

**Projeto de Monitoramento e Avaliação de  
Impacto Ambiental Sobre as Formações  
Carbonáticas Identificadas ao Longo da Rota  
do Gasoduto Tupi-Mexilhão**

**Revisão 00**

**Novembro / 2009**



**E&P**



## **CONTROLE DE REVISÕES**

REV.	DESCRIÇÃO	DATA
00	Documento Original	13/11/2009

	Original	Rev. 01	Rev. 02	Rev. 03	Rev. 04	Rev. 05	Rev. 06	Rev. 07	Rev. 08
<b>Data</b>	13/11/09								
<b>Elaboração</b>	FGA								
<b>Verificação</b>	GHC								
<b>Aprovação</b>	DNK7								



## ÍNDICE GERAL

<i>I</i>	<i>APRESENTAÇÃO</i> .....	1
<i>II</i>	<i>INTRODUÇÃO</i> .....	1
<i>III</i>	<i>PROCEDIMENTO DE LANÇAMENTO DO GASODUTO TUPI-MEXILHÃO</i> .....	1
<i>IV</i>	<i>METODOLOGIA</i> .....	1
<i>IV.1</i>	<i>CAMPANHAS</i> .....	2
<i>IV.1.1</i>	<i>Primeira campanha</i> .....	4
<i>IV.1.2</i>	<i>Lançamento do duto</i> .....	4
<i>IV.1.3</i>	<i>Segunda campanha</i> .....	5
<i>V</i>	<i>PRODUTOS</i> .....	1
<i>VI</i>	<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i> .....	1
<i>VII</i>	<i>EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL</i> .....	1



## I APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta do Projeto de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental Sobre as Formações Carbonáticas Identificadas na Rota do Gasoduto Tupi-Mexilhão. O presente projeto objetiva avaliar as formações carbonáticas previamente mapeadas nas proximidades da rota do gasoduto, através de 2 campanhas de monitoramento sucessivas, sendo uma campanha antes e outra após o lançamento do mesmo. Os alvos selecionados na campanha anterior ao lançamento, denominada de Campanha de Caracterização, serão revisitados na campanha posterior ao lançamento para a avaliação de possíveis alterações nos alvos selecionados. A caracterização e o monitoramento dos alvos serão feitos por meio de imageamento em foto e vídeo obtidos com o auxílio de Veículo de Operação Remota (ROV- Remote Operated Vehicle)

O projeto de monitoramento ambiental foi elaborado com base nas seguintes premissas a seguir:

- Conhecimento adquirido e gerado pelo corpo técnico do CENPES sobre os bancos de corais de águas profundas da Bacia de Campos, entre 2004 e 2009, após a realização de quatro campanhas de caracterização de bancos de corais, 14 campanhas para a coleta das principais espécies de corais de profundidade formadoras de bancos para estudos de biologia reprodutiva e participação em eventos nacionais e internacionais;
- Conhecimento adquirido e gerado pelo corpo técnico do CENPES no âmbito dos projetos de monitoramento decorrentes dos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos que contemplam dutos submarinos;
- Logística de embarcação RSV (*ROV Support Vessel*) e de Lançamento do Duto para ser utilizada no monitoramento das formações carbonáticas.





## II 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 (UNEP, 2004) e numa ampla variação de profundidade (Hatcher & Scheibling, 2001). Algumas espécies destes cnidários formam estruturas tridimensionais conhecidas como montes (*mounds*), bancos ou popularmente recifes. Entre os principais formadores de recifes ou bancos de corais em águas profundas encontram-se várias espécies da Ordem Scleractinia: *Lophelia pertusa*, *Enallopsammia profunda*, *Goniocorella dumosa*, *Solenosmilia variabilis* e *Oculina varicosa* (Wilson, 1979), algumas destas registradas na costa brasileira (Pires, 2007) e na Bacia de Campos (Curbelo Fernandez et al., 2005). 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 & Tyler, 1991). Além dos próprios cnidários formadores de recifes, outros invertebrados e peixes encontram na complexidade estrutural dos corais as condições ideais para assentamento, crescimento e reprodução (UNEP, 2004).

Até poucos anos atrás, o conhecimento destes ecossistemas era baseado nas informações obtidas através das técnicas tradicionais de amostragem de mar profundo (arrastos -redes e dragas- ou pegadores). Atualmente, o uso de equipamentos como o sonar de varredura lateral (*Side Scan Sonar-SSS*), eco sondas e sísmica, para localizar os bancos de coral, e o uso de veículos de operação remota (*Remotely Operated Vehicles- ROVs*) e submersíveis, para a obtenção de imagens, têm permitido estudar estes ambientes remotos conservando a integridade dos mesmos (Hovland & Mortensen, 1999; Mortensen et al. 2000, Hovland et al., 2002).

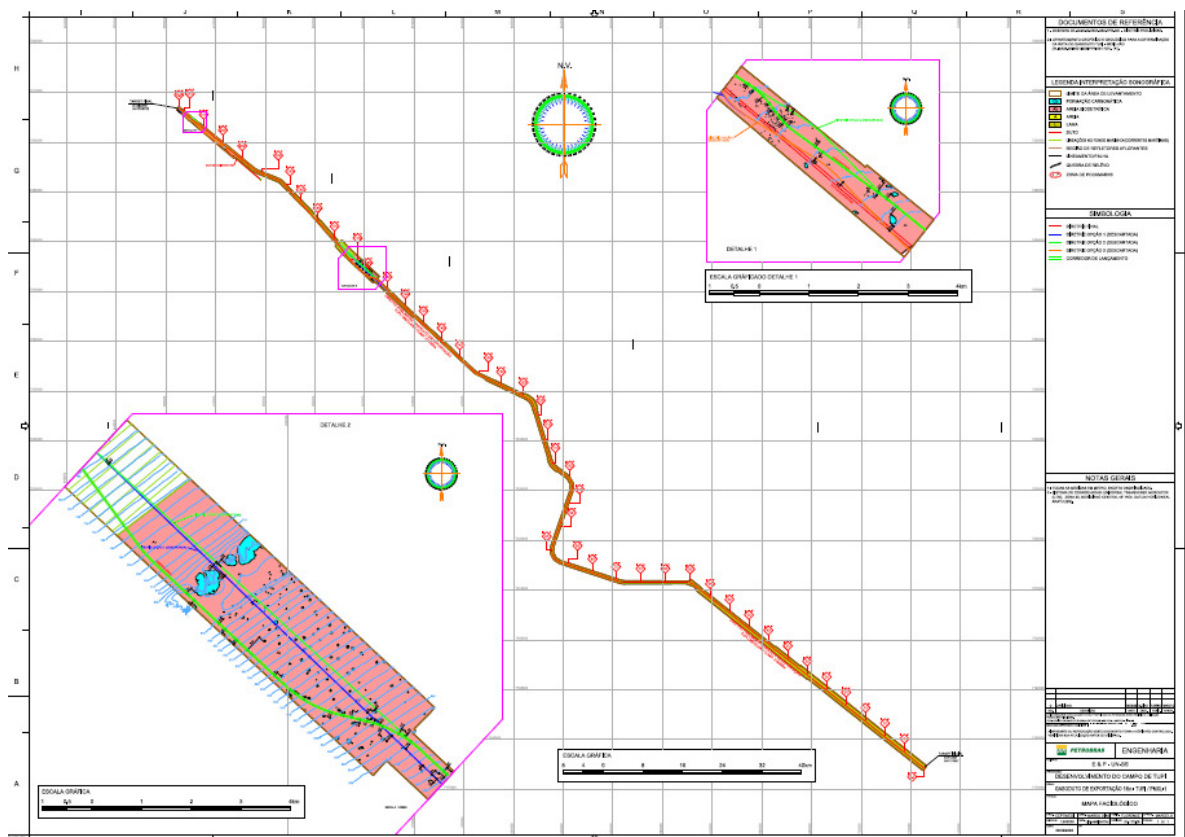
Algumas atividades antrópicas desenvolvidas nas últimas décadas em ambientes profundos têm causado impactos a estes ecossistemas, sendo que as atividades pesqueiras aparecem no topo desta lista (UNEP, 2004). A extração de minérios, a exploração e produção de hidrocarbonetos, a instalação de cabos elétricos e de telecomunicações e a prospecção de corais preciosos são outras atividades potencialmente causadoras de impacto.

A instalação de estruturas submarinas pode provocar alterações no fundo marinho devido ao contato direto. Com exceção das âncoras, o impacto de outras estruturas submarinas (dutos, *manifolds*, etc.) fica restrito, geralmente, a poucos centímetros de profundidade e poucos metros no entorno da estrutura, dependendo do tipo de sedimento. O lançamento de gasodutos pode afetar as comunidades de corais de águas profundas pela ressuspensão de sedimento durante o assentamento do duto, durante o seu processo de enterramento (isto no caso de águas rasas) e/ou causar a destruição do habitat como resultado do contato direto do duto, âncoras e amarras de embarcações de apoio (Brooke & Schroeder, 2007). A ressuspensão de sedimento nas proximidades do leito marinho devido ao lançamento de dutos geralmente é de pouco alcance e restrito ao período do lançamento (MMS-001, 2000; MMS-067, 2001). Estudos realizados no Golfo do México estimam que 0,32 hectares de fundo marinho são afetados por quilômetro de duto instalado, o que equivale a 1,6 m para cada lado do duto (MMS-067, 2001).

Os efeitos da ressuspensão de sedimento sobre corais de águas rasas normalmente é conseqüência de um aumento na turbidez da água do mar, afetando diretamente o processo de obtenção de energia (fotossíntese) desempenhado pelas zooxantelas, assim como por um aumento na carga de sedimento sobre os corais (Rogers, 1990). Experimentos realizados em laboratório para testar o efeito da exposição de sedimento em *Lophelia* mostraram uma taxa de sobrevivência superior a 50% após duas semanas de exposição a uma concentração de aproximadamente 100 mg/L de sedimento, ou após completo soterramento por 2 dias. Entretanto, embora *Lophelia* possa tolerar claramente condições severas de sedimentação, a mortalidade aumenta rapidamente com períodos mais longos de soterramento ou maiores cargas de sedimento (MMS-044, 2006).

### III PROCEDIMENTO DE LANÇAMENTO DO GASODUTO TUPI-MEXILHÃO

O Gasoduto em estudo é parte integrante do sistema de exportação de gás área de Tupi na Bacia de Santos para o tratamento e processamento em terra. Trata-se de um gasoduto rígido de aproximadamente 216 km que se estenderá entre o PLET (*Pipeline End Termination*), posicionado na profundidade de 2200 m e o PLEM (*Pipeline End Manifold*) de interligação com o gasoduto Uruguá-Mexilhão, nas proximidades da Plataforma de Mexilhão (PMLX-1), em aproximadamente 170 m de profundidade (figura 1). O lançamento será executado pelo método “reel”, utilizando-se a embarcação de lançamento de dutos *Solitaire*. A embarcação não utilizará âncoras, pois a mesma possui posicionamento dinâmico. O assentamento do duto sobre o fundo será feito por método de posicionamento de precisão, com erros máximos esperados da ordem de 10m para cada lado em águas ultraprofundas, podendo ser menor em águas profundas de até 200 m de LDA.



**Figura 1.** Localização esquemática do projeto do Gasoduto Tupi-Mexilhão Os detalhes 1(acima) e 2 (abaixo) representam as áreas com concentrações de formações carbonáticas identificação no levantamento acústico

As etapas de instalação do Gasoduto compreendem:

- **o lançamento do gasoduto.** O lançamento se dará no sentido da parte rasa para a parte profunda. Inicialmente a embarcação será posicionada junto ao ponto de localização do SKID ESDV próximo a futura plataforma de Mexilhão. Através do deslocamento da embarcação, o duto será lançado e posicionado sobre o traçado previamente planejado até a profundidade de abandono na outra extremidade, onde então será interligado com a futura plataforma de produção na área de Tupi.

- **o abandono do gasoduto.** O abandono do segmento de duto no trecho raso, junto à PMXL-1, prevê a instalação de SKID ESDV na extremidade do duto e posterior execução de "tie-in" (fechamento), através de *spool* de fechamento, para interligação ao PLEM raso. No lado profundo, o gasoduto será abandonado com sua extremidade conectada a um PLET, que posteriormente será conectado, *via jumper rígido*, ao PLEM profundo.

### III.1 CRONOGRAMA

O início da operação de lançamento deverá ser iniciado após o recebimento da licença pela Petrobras com duração prevista de 150 dias.

## IV METODOLOGIA

A seleção de alvos foi feita com base no mapeamento faciológico elaborado a partir do levantamento com Sonar de Varredura Lateral (*SSS- Side Scan Sonar*), parte integrante do Estudo de Impacto Ambiental do Sistema de Produção e Escoamento e de Óleo e Gás Natural na Área de Tupi.

Foi estabelecida uma faixa de largura de 100 m de cada lado da diretriz do duto para a determinação dos alvos a serem investigados na Campanha de Caracterização (prévia ao lançamento do duto), o que resulta numa abordagem conservadora em função das características do empreendimento e das experiências que a Petrobras vem obtendo nos projetos de natureza semelhante, executados no âmbito de outros empreendimentos. O levantamento das formações contidas nesta faixa permitirá alcançar os objetivos do projeto, caracterizando as formações carbonáticas que ocorrem nas proximidades do duto.

Visando atender a demanda da CGPEG, de avaliar o estado das formações carbonáticas identificadas na rota do gasoduto, antes e após seu lançamento o presente projeto tem como objetivos:

- Investigar com ROV, a presença e as características das formações carbonáticas previamente identificadas por meio de imageamento acústico ao longo da rota do gasoduto Tupi-Mexilhão;
- Caracterizar as formações, caso estas sejam confirmadas por ROV, com relação aos seus aspectos físicos (dimensões e características do sedimento) e biológicos (composição e padrões de zonação da megafauna bentônica);
- Avaliar estas características antes e após o lançamento visando detectar qualquer alteração adversa devido ao lançamento e instalação do Gasoduto Tupi-Mexilhão através da seleção de espécies sentinelas que serão revisitadas nas campanhas posteriores.

## IV.1 CAMPANHAS

O Escopo deste projeto abrange a realização de duas campanhas sucessivas, definidas com base na logística e disponibilidade das embarcações contratadas pela Petrobras; além do acompanhamento sistemático e contínuo durante todo o processo de lançamento do duto.

As campanhas utilizarão embarcações equipadas com ROVs tipo *Work Class* ou *equivalente*, amplamente empregados na indústria do petróleo. Estes veículos são do tipo *freeswimming*, com cabo armado com fibra ótica para transmissão de dados, transdutores, sonares e bússola para auxiliar na navegação. Os ROVs possuem posicionamento hidroacústico referenciado ao sistema DGPS de superfície da embarcação, com precisão superior a 1% da lâmina d'água. Atribui-se ao DGPS do navio precisão melhor que 3 m. As imagens serão obtidas por duas câmeras: uma delas preto e branco (*SIT* com lente grande angular) e outra colorida com zoom ótico de 18x. Os trabalhos realizados serão registrados de maneira contínua em arquivos digitais e analógicos e posterior gravação em mídia apropriada.

A inspeção iniciará com o ROV alinhado sobre a rota do duto e o deslocamento do veículo na direção dos alvos selecionados. Cada formação, uma vez localizada, terá seus limites contornados para que sejam georreferenciadas e estimadas suas áreas (m<sup>2</sup>). A altura de cada formação será estabelecida pela diferença entre o valor do profundímetro do ROV medido na parte mais alta do banco e o valor medido com o veículo pousado fora da formação. Sobre as formações serão realizados transectos paralelos, de forma a cobrir toda sua área. Para as estimativas quali-quantitativas da fauna, será realizado o mapeamento das formações com base nas características apresentadas no quadro 1 e aplicando-se os atributos descritos no quadros 2.

**Quadro 1 - Caracterização e avaliação dos bancos de corais de profundidade.**

Táxon	Formador de recife?	Abundância	Tamanho aproximado (m)	Morfologia	Associações com outros invertebrados	Dispersão espacial	Evidência de sedimentação	Importância estrutural	Outras observações
Ex. <i>Lophelia pertusa</i>	sim	média	pequeno	ramificado	várias	agregado	baixa	alta	

Adaptado de Brooke & Schroeder, 2007. Obs. Quadro sujeito a ajustes após a primeira campanha.

**Quadro 2 - Atributos.**

Atributos	Medida
Formador de recife?	Sim/ não
Abundância relativa	Baixa/ média/ alta
Tamanho (altura ou largura)	Pequeno (<30 cm)/ Médio ( 30 cm <1 m)/ Grande (>1 m)
Morfologia	Ramificado/ não ramificado
Associações	Nenhuma/ poucas (1-2) / várias (>2)
Dispersão espacial	Solitário/ Agregado
Evidência de sedimentação	Baixa/ média/ alta
Importância estrutural	Baixa/ média/ alta

Adaptado de Brooke & Schroeder, 2007.

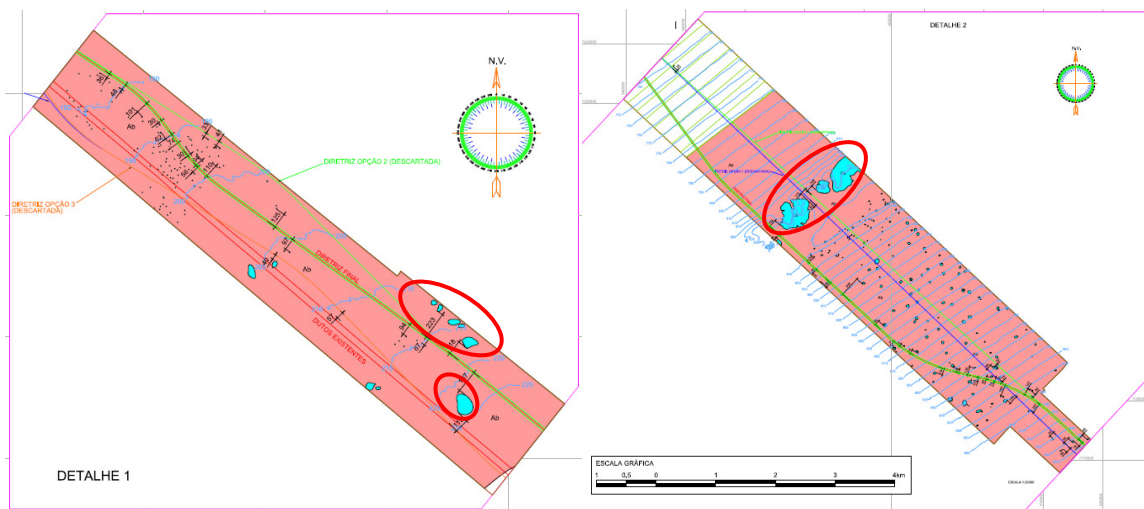
Durante o levantamento serão registradas as características do sedimento e da biota para fins de comparação antes e depois da instalação do gasoduto. Para esta avaliação, serão selecionados alguns organismos suspensívoros e sésseis em cada formação. Será dada preferência a espécies de corais pétreos formadoras de bancos/recifes, corais moles coloniais (gorgônias e corais negros) e esponjas.



### IV.1.1 Primeira campanha

A primeira campanha, denominada de Campanha de Caracterização, será realizada antes do início do lançamento do duto. Durante a Campanha de Caracterização serão investigados todos os alvos refletivos localizados a distancias variadas da rota do duto, que se encontram no interior da faixa de 100 m de distancia do mesmo, nos trechos situados entre os KP's 200 e 215 e KP's 168 e 162. A estimativa inicial é sejam imageados entre 30 e 40 formações contidas em ambos os trechos. Adicionalmente foram selecionadas 9 formações carbonáticas que se destacam no mapeamento devido às suas características fisiográficas (Figura 2).

O objetivo principal desta campanha será localizar as formações previamente mapeadas pelo levantamento acústico, caracterizá-las quanto aos seus aspectos físicos e biológicos e selecionar os espécimes sentinela que serão avaliados na segunda campanha quanto aos possíveis impactos da instalação do gasoduto.



**Figura 2:** Representação esquemática do traçado do duto nas áreas onde foram identificadas formações carbonáticas. Entre 30 e 40 formações mapeadas que se encontram a uma distância de até 100 m do traçado do duto serão imageadas. Os círculos identificam as 9 formações adicionais a serem imageadas.

### IV.1.2 Lançamento do duto

Durante o lançamento do duto a avaliação ficará restrita à inspeção visual do fundo marinho na rota do mesmo em tempo real, sem os deslocamentos previstos



para as formações carbonáticas adjacentes avaliadas durante a primeira campanha (Campanha de Caracterização).

### **IV.1.3 Segunda campanha**

A segunda campanha deverá ser realizada num prazo máximo de até 3 meses após o término da instalação do duto. Este intervalo de tempo foi considerado adequado para que possíveis efeitos danosos aos organismos sentinelas selecionados se manifestem e possam ser observados. Nesta campanha serão revisitados os espécimes alvo selecionados na Campanha de Caracterização.



## V PRODUTOS

Os resultados do projeto serão apresentados da seguinte forma:

1. Comunicação por escrito (resumo) à CGPEG, após a Primeira campanha (Campanha de Caracterização), informando sobre as características físicas e biológicas das formações carbonáticas imageadas e os espécimes alvo selecionados para o estudo.

2. Comunicação por escrito (resumo) à CGPEG, após o lançamento do duto, informando sobre o resultado da operação e encaminhamento do registro videográfico do imageamento do lançamento.

3. Relatório técnico de integração das informações obtidas nas duas campanhas sobre a caracterização das formações carbonáticas e avaliação de qualquer alteração devida ao lançamento e instalação do Gasoduto Tupi-Mexilhão.



## VI REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, A.C.Z. & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. (eds.) 2004. Biodiversidade bentônica da região sudeste-sul do Brasil, plataforma externa e talude superior. São Paulo : Instituto Oceanográfico da USP(Série Documentos Revizee - Score Sul). 216 p.
- BROOKE S. & W.W. SCHROEDER, 2007. State of the US Deep coral Ecosystem in the Northern Gulf of Mexico Region: Florida Straits to Texas. pp 271-306. Em: S.E. Lumsden, Hourigan T.F., Bruckner A.W. and Dorr G. (eds.) The State of Deep Coral Ecosystems of the United States. NOAA Technical Memorandum CRCP-3. Silver Spring MD 365 pp.
- CURBELO FERNANDEZ M.P., FALCÃO A.P.C., MOROSKO E.M. & CAVALCANTI G.H., 2005. Campos Basin Deep Sea Coral Communities (SE Brazil) - Preliminary results. 3rd International symposium on Deep Sea Corals, Miami, nov. 2005.
- GAGE J.D. & P.A. TYLER. 1991. *Deep-sea biology. A Natural History of Organisms at the Deep-Sea Floor*. Cambridge, 504 pp.
- HATCHER B.G. & 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. & 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. & O. NILSEN. 2002. Mapping and imaging deep-sea coral reefs off Norway, 1982-2000. *Hydrobiologia*, 471:13-17.

KITAHARA, M.V. 2007. Species richness and distribution of azooxanthellate scleractinia in Brazil. *Bulletin of Marine Science*, 81(3): 497-518.

MMS-001, 2000. Gulf of Mexico Deepwater Operations and Activities. Environmental Assessment. Mineral Management Service. Gulf of Mexico OCS Region. Publicado por U.S. Department of the Interior Minerals Management Service Gulf of Mexico OCS Region.

MMS-067, 2001. Brief Overview of Gulf of Mexico OCS. Oil and Gas Pipelines: Installation, Potential Impacts, and Mitigation Measures Deborah Cranswick, Minerals Management Service Gulf of Mexico OCS Region Publicado por U.S. Department of the Interior Minerals Management Service Gulf of Mexico OCS Region.

MMS-044, 2006. Continental Shelf Associates, Inc. 2006. Effects of Oil and Gas Exploration and Development at Selected Continental Slope Sites in the Gulf of Mexico. Volume I: Executive Summary. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Region, New Orleans, LA. OCS Study MMS 2006-044. 45 pp.

MORTENSEN P.B., ROBERTS, J.M. & R.C. SUNDT, 2000. Video-assisted grabbing: a minimally destructive method of sampling azooxanthellate coral banks. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 80: 365-366.

PIRES D.O. 2007. The azooxanthellate coral fauna in Brazil. Pp 265-272. Em: R.Y. George and Cairns SD. (eds.). Conservation and adaptive management of seamount and deep-sea coral ecosystems. Rosentiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami. Miami. 324 pp.

ROGERS C.S. 1990. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 62: 185-202.

SUMIDA, P.Y., M.Y. YOSHINAGA, L.A. MADUREIRA, & M. HOVLAND. 2004. Seabed pockmarks associated with deepwater corals off SE Brazilian continental slopes, Santos Basin. *Mar. Geol.* 207: 159-167.

UNEP, 2004. Cold-water coral reefs. Out of sight-no longer out of mind. Freiwald, A., Fossa, J.H., Grehan, A., Koslow, T. & J.M. Roberts.

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.





**VII EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL**

<b>Profissional</b>	Guarani de Hollanda Cavalcanti
<b>Empresa</b>	PETROBRAS
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	29651/02 CRBio
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	211143
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Maria Patricia Curbelo Fernandez
<b>Empresa</b>	PETROBRAS
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	32610/02 CRBio
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	196762
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Fernando Gonçalves de Almeida
<b>Empresa</b>	PETROBRAS
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	NA
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	1543809
<b>Assinatura</b>	