

PROJETO DE MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL SOBRE AS FORMAÇÕES CARBONÁTICAS IDENTIFICADAS AO LONGO DA ROTA DO GASODUTO TUPI- MEXILHÃO

RELATÓRIO DE INTEGRAÇÃO

Relator(es)

Guarani de Hollanda Cavalcanti
Petrobras/CENPES

Maria Patrícia Curbelo Fernandez
(PUC-Rio)

Renata Carolina Mikosz Arantes
(PUC-Rio)

Venina Pires Ribeiro Ferreira
(PUC-Rio)

Rio de Janeiro
19 de abril de 2011

I. RESUMO

O presente documento consolida os resultados do “Projeto de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental sobre as Formações Carbonáticas Identificadas na Rota do Gasoduto Tupi-Mexilhão”. Conforme previsto em seu escopo, foram realizadas três campanhas com veículos de operação remota (ROV) entre 2010 e 2011. A primeira campanha foi realizada em janeiro 2010 e teve como objetivo a caracterização ambiental das formações carbonáticas identificadas por métodos indiretos ao longo da diretriz do gasoduto. Já as duas campanhas subseqüentes (campanhas 2 e 3), realizadas em julho de 2010 e janeiro de 2011, procurou avaliar, ao longo do tempo, possíveis efeitos da ressuspensão de sedimentos devido ao lançamento do gasoduto sobre as comunidades biológicas previamente selecionadas. Um total de 54 formações carbonáticas (alvos) foi mapeado e caracterizado durante a campanha de caracterização ambiental. Foram selecionadas 17 colônias de corais (denominadas sentinelas) em 13 formações para monitoramento e avaliação de impacto ambiental. Nenhum organismo sentinela avaliado mostrou sinais de alterações morfológicas ou indícios de soterramento, apresentando as mesmas características observadas antes e após o lançamento do duto. Desta forma, conclui-se que o lançamento do gasoduto não teve influência (direta ou indireta) sobre as colônias monitoradas ao longo da execução do Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA).

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 as zooxantelas (dinoflagelado que auxilia no crescimento das colônias) 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*), ecossondas 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 (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 consequência 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).

O presente documento consolida os resultados do “Projeto de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental sobre as Formações Carbonáticas Identificadas na Rota do Gasoduto Tupi-Mexilhão” que teve como objetivos:

- Investigar com ROV, a presença e as características das formações carbonáticas previamente identificadas ao longo da rota do gasoduto Tupi-Mexilhão por meio de imageamento acústico, apresentado nas complementações do Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento;
- Caracterizar as formações confirmadas por ROV com relação aos seus aspectos físicos e biológicos;

- 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 e monitoramento de espécies sentinelas.

III. METODOLOGIA

III. 1 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 estende 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 (Figuras III.1-1). O lançamento foi executado pelo método *reel*, utilizando-se a embarcação de lançamento de dutos Solitaire. A embarcação não utilizou âncoras, pois a mesma possui sistema de posicionamento dinâmico. O assentamento do duto sobre o fundo foi feito por método de posicionamento de precisão.

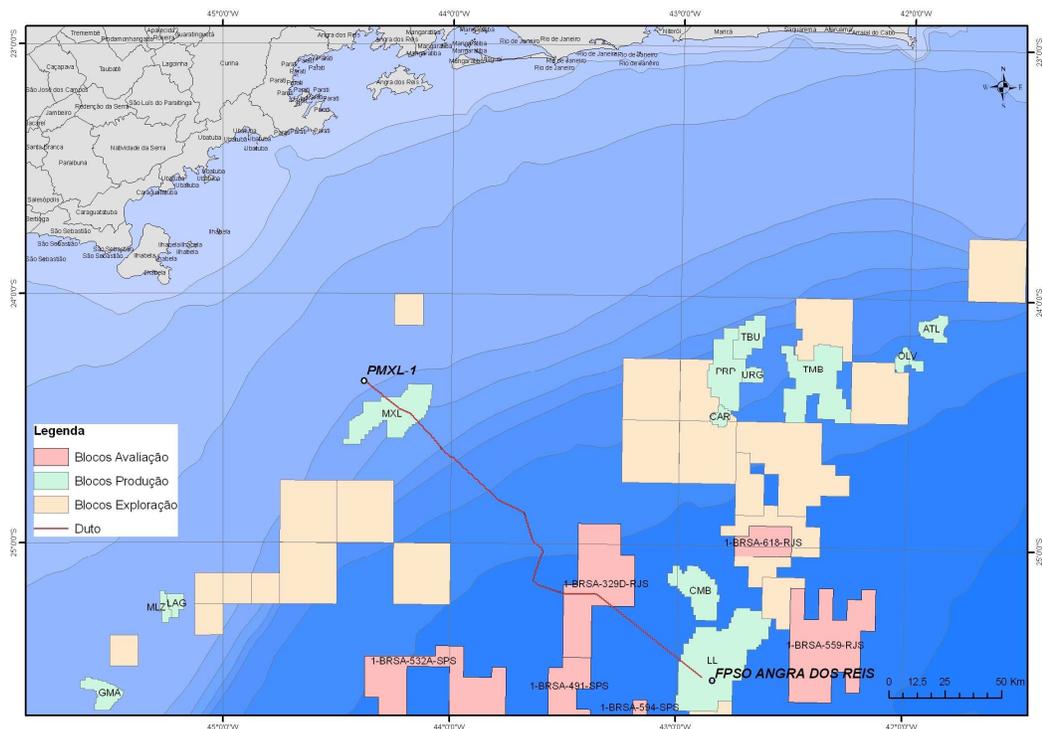


Figura III.1-1. Localização do Gasoduto Uruguá-Mexilhão.

As etapas de instalação do Gasoduto compreenderam:

- **o lançamento do gasoduto.** O lançamento foi realizado no sentido da parte rasa para a parte profunda. A embarcação foi posicionada junto ao ponto de localização do SKID ESDV próximo a plataforma de Mexilhão. Através do deslocamento da embarcação, o duto foi lançado e posicionado sobre o traçado previamente planejado até a profundidade de abandono na outra extremidade, onde então será interligado com a unidade de produção na área do Piloto de Tupi, a FPSO Cidade de Angra dos Reis. O final da interligação está previsto para dia 6 de junho.

- **o abandono do gasoduto.** O abandono do segmento de duto no trecho raso, junto à PMXL-1, incluiu 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. 2 ALVOS DO ESTUDO

Foram visitadas na primeira campanha 54 alvos (formações carbonáticas) identificados por levantamento acústico (ecosonda multifeixe e sonar de varredura lateral - SSS) presentes numa faixa de até 100 m para cada lado ao longo do traçado do Gasoduto Tupi-Mexilhão, incluindo outras feições com dimensões consideradas expressivas selecionadas além desta faixa. Conforme descrito no relatório de caracterização ambiental encaminhado à CGPEG logo após a realização da primeira campanha, as formações carbonáticas se concentravam em duas porções, uma rasa entre 190 e 200 m de profundidade e uma profunda entre 820 e 990 m (**Figuras III.1-2 e III.1-3**). As investigações foram realizadas em duas áreas na parte rasa (Áreas 1 e 2) e três áreas na parte profunda (Áreas 3, 4 e 5) (**Figura III.1-4**).

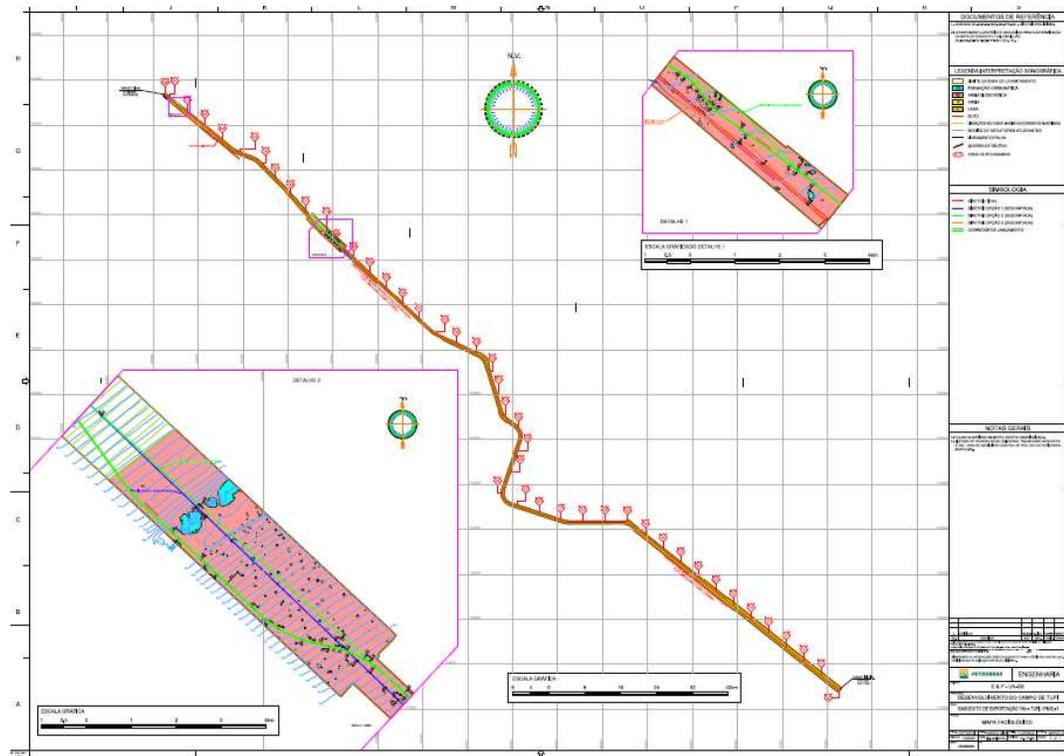


Figura III.1-2. Localização esquemática do projeto do Gasoduto Tupi-Mexilhão com as áreas com concentrações de formações carbonáticas identificadas no levantamento acústico.

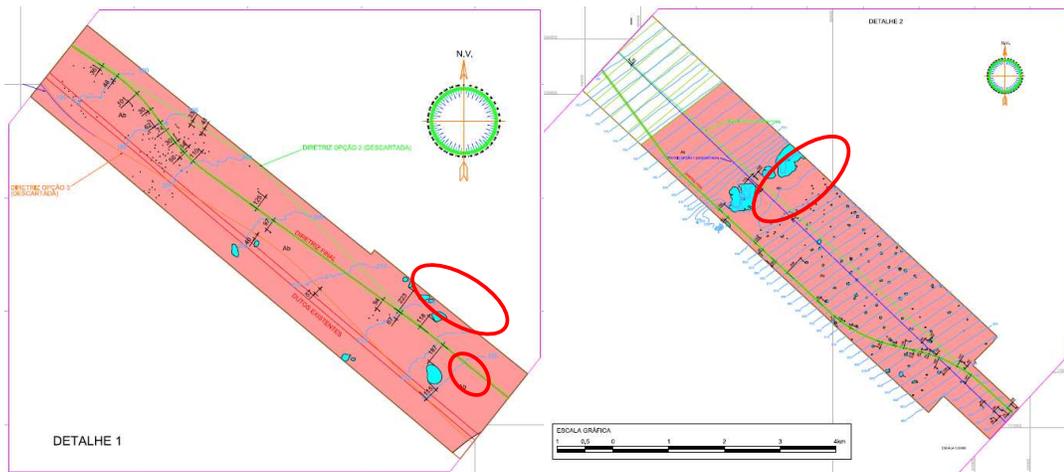


Figura III.1-3. Detalhe do traçado do duto nas áreas onde foram identificadas formações carbonáticas. Formações mapeadas no levantamento acústico que se encontram a uma distância de até 100 m do traçado do duto foram investigadas. Os círculos identificam as formações adicionais com dimensões expressivas consideradas para inspeção.

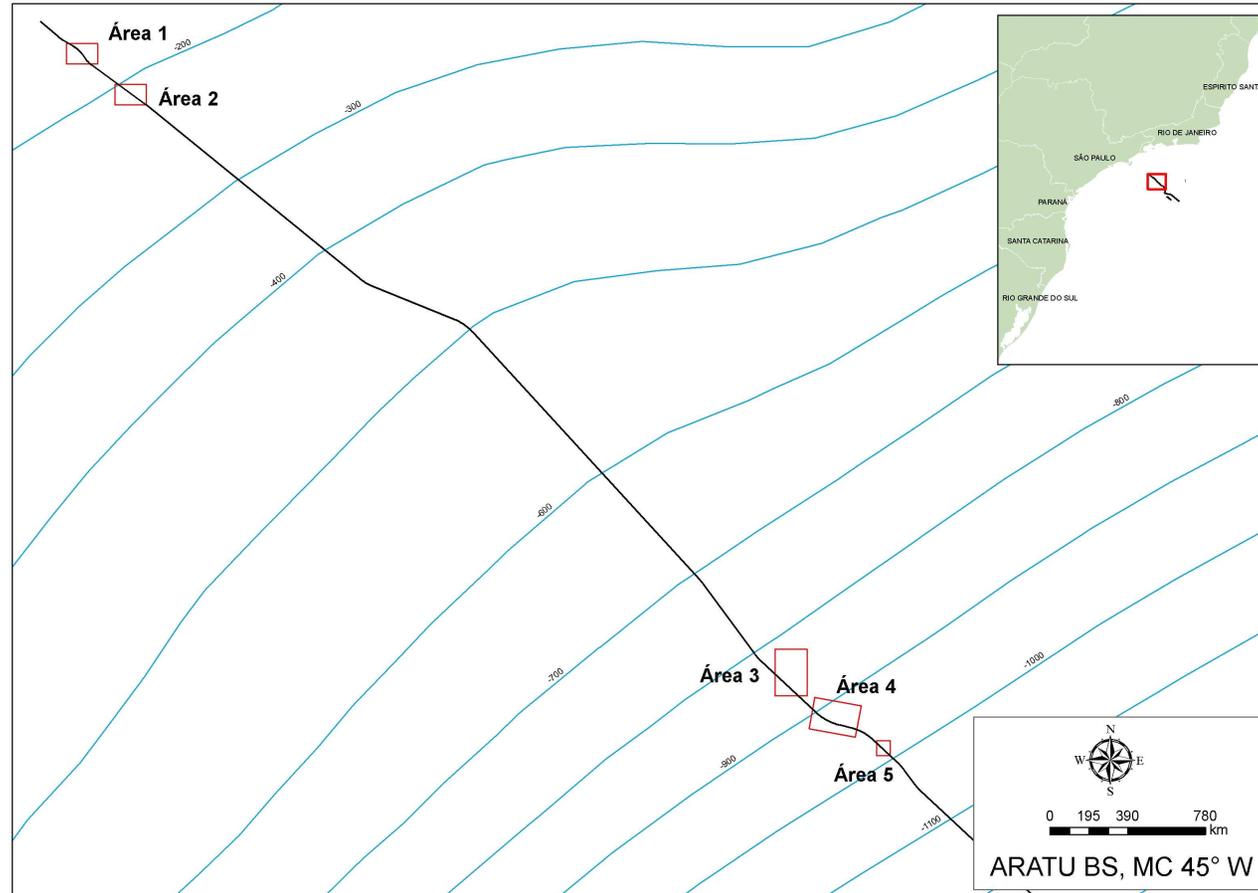


Figura III.1-4- Formações carbonáticas definidas como alvo para caracterização e avaliação ambiental.

III.3 CAMPANHAS

No âmbito deste projeto foram executadas três campanhas. A caracterização ambiental (Campanha 1) das feições carbonáticas e seleção dos organismos sentinelas foi realizada entre dias 09 e 18 de janeiro de 2010 e, após o lançamento do gasoduto (entre 16/03 e 13/07/2010), foram realizadas duas campanhas de monitoramento e avaliação de impacto ambiental, uma entre 26 e 27 de julho de 2010 e outra entre 23 e 25 de janeiro de 2011.

As embarcações utilizadas foram os RSV CBO Campos e CBO Rio, ambas equipadas com veículo de operação remota (ROV). As imagens foram obtidas por câmeras de vídeo coloridas (com zoom ótico de 18x) e preto e branco (com lente grande angular). Os trabalhos foram registrados de maneira contínua em DVD e as informações gerais sobre os alvos foram planilhadas ainda a bordo (**Tabela III.3.1**).

Tabela III.3.1. Tabela utilizada para registro das informações sobre os alvos investigados.

Alvo	Data	Hora		SAD 69		Prof (m)	Comp (m)	Largura (m)	Altura (m)	Tipo de Fundo	Observação	Fotos Relatório
		Início	Final	Latitude	Longitude							

Foram selecionados espécimes sentinelas durante a campanha 1 para serem revisitados e monitorados após o lançamento do duto. Os corais pétreos coloniais, principalmente da espécie *Solenosmilia variabilis*, foram escolhidos como sentinelas por serem considerados construtores de bancos de corais de profundidade. Além dos corais pétreos foram selecionados alguns octocorais devido a sua abundância na região estudada. Outros critérios utilizados na seleção dos sentinelas foram à complexidade ecológica das formações investigadas e a distribuição e disposição das mesmas em relação à distância da rota. O monitoramento realizado após a instalação do gasoduto foi direcionado para a integridade das formações e das colônias sentinelas, incluindo a observação detalhada de seus pólipos e também a observação de algum resquício decorrente do lançamento (pluma de sedimento, marcas no fundo).

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

IV. 1 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

Durante a campanha de caracterização ambiental as formações carbonáticas encontradas (n=54) e tiveram seus limites contornados pelo ROV e suas posições foram georeferenciadas. O contorno não foi realizado quando formações eram esparsas, não apresentavam limites definidos ou eram de pequeno tamanho. Em todos os casos foram registradas as coordenadas do alvo, fosse este pontual ou com área contornável para definir o posicionamento real das formações. A altura das formações foi estimada pela diferença de profundidade entre a periferia da formação e o ponto mais alto da mesma. Todas as informações dos alvos registrados durante a campanha encontram-se nas tabelas **IV.1.1** e **IV.1.2**. A maioria dos alvos tinha sido apontada previamente nas imagens de SSS, com exceção dos alvos Extra, que foram verificados *in situ* durante o levantamento sobre a rota. O uso do sonar do ROV foi determinante para o registro destes alvos adicionais. As características do fundo marinho e da biota para fins de comparação dos momentos antes e depois da instalação do gasoduto foram registradas em aproximadamente 190 horas de vídeo.

Tabela IV.1.1. Alvos registrados ao longo da diretriz do Gasoduto Tupi-Mexilhão (Coordenadas SAD 69). Área 1; alvos 1 a 23A; Área 2: alvos 25 a 31; Área 3: alvos 33 a 38B; Área 4: alvos 39 a 49; Área 5: alvo 50). Obs. Alvo 23A (extra), Alvo 37B (complementar ao 37), Alvo 38B (complementar ao 38), Alvos 43 e 44 (considerados como única formação)

Alvo	Data	Latitude	Longitude	Prof. (m)	Comp. (m)	Larg. (m)	Alt. (m)	Dist. do duto (m)
1	15/10/2010	24°21'44,92"S	44°22'3,09"W	189	-	-	1	95
2	15/10/2010	24°21'44,76"S	44°21'25,54"W	189	-	-	1	55
3	15/10/2010	24°21'44,32"S	44°21'59,97"W	187	7,00	12,00	1	34
4	15/10/2010	24°21'47,11"S	44°21'56,97"W	189	11,00	18,00	1	63
7	15/10/2010	24°21'54,41"S	44°21'45,97"W	192	-	-	1	33
8	15/10/2010	24°21'58,53"S	44°21'43,22"W	194	-	-	0	62
9	15/10/2010	24°22'0,34"S	44°21'42,07"W	194	11,00	16,00	0	57
10	15/10/2010	24°22'1,08"S	44°21'39,05"W	194	7,00	10,00	1	71
11	15/10/2010	24°22'1,22"S	44°21'34,4"W	195	-	-	1	98
12	15/10/2010	24°22'1,8"S	44°21'33,69"W	195	-	-	1	96
13	15/10/2010	24°22'2,29"S	44°21'33,05"W	196	10,00	14,00	1	98
14	15/10/2010	24°22'3,65"S	44°21'33,04"W	196	8,00	11,00	1	80
16	17/10/2010	24°22'5,24"S	44°21'38,99"W	196	6,00	7,00	1	80
17	17/10/2010	24°22'7,15"S	44°21'38,35"W	197	7,00	11,00	1	100
	16 e							
18	17/01/2010	24°22'5,08"S	44°21'31,19"W	198	10,00	21,00	1	85
19	17/10/2010	24°22'5,92"S	44°21'31,43"W	198	13,00	17,00	1	61
20	17/10/2010	24°22'9,42"S	44°21'36,7"W	198	-	-	0	87
21	17/10/2010	24°22'8,87"S	44°21'35,71"W	199	-	-	1	80
22	17/10/2010	24°22'9,96"S	44°21'34,07"W	199	-	-	1	68
23	17/10/2010	24°22'10,97"S	44°21'32,54"W	199	-	-	1	56
23A	17/10/2010	24°22'10,74"S	44°21'31,9"W	199	-	-	1	37
24	18/10/2010	24°22'32,01"S	44°21'4,32"W	205	-	-	1	97
27	18/10/2010	24°22'45,26"S	44°20'23,11"W	211	24,00	19,00	0	267
28	18/10/2010	24°22'46,88"S	44°20'21,47"W	213	21,00	13,00	0	238
29	18/10/2010	24°22'50,41"S	44°20'17,62"W	213	59,00	47,00	1	198
30	18/10/2010	44°15'5,15"S	57°16'37,76"W	215	-	-	1	222
31	18/10/2010	24°22'55,3"S	44°20'13,55"W	216	13,00	9,00	1	160
33	11/1/2010	24°38'10,82"S	44°1'46,1"W	846	121,00	183,00	0	65
34	11e 12/1/2010	24°37'54,1"S	44°1'35,03"W	847	435,00	504,00	-	141
35	12/1/2010	24°37'39,08"S	44°1'19,21"W	829	189,00	206,00	-	1000
	12 e							
36	13/01/2010	24°37'32,13"S	44°1'6,21"W	850	330,00	558,00	-	1100
37	11/1/2010	24°38'28"S	44°1'23,7"W	855	5,00	10,00	0	70
37B	11/1/2010	24°38'27,57"S	44°1'22,75"W	855	7,00	10,00	0	105
38	11/1/2010	24°38'32,34"S	44°1'20,5"W	859	47,00	79,00	2	95
38B	11/1/2010	24°38'31,13"S	44°1'20,09"W	859	35,00	33,00	2	95
39	10/1/2010	24°38'54,8"S	44°0'40,81"W	895	38,00	44,00	4	85
40	10/1/2010	24°39'6,38"S	44°0'37,13"W	906	31,00	39,00	4	75
41	10/1/2010	24°39'6,83"S	44°0'35,38"W	907	30,00	32,00	4,5	60
42	10/1/2010	24°39'6,46"S	44°0'29,23"W	912	25,00	29,00	3	23
43	10/1/2010	24°39'9,01"S	44°0'21,84"W	917	31,00	36,00	1,5	68
44 - 45	10/1/2010	24°39'16,35"S	44°0'0,26"W	927	34,00	40,00	1	85
46	10/1/2010	24°39'25,03"S	43°59'50,06"W	940	34,00	43,00	0	82
47	10/1/2010	24°39'24,37"S	43°59'48,92"W	941	12	12	0	72
48	10/1/2010	24°39'21,88"S	43°59'37,1"W	943	33,00	45,00	4	46
49	10/1/2010	24°39'22,67"S	43°59'32,68"W	947	29,00	34,00	2,5	80
50	9/1/2010	24°39'57,32"S	43°58'48,5"W	988	27,00	33,00	3	60

Tabela IV.1.2. Alvos Extra registrados ao longo da diretriz do Gasoduto Tupi-Mexilhão (Coordenadas SAD 69). Área 1: alvos Extra 3 a Extra 10; Área 3: alvos Extra 1 e 2).

Alvo	Data	Latitude	Longitude	Prof. (m)	Comp. (m)	Larg. (m)	Alt. (m)	Dist. do duto (m)
Extra 1	11/1/2010	24°38'23,12"S	44°1'23,1"W	851	10,00	12,00	1	12
Extra 2	11/1/2010	24°38'21,89"S	44°1'24,14"W	850	5,00	5,00	0	24
Extra 3	15/10/2010	24°21'45,49"S	44°21'58,3"W	188	4,00	5,00	1	46
Extra 4	15/10/2010	24°21'52,96"S	44°21'48,5"W	192	-	-	1	55
Extra 5	15/10/2010	24°22'0,27"S	44°21'39,87"W	194	14,00	19,00	1	18
Extra 6	15/10/2010	24°22'0,63"S	44°21'34,08"W	195	-	-	1	114
Extra 7	16/10/2010	24°22'4,22"S	44°21'35,49"W	197	10,00	16,00	1	8
Extra 8	17/10/2010	24°22'7,62"S	44°21'33,13"W	199	4,00	6,00	1,5	na rota
Extra 9	17/10/2010	24°22'4,64"S	44°21'35,87"W	196	3,00	4,00	1,5	na rota
Extra 10	17/10/2010	24°21'50,06"S	44°21'48,97"W	191	8,00	18,00	1	na rota

IV.1.1. Áreas 1 e 2

As formações carbonáticas encontradas nas áreas 1 e 2, durante a campanha, foram classificadas em 2 tipos de acordo com suas características físicas e ecológicas, seguindo os padrões utilizados anteriormente na caracterização das formações ao longo do duto Uruguá-Mexilhão (**Figura IV.1.1.1**).



Figura IV.1.1.1. Formações carbonáticas tipo 1 (ex. Alvo extra 3) e tipo 2 (ex. Alvo 17).

Nestas duas áreas foram investigados um total de 31 alvos refletivos (**Tabela IV.1.1**) a diferentes distâncias da rota do duto. Dos 31 alvos, 14 foram alvos pontuais sem área expressiva, formados por concreções carbonáticas de baixa altura dos tipos 1 e 2. Os Alvos 15 e 32 não foram encontrados. Por outro lado, foram identificados 8 alvos Extra que não haviam sido identificados no levantamento acústico.

Durante a investigação na rota do duto alguns alvos de pequena altura (tipo 1) foram verificados (Alvos Extra 8, 9 e 10). Estas formações estavam compostas de carbonatos em agregados esparsos, apresentaram baixo relevo e na superfície foram registrados esponjas, poliquetas e corais solitários.

IV.1.2. Áreas 3, 4 e 5.

Nestas áreas foram verificadas um total de 20 formações a diferentes distâncias da rota do duto (**Tabela IV.1.1**). Os alvos tinham sido apontados previamente nas imagens de SSS, com exceção dos chamados de alvos Extra 1 e 2, que foram verificados *in situ* durante o levantamento ao longo da rota prevista para o gasoduto.

A maioria das formações encontradas nesta região mais profunda da investigação é formada por agregados de esqueletos carbonáticos em uma matriz lamosa (bancos carbonáticos de corais) (**Figura IV.1.2.1**), com presença de invertebrados e peixes. A altura as formações foi variável, de pequenas elevações que não se destacam do fundo a formações de maior porte com 4 m de altura, como o caso do alvo 48.

Três alvos de grande porte foram investigados na profundidade próxima a 800 m (**Tabela IV.1.1**, alvos 34 a 36). Estes alvos são depressões no solo marinho conhecidas como *pockmarks*, produto de exsudações de gás préteritas. As depressões possuem gradiente batimétrico expressivo, com uma profundidade de 820 m na borda e de 870 no centro do *pockmark*.

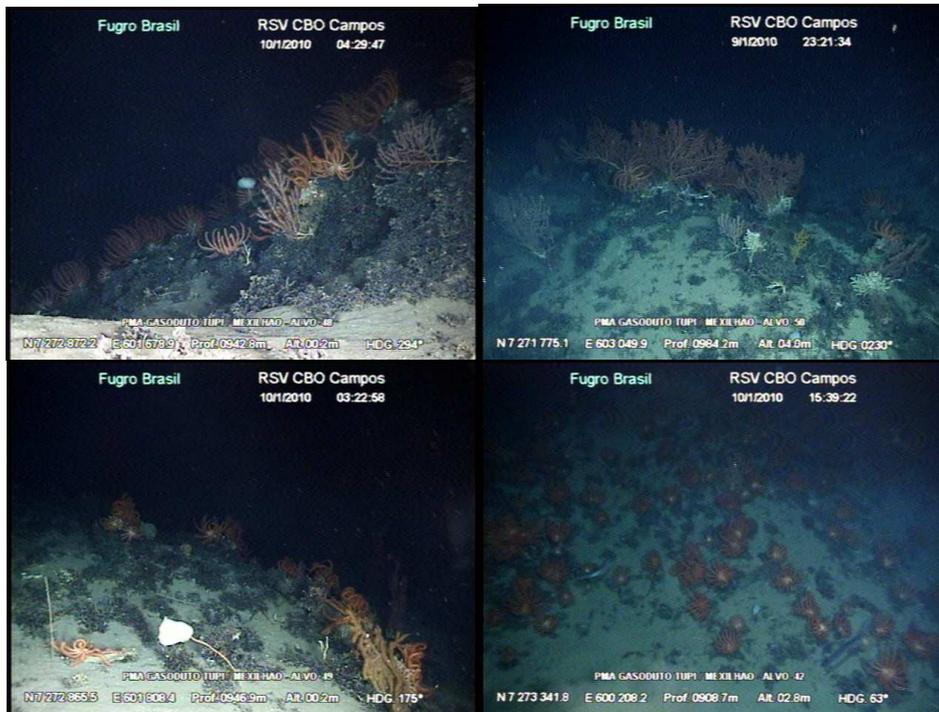


Figura IV.1.2.1. Formações carbonáticas (bancos carbonáticos de corais) encontradas nas áreas 3, 4 e 5.

IV. 1.3. Seleção dos alvos e sentinelas

Foram selecionadas 13 formações e 17 colônias de corais (Scleractinia e Octocorallia) como sentinelas para monitoramento após a instalação do gasoduto (Tabela IV.1.3). As distâncias dos alvos selecionados em relação à rota do duto variaram entre 12 e 114 m. Os alvos mais próximos à rota não apresentaram fauna evidente.

Tabela IV.1.3. Alvos onde foram selecionados sentinelas para monitoramento após o lançamento do duto. Coordenadas geográficas SAD 69.

Alvo	Distância do duto (m)	Longitude	Latitude	Prof. (m)	Identificação	Sentinela
43	68	24°39'9,12"S	44°0'21,92"W	913,3	Isididae	Sentinela 1
42	23	24°39'6,52"S	44°0'29,02"W	910,1	<i>Solenosmilia variabilis</i>	Sentinela 2
41	60	24°39'6,38"S	44°0'35,5"W	908,3	<i>Candidela imbricata</i>	Sentinela 3
40	75	24°39'6,29"S	44°0'36,51"W	905,5	<i>Candidela imbricata</i>	Sentinela 4
39	85	24°38'55,01"S	44°0'41,17"W	897,1	<i>Candidela imbricata</i>	Sentinela 5
38	95	24°38'30,89"S	44°1'19,98"W	858,6	<i>Solenosmilia variabilis</i>	Sentinela 6
38	95	24°38'30,93"S	44°1'20,02"W	858,7	<i>Candidela imbricata</i>	Sentinela 7
37	70	24°38'27,6"S	44°1'22,61"W	854,7	<i>Solenosmilia variabilis</i>	Sentinela 8
Extra 1	12	24°38'23,14"S	44°1'23,19"W	851,0	<i>Solenosmilia variabilis</i>	Sentinela 9
Extra 2	24	24°38'21,88"S	44°1'24,09"W	850,0	<i>Solenosmilia variabilis</i>	Sentinela 10
33	35	24°38'10,22"S	44°1'43,68"W	846,8	<i>Paragorgia</i> sp.	Sentinela 11
Extra 6	114	24°22'0,62"S	44°21'34,06"W	195,3	Dendrophylliidae?	Sentinela 12
12	96	24°22'1,82"S	44°21'33,72"W	196,6	Dendrophylliidae?	Sentinela 13
18	85	24°22'5,17"S	44°21'31,49"W	197,3	Dendrophylliidae?	Sentinela 14
18	85	24°22'5,17"S	44°21'31,37"W	197,3	Dendrophylliidae?	Sentinela 15
18	85	24°22'5,2"S	44°21'31,37"W	197,2	Dendrophylliidae?	Sentinela 16
18	85	24°22'5,2"S	44°21'31,39"W	197,2	Dendrophylliidae?	Sentinela 17

IV. 2 MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

Na segunda e na terceira campanha foram revisitados os 13 alvos que abrigavam os 17 espécimes sentinelas previamente selecionados durante a campanha de caracterização ambiental. A localização de cada um dos sentinelas foi feita a partir das coordenadas geográficas das imagens adquiridas ao longo da Campanha 1 e do ângulo de posicionamento do ROV em campanhas anteriores. Foram feitas observações dos sentinelas, onde a aparência dos organismos e colônias e suas características gerais foram comparadas com os registros prévios. Depois das observações detalhadas dos sentinelas, foram realizados sobrevôos com o veículo para uma avaliação geral das condições dos alvos.

A seguir, nas **Figura IV.2.1 a IV.2.9**, são apresentadas imagens de todos os organismos sentinelas monitorados antes e após o lançamento do gasoduto. As imagens da esquerda correspondem à Campanha 1 as do centro à Campanha 2 e as da direita à Campanha 3. Nota-se que houve mudança na referência do sistema de coordenadas durante o levantamento da terceira campanha, que passou do datum Aratu-BS para o datum SIRGAS 2000.

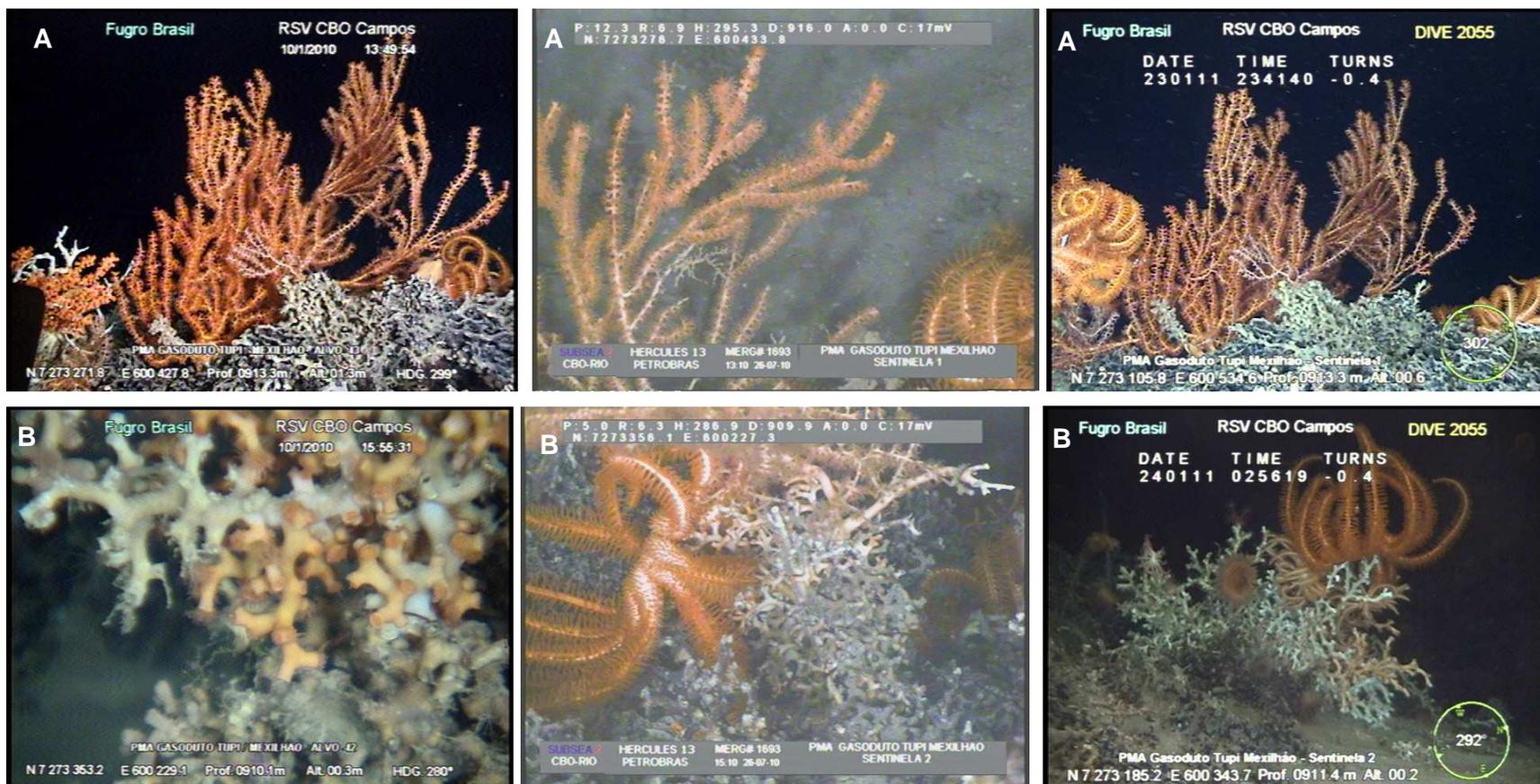


Figura IV.2.1. Imagens dos sentinelas sendo, A) Sentinela 1: Isididae; B) Sentinela 2: *Solenosmilia variabilis*. À esquerda imagens da primeira campanha, ao centro imagens da segunda campanha e a direita imagens da terceira campanha (as duas últimas após o lançamento do duto).

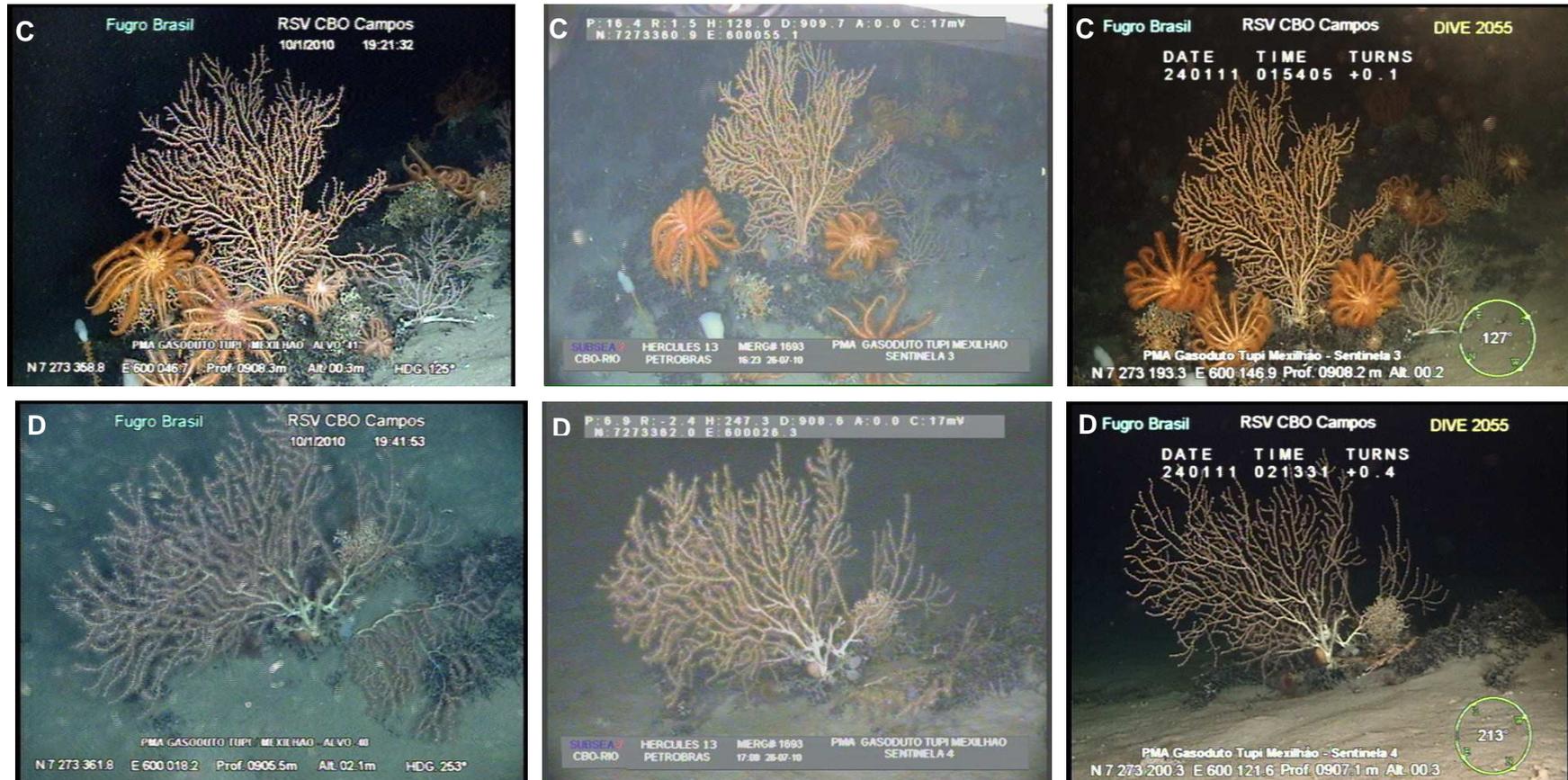


Figura IV.2.2. Imagens dos sentinelas sendo, C) Sentinela 3: *Candidela imbricata*; D) Sentinela 4: *Candidela imbricata*. À esquerda imagens da primeira campanha, ao centro imagens da segunda campanha e a direita imagens da terceira campanha (as duas últimas após o lançamento do duto).

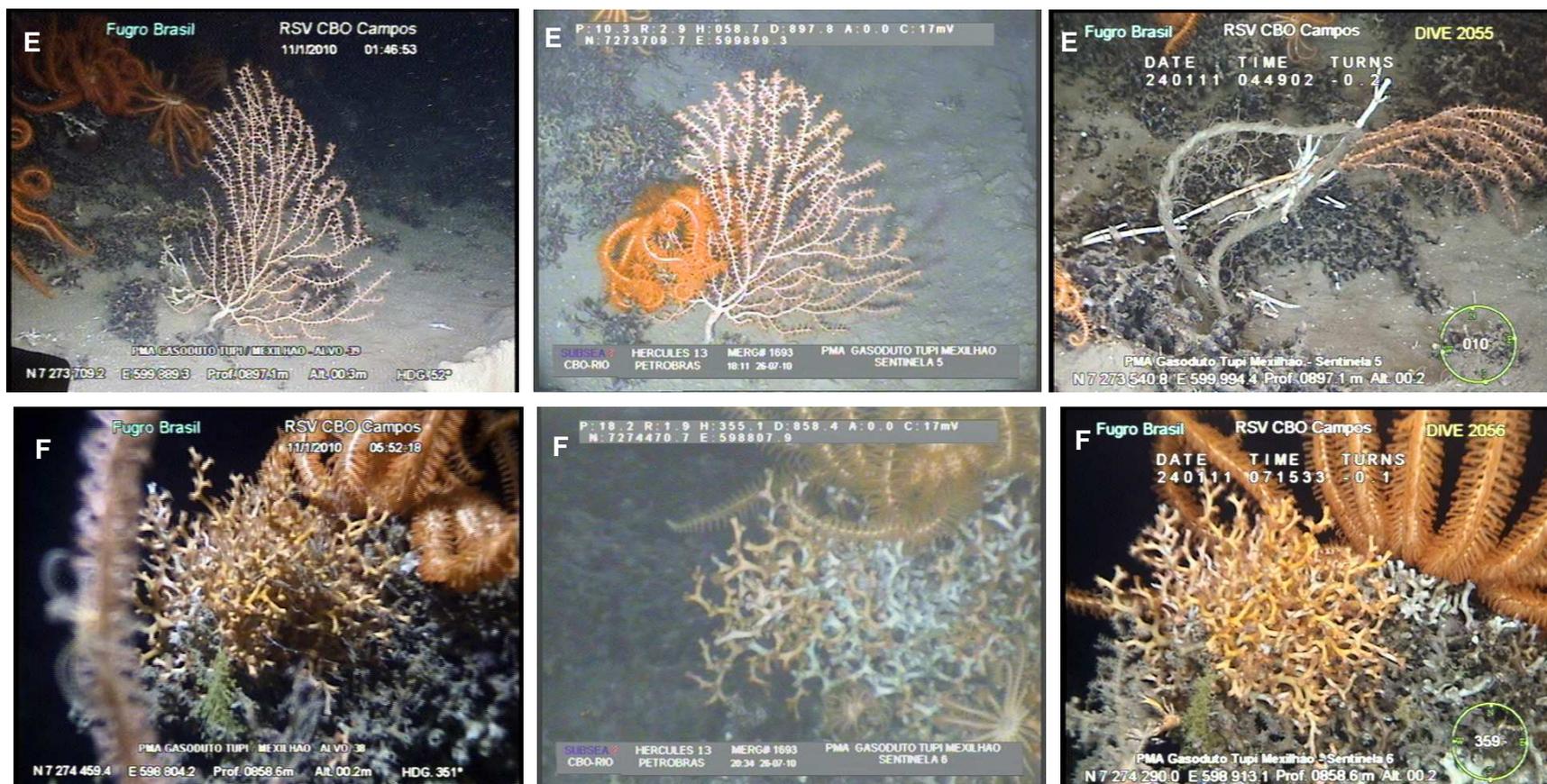


Figura IV.2.3. Imagens dos sentinelas sendo, E) Sentinel 5: *Candidela imbricata*. Notar que a colônia foi danificada provavelmente por um cabo de pesca entre as campanhas 2 e 3; F) Sentinel 6: *Solenosmilia variabilis*. À esquerda imagens da primeira campanha, ao centro imagens da segunda campanha e a direita imagens da terceira campanha (as duas últimas após o lançamento do duto).



Figura IV.2.4. Imagens dos sentinelas sendo, G) Sentinela 7: *Candidela imbricata*; H) Sentinela 8: *Solenosmilia variabilis*. Notar que a colônia foi danificada pelo veículo na segunda campanha e foi observado um cabo, provavelmente de pesca, na terceira campanha. À esquerda imagens da primeira campanha, ao centro imagens da segunda campanha e a direita imagens da terceira campanha (as duas últimas após o lançamento do duto).

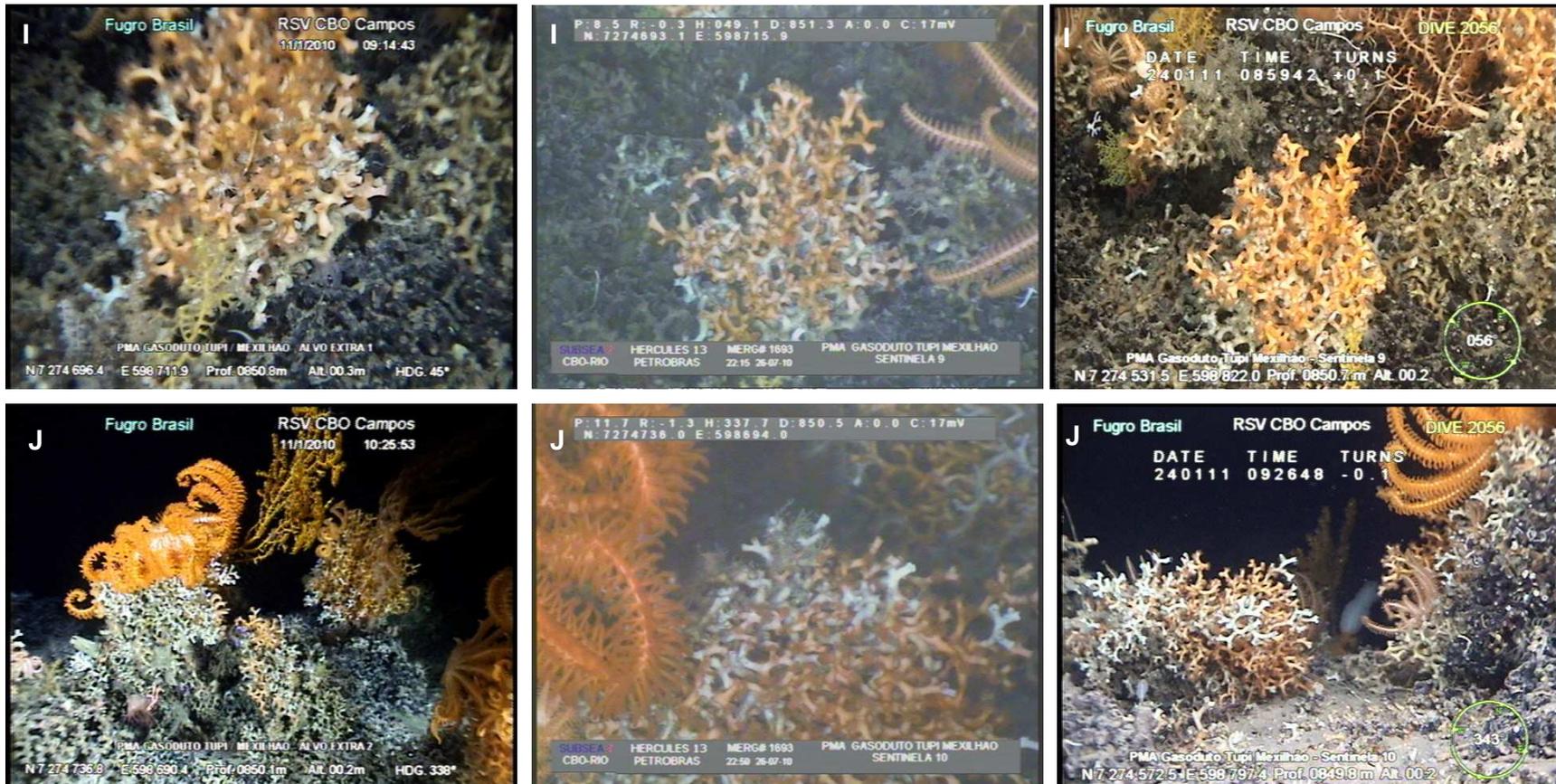


Figura IV.2.5. Imagens dos sentinelas sendo, I) Sentinela 9: *Solenosmilia variabilis*; J) Sentinela 10: *Solenosmilia variabilis*. À esquerda imagens da primeira campanha, ao centro imagens da segunda campanha e a direita imagens da terceira campanha (as duas últimas após o lançamento do duto).

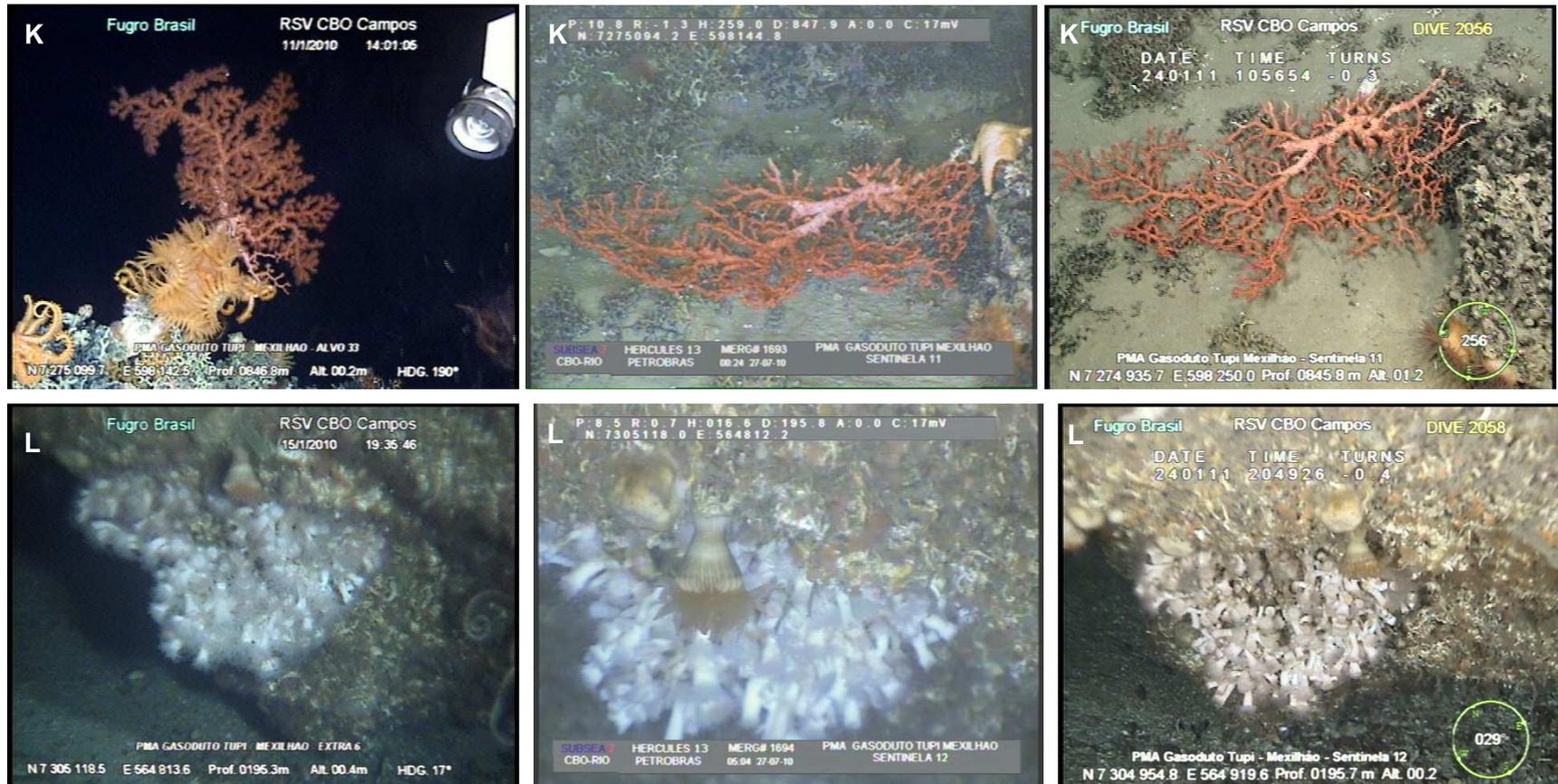


Figura IV.2.6. Imagens dos sentinelas sendo, K) Sentinel 11: *Paragorgia* sp. Notar que a colônia foi danificada pelo veículo na segunda campanha; L) Sentinel 12 *Dendrophylliidae*?. À esquerda imagens da primeira campanha, ao centro imagens da segunda campanha e a direita imagens da terceira campanha (as duas últimas após o lançamento do duto).

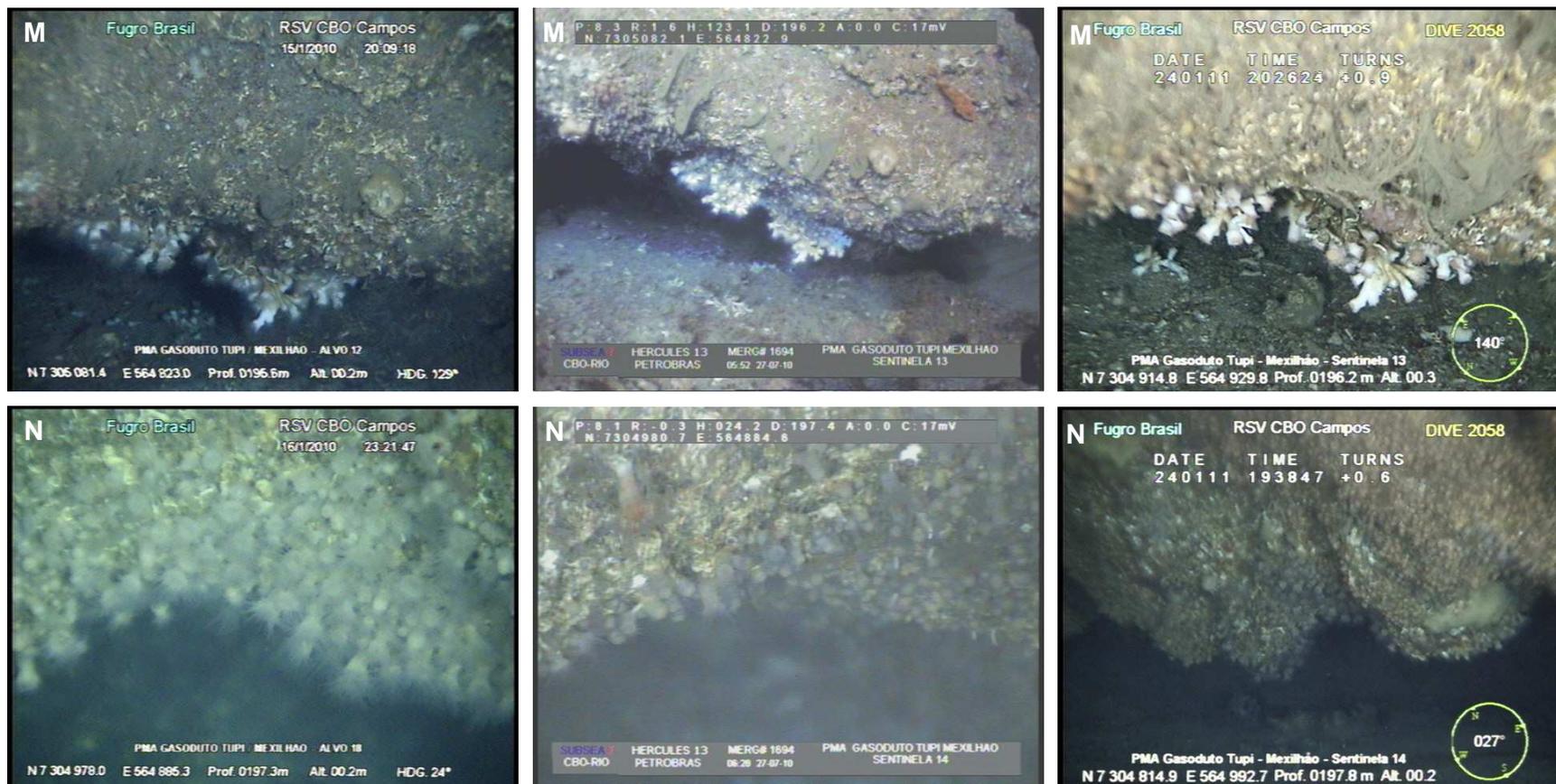


Figura IV.2.7. Imagens dos sentinelas sendo, M) Sentinela 13: Dendrophylliidae?; N) Sentinela 14: Dendrophylliidae?. À esquerda imagens da primeira campanha, ao centro imagens da segunda campanha e a direita imagens da terceira campanha (as duas últimas após o lançamento do duto).



Figura IV.2.8. Imagens dos sentinelas sendo, O) Sentinela 15: Dendrophylliidae?; P) Sentinela 16: Dendrophylliidae?. À esquerda imagens da primeira campanha, ao centro imagens da segunda campanha e a direita imagens da terceira campanha (as duas últimas após o lançamento do duto).



Figura IV.2.9. Imagens dos sentinelas sendo, Q) Sentinela 17: Dendrophylliidae?. À esquerda imagens da primeira campanha, ao centro imagens da segunda campanha e a direita imagens da terceira campanha (as duas últimas após o lançamento do duto).

Durante a inspeção dos alvos, a ressuspensão do sedimento causada pelo ROV foi considerável, dificultando muitas vezes a localização das colônias e a tomada de imagens para comparação com as fotografias obtidas previamente. Apesar de todos os 17 espécimes sentinela terem sido localizados, duas colônias de octocorais (Sentinelas 7 e 11) foram danificadas pelo veículo durante a sua aproximação durante a segunda campanha. Nota-se que o Sentinela 5 também se apresentou danificado na terceira campanha, provavelmente devido a um cabo de nylon utilizado pela atividade pesqueira (também observado no alvo do Sentinela 7 durante a mesma campanha).

Vale ressaltar que a ressuspensão causada pelo veículo neste tipo de avaliação pode ser maior que aquela causada pelo lançamento de dutos propriamente dito. A inspeção com ROV ocorre diretamente sobre os alvos de interesse (bancos de corais ou organismos) onde o veículo permanece manobrando por períodos de tempo consideráveis para identificação da fauna e do hábitat, enquanto o lançamento de dutos acontece preferencialmente longe estas formações.

Após o lançamento do gasoduto, com exceção das duas colônias danificadas pelo ROV, os sentinelas não mostraram sinais de alterações morfológicas ou indícios de soterramento, apresentando as mesmas características observadas durante todas as campanhas. Desta forma, conclui-se que o lançamento do gasoduto não teve influência (direta ou indireta) sobre as colônias monitoradas neste segundo momento pós-lançamento.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Por não terem sido observadas alterações morfológicas ou evidências de soterramento devido ao lançamento do Gasoduto Tupi-Mexilhão, resultado também obtido em projetos de monitoramento ambiental similares, tais como os PMAs dos gasodutos Sul-Capixaba e Uruguá-Mexilhão, sugerimos que seja reavaliada a necessidade de projetos de monitoramento ambiental que tenham como objetivo avaliar os possíveis efeitos da ressuspensão de sedimento sobre ambientes recifais profundos devido ao lançamento de dutos;
- Entendemos que devam ser tomadas todas as precauções cabíveis para que seja evitado o contato físico de dutos e/ou outras estruturas submarinas sobre formações recifais, decorrentes de procedimentos de instalação, produção e descomissionamento de dutos.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

MMS 2000-001. 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 2001-067. 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 2006-044. 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. I **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.

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.