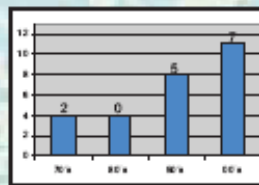
Diedermann (1936), working with specimens from the Blake (1877 to 1896) and the Albatross (1887 to 1925) expeditions, listed three species, all from Northeast Brazil, from 216 to 900 m deep.



Bayer (1959), studied material from the North coast of South America, collected by the Oregan and Coquette expeditions (1957 and 1958), including nine species from Brazilian waters, from 72 to 324



In the last 25 years, there was an increase in the number of works on Brazilian octocorals, carried out by specialists from national institutions. Still, this production treated mainly of shallow waters species. Graphic at right shows the number of works with Brazilian octocorals in the last four decades. Numbers over each column indicate works that included deep water material.



Castro (1990) produced the first survey of Brazilian octocorals, in a huge work that included material from the mouth of Amazon River to the mouth of Plata River. Among the 40 species treated by the author, just 14 were found deeper than 50 m.

A great increment in the deep sea investigation in Brazil came to scene in the beginning of the 1990's, with the program "Assessment of the Sustainable Yield of the Living Resources in the Exclusive Economic Zone", an extensive survey along the Brazilian coastline, between 1995 and 2002, enabling the collection of marine species up to 2000 m deep.



Astro Garoupa (left) and Thalassa (right), two of the vessels that took part on the REVIZEE program.

More recently, two projects sponsored by the Research and Development Center of the Brazilian Energy Company-PETROBRAS reinforced deep sea prospecting, the "Campos Basin Deep-Sea Environmental Project" and "Campos Basin Deep-Sea Coral Assessment Project" allowed species sampling and ROV images generation at depths from 700 to 1100 m.



After these recent projects, in addition with historical data, a total number of 97 species or morphotypes of deep sea octocoral was surveyed in Brazilian waters, distributed among 18 families, and 49 genera. Six species previously unknown to science were indicated, and one (*Pennatulula bayeri* Castro e Medeiros, 2001) was already published.

### Examples of the species and morphotypes collected in Brazilian waters



*Acanella arborea* (Johnson, 1962)



*Paragorgia johnsoni* Gray 1862



*Umbatula thomsoni* (Kölliker, 1874)



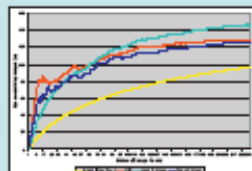
*Chrysogorgia* sp.



*Pennatulula bayeri* Castro & Medeiros,

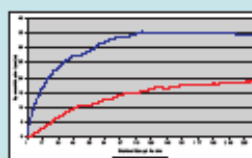


*Caryophylla* sp.



Completeness estimators (Jackknife, Chao 2, and ICE) showed that the number of species of deep sea octocorals found in Brazilian waters may be, in average, 13% greater than it is known today (Sóbs).

Values of uniques (species that occur in a single sample among the pooled samples) and duplicates (species that occur in two samples among the pooled samples) are not tending to zero, also indicating that deep sea octocoral richness has not been adequately sampled in Brazil yet.



**Acknowledgements:**  
To the Research and Development Center of the Brazilian Energy Company-PETROBRAS, for a partial grant to attend to the symposium and for ROV images; Dr. Helena Lavaredo, and Dr. Lúcia S. Campos for some of the images used in this poster.

These results indicate that, despite the recent evolution, there is much to be done in the research of Brazilian deep sea Octocorals, including the continuity of the sampling programs and the identification of collected material that are still stored in scientific collection.

Map at right shows areas prospected by some of the recent research programs in Brazil.



**Literature**  
Bayer, P. H. 1959. Octocorals in the ocean and the adjacent coast of South America. *Revista do Centro de Estudos de Oceanografia e Meteorologia*, 7: 4-11, figs. 1-21.  
Castro, C. B. 1990. *Revisão taxonômica das Octocorallia (Cnidaria, Anthozoa) do Litoral Sul-Americano e do Rio de Plata*. 1-41 p. *Trabalho (PNUC) do Instituto de Biologia*.  
Diedermann, H. 1936. *Die Albatross-Expedition an der Westküste von Südamerika*. *Monographien des Museum für Naturgeschichte*, 10: 1-107, pls. 1-31.



UFRJ

## ON TWO NEW RECORDS OF FAMILY BRISINGIDAE (ECHINODERMATA: ASTEROIDEA) FROM BRAZILIAN CONTINENTAL MARGIN

CAMPOS, L S<sup>1\*</sup>; MOURA, R B<sup>1</sup>; ALCÂNTARA, P F<sup>1</sup>; CURBELO-FERNANDEZ, M P<sup>2</sup>; VERÍSSIMO, I<sup>3</sup>; CAVALCANTI, G H<sup>2</sup>; FALCÃO, A P C<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INSTITUTO DE BIOLOGIA - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, BRAZIL

<sup>2</sup> CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO LEOPOLDO AMÉRICO MIGUEZ DE MELLO - PETROBRAS, BRAZIL

<sup>3</sup> SETOR DE EQUINODERMATOLOGIA - MUSEU NACIONAL DO RIO DE JANEIRO (MNRJ), BRAZIL

E-MAIL: CAMPOS\_LUCIA@BIOLOGIA.UFRJ.BR

Brisingid sea-stars are relatively common animals in the deep-sea and had been less studied due to its fragility and inaccessibility. These are mainly recognized by having a small, circular disc, bearing more than five long and slender arms.

Amongst the sea stars two species of the Order Brisingida, Family Brisingidae has been registered for the first time at the Brazilian continental margin: *Brisinga* sp. and *Novodinia antillarum*.



A single damaged specimen of *Brisinga* sp. was sampled using an OTSB. Because of its poor condition, it has been difficult to identify the specimen down to species level.



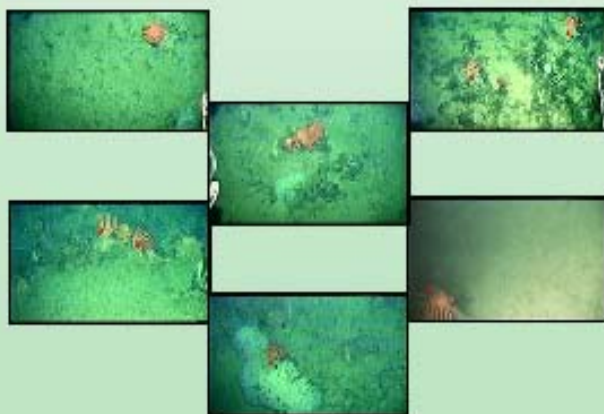
The genus *Brisinga* comprises four Atlantic species (*B. costata*, *B. oricophora*, *B. andreaeformis*, *B. trauale*) mostly characterized by the spines around the mouth, furrow and subabscissal areas.



An individual of *Novodinia antillarum* was sampled using a ROV. This species have been previously recorded from West Indies, Gulf of Mexico, from 335-522m depth.

The genus *Novodinia* is represented by five species in the Atlantic Ocean (*N. americana*, *N. homonyma*, *N. parvula*, *N. zanzibarica* and *N. antillarum*).

Images of *Novodinia antillarum* were captured from 700-1100m using a ROV at Campos Basin. A total of 34 individuals of *N. antillarum* was observed through the video transects.



Both 'Campos Basin Deep Sea Environmental Project', and 'Campos Basin Deep-Sea Coral Assessment Project' are major Brazilian deep-sea programmes implemented by the Research and Development Center of the Brazilian of company PETROBRAS.

In February and August, 2003, 6 replicate OTSB trawls were performed at 1100, 1300 and 1600m depth, covering a total trawled area of 1.2km<sup>2</sup>.

In November, 2004, parallel transects of 50m long have been carried out in 8 selected areas: 200 X 400m (N=3), 400 X 400m (N=1) and 450 X 500m (N=4) using a ROV. The images taken during this expedition were recorded in D-VHS tapes for further megafaunal analysis, summarizing around 46 hours of video.



...as *Sclerodinia* (Ceryophyllidae)...



...and *Novodinia* (Farreriidae)



The characteristic feeding posture with the arms extended upwards into the water column had been described for other Brisingid species in the North Atlantic.

So far, no other sea star from the order Brisingida had been reported along the Brazilian continental margin.

This work is part of the Campos Basin Deep Sea Environmental Project/PETROBRAS and Campos Basin Deep-Sea Coral Assessment Project/PETROBRAS





UFRJ

## SYNALLACTIDAE (ECHINODERMATA, HOLOTHUROIDEA) FROM CAMPOS BASIN, SOUTHWEST ATLANTIC

MOURA, R B<sup>1\*</sup>; CAMPOS, L S<sup>1</sup>

CURBELO-FERNANDEZ, M P<sup>2</sup>; CAVALCANTI, G H<sup>2</sup>; FALCÃO, A P C<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INSTITUTO DE BIOLOGIA - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, BRAZIL

<sup>2</sup> CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO LEOPOLDO AMÉRICO MIGUEZ DE MELLO - PETROBRAS, BRAZIL

E-MAIL: RAFA\_MOURA@UOL.COM.BR

### INTRODUCTION

Southwestern Atlantic deep-sea species are poorly known, especially the holothurans. These organisms play an important role in the initial degradation of the organic matter through their feeding, fecal production, locomotion, modifying the sediment and structuring the communities that live within.

Up until now, a total of 40 holothuran species belonging to 11 families are known to occur in Brazilian waters. The three families of the Order Aspidochrota (Holothuridae, Stichopodidae and Synallactidae) are represented by 8 species in Brazil.

Synallactids are found almost exclusively in the deep-sea and are mainly defined as possessing shield-shaped tentacles, lack of tentacle ampullae, gonads in one or two tufts, and usually, body wall calcareous ossicles including tables and rods. *Pseudostichopus depressus* Hirozumi, 1902 is the only synallactid in the list of Brazilian Holothuran fauna. It had been included into this list due to Deichmann's 'Albatross' report (1926) along the South America.

Recently, oil and gas industry initiatives have contributed to increase the knowledge of the deep-sea fauna in South Atlantic. 'Campos Basin Deep-Sea Environmental Project' and 'Campos Basin Deep-Sea Coral Assessment Project' are two main Brazilian initiatives coordinated by the Research and Development Center of PETROBRAS (CENPES). The echinoderms were very abundant amongst the benthic megafauna from these two projects, and the synallactids composed one of the most conspicuous groups of the Holotheroidea. Information on their taxonomy is accounted here and the genus *Mesochirus* is registered for the first time at the Brazilian continental margin.

### RESULTS

ORDER Aspidochrota Grube, 1840  
FAMILY Synallactidae Ludwig, 1854  
GENUS *Mesochirus* Ludwig, 1854  
*Mesochirus* cf. *lactus* (Thiele, 1906)

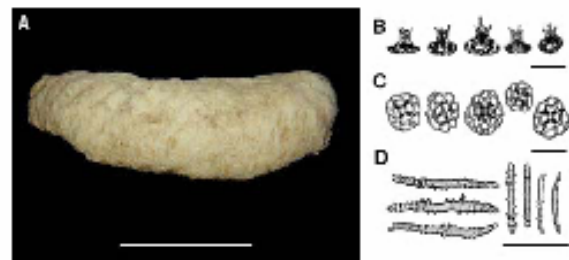


FIGURE 3: (A) Side view of *Mesochirus* cf. *lactus* (Ludwig, 1854). (B) Side view of body wall and tube feet quadrilateral table of a 220µm specimen. (C) Spiny rods from the tentacles of a 220µm specimen. Scale bars: (A) = 500µm, (B), (C) = 100 µm, (D) = 20µm.

Material examined: 46 specimens: Campos Basin (BZUFRJ-DH0175) - (BZUFRJ-DH0186)

Description. Specimens are 70 - 200µm long. Body elongated, subcylindrical as a whole. Ventral surface is rather flattened. Body surface whitish-brown in color. Tentacles shield-shaped, 20 in number and pale brownish in color. Mouth and anus located subventrally on each end. Few developed tube feet presented along both ventrolateral radii. Scattered smaller tube feet also found in the midventral region.

Body wall deposits consisting of well developed quadrilateral tables usually with irregular margin disk (101 - 124µm in diameter) and moderate height spine (36 - 76µm). Round disks abundant in the body wall of smaller specimens and tube feet. Disk has a large central hole surrounded by 6 - 9 holes of different sizes. Disk which central hole are surrounded by more than 9 holes also found, but less frequently. Another 2 - 14 smaller peripheral holes can be present, especially in larger specimens. Spine composed of 4 pillars united by 2 transverse beams. Tips of the pillars short (about 25% of the spine height) and diverging, sometimes smooth or bearing 2 or 3 spinules. The latter is more common in smaller specimens. Tentacles supported by straight to slightly bent spiny rods of 175 - 346µm long.

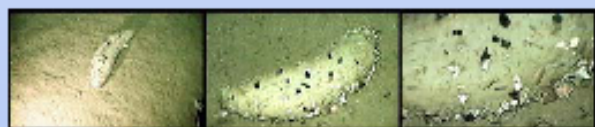


FIGURE 4: Individual of *Mesochirus* cf. *lactus* at Campos Basin, Southwest Atlantic, 1075m depth.

Four sedentary individuals of this species were observed during ROV transects at depths greater than 1000m. All of them had their bodies partially encrusted with pleurotic shells, sharp sponge spicules, and black unidentified small pebble-like structures.

Remarks. The genus *Mesochirus* comprises about 38 described species and had never been reported at the Brazilian continental margin so far. Synallactid descriptions and identification keys, especially for some species of the genus *Mesochirus*, require accurate review. Sampling and conservation methods may strongly affect the quality of synallactid external morphology. This could influence the identification process. Combined taxonomy and imaging of live specimens may help understand not only the main features of the organisms studied but also their biology and behavior.

### MATERIAL & METHODS



FIGURE 5: Study sites at Campos Basin: samplings accompanied at 1100, 1300 and 1500m depth (February and August, 2003) and ROV transect survey area from 700 to 1700m (November, 2004).

Synallactid specimens were examined from ROV images and OTSB trawls at the Brazilian Continental Margin, Campos Basin, Southwestern Atlantic. Samples were fixed on board in 4% formalin and preserved in 70% ethanol.

ROV images of benthic communities were taken from the coral banks and soft sediments nearby through 50m long parallel transects over 8 areas: 200x400m (n=2); 400x400m (n=1); and 400x500m (n=4).

Taxonomic identification using external and internal anatomy was based on original descriptions and keys. Oesicles were prepared using the common technique of the washing pieces of tissue in hyposulphite solution. The preparations were then examined with a Carl Zeiss Jena Axiocrop 2 light microscope equipped with a video camera. The specimens studied here have been deposited at the collection of Echinodermata, Department of Zoology at the Institute of Biology, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), Brazil.

GENUS *Molpadoceras* Hedley, 1935  
*Molpadoceras depressus* (Hirozumi, 1902)

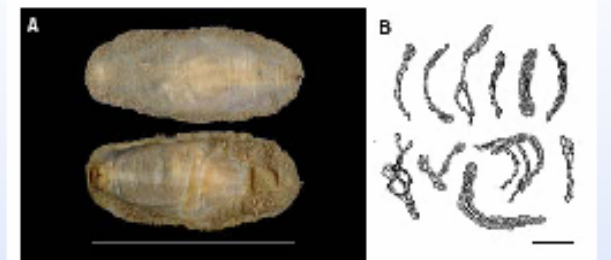


FIGURE 6: (A) Dorsal and ventral view of *Molpadoceras depressus* (Hirozumi, 1902). (B) Braided curved rods from the tentacles of a 40mm specimen. Scale bars: (A) = 50µm, (B) = 100µm.

Material examined: 8 specimens: Campos Basin (BZUFRJ-DH0189) - (BZUFRJ-DH0194)

Distribution. North and South Atlantic Ocean, West European Basin, Sargasso Sea, off Bahamas and West Indies, 1353-5500m.



FIGURE 7: *Molpadoceras depressus* (BZUFRJ-DH0190, 40mm long). (A) Anterior view, mouth and tentacles. (B) Pleurotic shell and spicules. (C) Detail of branched shell attached to the body wall.

Description. Specimens are 36 - 60mm in length. Body dorsoventrally flat, not tapered, surrounded by a thick round broad rim. Pale faint body surface, dorsally smooth and ventrally wrinkled, encrusted with foraminiferan shells. Body wall opaque and gelatinous. Mouth anterior and ventral. Tentacles shield-shaped in form. Anal opening situated in a posterior vertical furrow. Small and delicate tube feet arranged all over the body, but more conspicuous near the furrow. Very distinctive midventral longitudinal muscles fat, attached to internal body wall.

Body wall and gonad ossicles completely lacking. Oesicles in tentacles consisting of different patterns of large narrow braided curved rods from 163 - 320µm long. No distinctive dorsal metapostite was observed, as illustrated by Hirozumi (1902) for *Pseudostichopus depressus*.

Remarks. Both genera *Molpadoceras* Hedley, 1935 and *Pseudostichopus* Thiele, 1902 were rediagnosed by O'Loughlin & Ahearn, 2006. As a consequence, *Pseudostichopus depressus* Hirozumi, 1902 was recently reassigned to *Molpadoceras*. This genus is cosmopolitan and mainly characterized by absence of tube feet or papillae along the paired radii, fat longitudinal muscular bands attached to the inner body wall, branched gonad tubules and rods in the tentacles. This attest the necessity of a further review of this species in the list of holothurans reported for Brazil.

### ACKNOWLEDGEMENTS

This work is part of the Campos Basin Deep Sea Environmental Project / PETROBRAS