

PROJETO DE CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA DOS AMBIENTES DE CORAIS DE ÁGUAS PROFUNDAS

Revisão 02

Abril/2014



E&P

ÍNDICE GERAL

I	JUSTIFICATIVA.....	3
II	OBJETIVOS.....	4
III	METAS.....	5
IV	PÚBLICO ALVO.....	7
V	METODOLOGIA.....	7
VI	ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO.....	22
VII	RESULTADOS ESPERADOS.....	22
VIII	INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PROJETOS.....	23
IX	CRONOGRAMA.....	24
X	RESPONSABILIDADE INSTITUCIONAL PELA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO.....	28
XI	RESPONSÁVEIS TÉCNICOS.....	28
XII	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

I JUSTIFICATIVA

Corais azooxantelados podem formar estruturas tridimensionais como bancos ou recifes de profundidade, com grande importância ecológica, servindo de locais para reprodução, assentamento e alimentação da fauna bentônica e demersal (Freiwald et al., 2004).

O conhecimento sobre estes ecossistemas aumentou exponencialmente na última década devido aos avanços das técnicas acústicas utilizadas para o mapeamento do fundo, maior disponibilidade de equipamentos para a visualização e descrição destes ambientes *in situ* e coleta seletiva de amostras (ex. ROV) (Roberts et al., 2009). Contrastando com o Atlântico Norte, pouco se sabe sobre estes ambientes abaixo da linha do Equador (Rogers, 1999), onde poucos trabalhos na costa de Angola (Le Guilloux et al., 2009), do Uruguai (Carranza et al., 2012) e do Brasil (Viana et al., 1998; Le Goff-Vitry et al., 2004; Pires et al., 2004; Sumida et al., 2004; Kitahara, 2007; Pires, 2007; Arantes et al., 2006; Kitahara et al., 2009; Cordeiro et al., 2012) descrevem suas características físicas e/ou biológicas.

Dos estudos realizados no Brasil, os projetos de Caracterização de Corais de Águas Profundas da Bacia de Campos (CAP-BC) e Ecossistemas de Corais Profundos (ECOPROF), coordenados pelo Centro de Pesquisas da Petrobras em parceria com universidades nacionais, foram os únicos exclusivamente focados no tema corais profundos. Pela primeira vez foram integrados dados obtidos por levantamentos geofísicos de alta resolução e ROV para a descrição dos habitats coralíneos da Bacia de Campos (SE-Brasil), além de estudos da biologia de suas principais espécies formadoras (Cavalcanti et al., *in press*).

Apesar do aumento do conhecimento gerado pelos estudos recentemente realizados no Brasil, incluindo aqueles oriundos dos projetos CAP-BC e ECOPROF, apresentados de forma consolidada no âmbito do PCR-BC/HABITATS, ainda existem lacunas de informação a respeito da ecologia dos ecossistemas de corais de águas profundas. O preenchimento destas lacunas é necessário para subsidiar a elaboração ou revisão de políticas públicas e a definição de ações de gerenciamento ambiental em áreas de ocorrência de habitats de corais de águas profundas na costa brasileira.

Este documento visa atender aos pareceres técnicos CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 374/12, recebido em 08 de novembro de 2012, Nº 260/13, recebido em 21 de agosto de 2013, Nº 003/14, recebido em 06 de janeiro de 2014 e Nº 146/14, recebido em 31 de março de 2014.

Nestes pareceres foi apresentada a necessidade da elaboração de um Projeto de Caracterização Ecológica dos Ambientes de Corais de Águas Profundas com caráter de compensação para os impactos gerados pela instalação e operação do gasoduto de escoamento da P-62.

II OBJETIVOS

Objetivo Geral

Incrementar o atual conhecimento da ecologia dos ecossistemas de corais de águas profundas na costa brasileira e gerar informações que subsidiem a avaliação de impactos ambientais sobre estes ecossistemas, propiciando a capacitação de recursos humanos e difusão do conhecimento.

Este objetivo geral está em consonância com a diretriz 1 (subitens 1.1 e 1.5 na íntegra e 1.2, parcialmente) do PT Nº 374/12, além de incluir objetivos específicos para subsidiar a avaliação de impacto, conforme sugerido nos pareceres técnicos CGPEG/DILIC/IBAMA 374/12, 260/2013, 003/2014 e 146/2014.

Objetivos Específicos

1. Caracterizar a estrutura da comunidade bentônica e demersal nas áreas de ocorrência de bancos de corais de águas profundas (e adjacentes) nas bacias de Campos (incluindo a região da P-62) e de Santos, com ênfase na avaliação de padrões de distribuição e na diversidade genética;

2. Caracterizar o funcionamento do ambiente recifal, avaliando a fecundidade das espécies indicadoras;

3. Caracterizar a conectividade entre populações de diferentes fragmentos recifais das principais espécies formadoras de bancos de corais de águas profundas, avaliando diferentes escalas espaciais;

4. Desenvolver os métodos de manutenção e ensaios com *Lophelia pertusa* para avaliação de efeitos das atividades da indústria de óleo e gás *offshore*;

5. Contribuir para a formação de recursos humanos em temas associados ao objetivo geral do projeto;

6. Difundir as informações levantadas durante a execução do projeto para facilitar o acesso pela comunidade científica, órgãos públicos e outros setores da sociedade.

III METAS

Relacionadas ao objetivo específico 1

- Análise e interpretação dos dados geofísicos gerados para a bacia de Santos. Prazo estimado: até 12 meses após o início do projeto;
- Análise dos dados obtidos com ROV (imagens de biota, tipo de fundo, etc.) para a bacia de Santos. Prazo estimado: 18 meses após o início do projeto.
- Análise das amostras físicas da fauna associada aos ambientes de corais de águas profundas já coletadas na Bacia de Santos, em projetos específicos vinculados ao licenciamento ambiental, com revisão dos grupos taxonômicos para uniformização das bases de cada bacia por parte de especialistas. Prazo estimado: 18 meses após o início do projeto.
- Análises laboratoriais para avaliação da diversidade genética e conectividade de *L. pertusa*, *S. variabilis* e *M. oculata*. Prazo estimado: 12 meses a partir da aprovação do projeto. Meta relacionada também ao objetivo específico 3.
- Integração das informações das bacias de Campos e de Santos em uma única base de dados georreferenciada. Prazo estimado: 24 meses após o início do projeto.
- Elaboração de mapas temáticos com as informações da Bacia de Campos e Santos. Prazo estimado: 12 meses a partir da integração das bases.

- Elaboração de relatório final sobre a caracterização da estrutura da comunidade bentônica e demersal. Prazo estimado: 30 meses após início do projeto.

Relacionadas ao objetivo específico 2

- Elaboração de relatório consolidando a análise integrada de todas as informações sobre a reprodução das espécies estudadas. Prazo estimado: 12 meses a partir da aprovação do projeto.
- Realização de análises laboratoriais e elaboração de relatório sobre fecundidade das espécies formadoras estudadas. Prazo estimado: 36 meses a partir da aprovação do projeto.

Relacionadas ao objetivo específico 3

- Elaboração de relatório parcial das análises sobre a diversidade genética e conectividade de *L. pertusa*, *S. variabilis* e *M. oculata*. Prazo estimado: 12 meses a partir da aprovação do projeto.
- Elaboração de relatório final das análises sobre a diversidade genética e conectividade de *L. pertusa*, *S. variabilis* e *M. oculata*. Prazo estimado: 36 meses a partir da aprovação do projeto.

Relacionadas ao objetivo específico 4

- Implementar o sistema de manutenção de *Lophelia pertusa* em laboratório . Prazo estimado: 12 meses a partir da aprovação do projeto.
- Implementar o sistema de exposição de *Lophelia pertusa* em laboratório para avaliação de efeitos físicos a partir de experimentos de sedimentação. Prazo estimado: 48 meses a partir da aprovação do projeto.

Relacionadas aos objetivos específicos 5 e 6

- Organização e realização de um simpósio nacional sobre ecossistemas de corais de águas profundas. Prazo estimado: até 18 meses após o início do projeto.

- Organização e realização de oficina(s) de treinamento de avaliação de imagens para o estudo de ambientes de corais de águas profundas. Prazo estimado: periodicidade anual a partir do segundo ano do projeto.
- Encaminhar apresentações realizadas (meio digital) e resumos/artigos publicados ou submetidos. Prazo estimado: cada relatório previsto deverá atualizar esta informação.
- Fomentar, após o simpósio e definição da rede de especialistas, pesquisas científicas sobre o tema corais de águas profundas no Brasil, inclusive contando com fornecimento de bolsas de pesquisa para estudantes de graduação e pós-graduação.

IV PÚBLICO ALVO

O presente projeto de caracterização ambiental tem como público alvo a PETROBRAS, CGPEG/DILIC/IBAMA, comunidade científica, outros órgãos governamentais e não governamentais, bem como o público em geral.

V METODOLOGIA

Objetivo específico 1 - Caracterização da estrutura da comunidade bentônica e demersal.

Para a caracterização da estrutura da comunidade bentônica e demersal nas áreas de ocorrência dos bancos de corais de águas profundas e áreas adjacentes da bacia de Santos será necessário:

a) Etapa 1 – Base integrada

A construção de uma base de dados georreferenciada integrada e inédita na qual serão incorporadas, além das informações constantes no PCR-BC, as seguintes informações:

- dados de levantamentos geofísicos e biológicos obtidos em regiões de empreendimentos submarinos na bacia de Santos;

- dados geofísicos e biológicos obtidos em regiões com potencial para exploração de hidrocarbonetos na bacia de Santos;
- resultados das análises das imagens de ROV e das amostras físicas (organismos coletados pelo braço do ROV) da fauna associada aos ambientes de corais de águas profundas coletadas na Bacia de Santos, visando caracterização biológica aprofundada sobre as comunidades presentes nesta Bacia. Destaca-se que as amostras físicas já foram coletadas para calibração da identificação dos organismos, porém ainda não foram avaliadas por especialistas para identificações biológicas, em especial da fauna associada;
- resultados revisados após uniformização de identificação taxonômica das bases da Bacia de Campos e Santos por especialistas;
- integração em SIG das bases de dados da Bacia de Campos e Santos.

b) Etapa 2 – Elaboração de mapas temáticos

A área de estudo será dividida em quadrículas, em toda a faixa batimétrica e latitudinal investigada pelos levantamentos geofísicos e por veículos de operação remota (ROV). Cada quadrícula receberá tons de cores que destaquem a relevância do parâmetro avaliado, gerando mapas temáticos que destaquem:

- dimensão da cobertura de levantamento geofísico de cada método acústico e sistema de aquisição utilizado (ex. sonar de varredura lateral em peixe rebocado próximo ao fundo ou acoplado a veículo submarino autônomo – AUV);
- densidade de registros de alvos refletivos identificados em cada quadrícula;
- densidade de registros dos táxons mais frequentes (ex. corais pétreos, octocorais, esponjas);
- densidade de registros das principais espécies formadoras de bancos de corais de águas profundas (ex. *Lophelia pertusa*, *Solenosmilia variabilis*, *Ennalopsamia rostrata* e *Madrepora oculata*);

- densidade de registros de outros táxons indicadores de ecossistemas coralíneos de profundidade (ex. *Paragorgia* sp., *Paramuricea* sp., *Narella* sp., *Errina* sp.);
- densidade de registros de organismos vágeis associados (crustáceos e peixes, por exemplo).

Para elaboração dos mapas temáticos com a cobertura de levantamentos geofísicos, será considerado o critério de confiabilidade relativa (comparação com os dados de ROV) dos diferentes métodos e sistemas de aquisição para o mapeamento de bancos de corais, utilizando o mesmo critério de quadrículas. Também nesta linha serão analisadas as características dos alvos refletivos (dimensões) para a obtenção de indicativos das áreas onde são encontrados os maiores e menores bancos de corais (comprimento/largura).

Os mapas acima descritos serão analisados de forma integrada visando à obtenção de um *grid* de relevância ecológica de cada área investigada em função da presença de ecossistemas de corais de águas profundas, dos diferentes habitats/substratos (ex. bancos carbonáticos; formações recifais de *L. pertusa*), riqueza e abundância relativa das principais espécies formadoras ou indicadoras de bancos.

Entendemos que a compilação dos dados geofísicos, consolidação das informações em uma base de dados georreferenciada e as análises dos dados de ROV e amostras físicas da Bacia de Campos são etapas a serem realizadas no âmbito dos Projetos de Caracterização Regional - PCR e Projeto de Monitoramento Ambiental Regional – PMAR.

Destaca-se que o mapa da Bacia de Campos será integrado ao da Bacia de Santos, gerando informação regional de caráter bastante amplo, compilando resultados de levantamentos geofísicos e de amostras físicas coletadas; ainda não analisados no âmbito dos PCRs, dos PMAs (em andamento ou concluídos), nem na esfera de processos de licenciamento de empreendimentos das bacias de Campos e Santos. Entendemos que a visão macro da distribuição de corais profundos representa contribuição que ultrapassa a necessidade do licenciamento ambiental e que é de grande valia para gestão destes ecossistemas.

Adicionalmente os produtos a serem gerados, como os mapas temáticos supracitados e análises objetivando a relevância ecológica, serão complementares aos dados já apresentados no âmbito dos demais projetos, conforme solicitado nas orientações do Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 374/12.

Vinculação com Parecer Técnico nº 374/2012: Subitem 1.1 da Diretriz 1

Interação com as Universidades: Identificação taxonômica dos espécimes encontrados será realizada por especialistas de diversas Universidades. Destacamos que a participação das Universidades ocorre de forma constante nos projetos de pesquisa desenvolvidos pela companhia para a identificação taxonômica nas imagens, tanto em tempo real durante os embarques quanto em terra, além, obviamente da avaliação de amostras físicas dos espécimes.

Andamento da atividade: Ainda não iniciada para a Bacia de Santos. Embora os levantamentos geofísicos e amostras de organismos já tenham, em sua maioria sido coletados, no caso da Bacia de Santos um grupo de informações foi gerado para este fim específico (avaliação da presença de corais). As análises, em grande parte, que serão realizadas gerarão dados primários, mas também serão reunidos dados secundários (dados coletados com outros propósitos porém obtidos através de métodos similares com o objetivo da pesquisa atual).

Observações: Trabalhos em mar profundo usualmente realizam a busca de todos os dados disponíveis (secundários), sejam levantamentos geológicos/geofísicos ou organismos coletados. O tema de avaliação de corais de águas profundas necessariamente colige com dados geofísicos obtidos nas áreas de interesse, possibilitando a extração de novas informações que não compunham originalmente a finalidade dos dados. Apesar de serem dados secundários, foram obtidos com metodologias compatíveis com as necessidades do projeto. Da mesma forma, a utilização de amostras físicas de organismos já coletados podem e devem ser utilizadas tanto para o aprofundamento taxonômico quanto para avaliações adicionais biológicas e/ou moleculares.

Cabe esclarecer que as informações sobre diversidade genética mencionadas neste objetivo específico serão obtidas a partir da integração com os resultados do objetivo específico 3, o qual é detalhado a frente.

Objetivo específico 2 – Caracterizar a fecundidade de espécies indicadoras.

O conhecimento sobre a biologia de espécies de mar profundo é bastante incipiente devido às dificuldades logísticas de coleta e de avaliação de séries temporais. Neste contexto, a carência de informações sobre ciclos reprodutivos fica evidente. Estes dados são muito importantes para avaliação de estratégias de gestão e manejo dos recursos marinhos. Dentre as informações geradas sobre reprodução das espécies, destaca-se a fecundidade (número de gametas produzidos por pólipos). A variação da fecundidade de uma espécie pode ser usada como parâmetro para avaliação do estresse ambiental ao qual a espécie está submetida.

Durante o desenvolvimento de projetos de pesquisa sobre corais profundos na Bacia de Campos, desenvolvidos pelo CENPES/PETROBRAS em parceria com Universidades, foram obtidas amostras de várias espécies de corais com objetivo de avaliação do ciclo reprodutivo das mesmas. Foi realizada uma série de campanhas por 13 meses consecutivos gerando amostras para cada um das espécies-alvo: *S. variabilis*, *M. oculata*, *E. rostrata*, *L. pertusa* e *Errina* sp.

Informações sobre o ciclo reprodutivo das espécies formadoras: *S. variabilis*, *M. oculata*, *E. rostrata*, *L. pertusa* foram apresentadas de forma sumarizada como resultados no relatório final referente ao PCR-BC/Habitats entregue a CGPEG/IBAMA. Informações detalhadas sobre a gametogênese, vitelogênese e embriogênese destas espécies serão apresentadas num documento consolidado, integrado também ao ciclo reprodutivo do hidrocoral *Errina* sp., que representa um gênero relevante associado aos bancos de corais na Bacia de Campos. Amostras desta espécie foram obtidas também ao longo de 13 meses e seus dados fazem parte de uma dissertação de mestrado em andamento no MN/UFRJ sob orientação da Dra. Débora de Oliveira Pires.

Estudos de fecundidade com as amostras coletadas serão realizados para estabelecimento de dados de referência e acompanhamento de médio/longo prazo da fisiologia das espécies.

Vinculação com Parecer Técnico nº 374/2012: Subitem 1.2 da Diretriz 1

Interação com as Universidades: Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro (MN/UFRJ) e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

Andamento das atividades:

- As análises laboratoriais visando o conhecimento da fecundidade das espécies serão realizadas por Universidades parceiras e ainda não foram contratadas.
- Coletas adicionais com ROV, para obtenção de amostras específicas para fecundidade, serão obtidas na Bacia de Campos.

Objetivo específico 3 - Caracterizar a conectividade entre populações de diferentes fragmentos recifais das principais espécies formadoras.

Técnicas moleculares vêm sendo cada vez mais utilizadas com o objetivo de entender os padrões de fluxo gênico entre populações. No caso dos corais antozoários (Cnidaria), grupo que inclui os principais formadores de bancos de corais profundos, a ferramenta molecular mais eficiente para estudos de conectividade é a utilização de microssatélites por serem marcadores moleculares de alta resolução.

Entende-se como conectividade populacional, trocas gênicas que permitem manter altos níveis de diversidade genética, cruciais para a resiliência dos organismos, ou seja, permitindo que os mesmos suportem melhor distúrbios ambientais.

Para entendimento da conectividade são utilizados microssatélites, que são sequências simples (2, 3, 4 ou 5 nucleotídeos) que se repetem de forma consecutiva. Estas sequências são úteis para estudos de diversidade genética

porque tendem a ser altamente polimórficas. Esta característica permite avaliação de linhagens ou de relações entre indivíduos ou grupos, permitindo comparações de populações presentes em diferentes escalas ambientais (Selkoe e Toonen, 2006).

No Atlântico Norte, análises de microssatélites de populações de *L. pertusa* mostraram que as populações localizadas perto de *fjords* são altamente diferenciadas geneticamente das populações distantes da costa (Le Goff-Vitry e Rogers 2005). Também foi encontrado um alto grau de endocruzamento em muitas localidades. Esses dados sugerem que o recrutamento de *L. pertusa* no Atlântico Norte é local e com baixa capacidade de dispersão larval (Le Goff-Vitry e Rogers 2005). Além disso, neste mesmo estudo os níveis de diversidade genética e a contribuição da reprodução assexuada (formando clones) variaram muito entre localidades. Análises da contribuição da reprodução assexuada são importantes, pois populações clonais estão mais suscetíveis a mudanças físicas e bióticas repentinas devido à menor variabilidade genética.

O presente trabalho terá como ênfase a avaliação da conectividade das populações de pelo menos três espécies formadoras de bancos de profundidade: *L. pertusa*, *M. oculata*, *S. variabilis* em escala regional (entre Bacias) e em escala transoceânica (entre Atlântico Sudoeste e Atlântico Norte). A metodologia empregada será a de microssatélites, permitindo avaliar o fluxo gênico, a diversidade genética e a contribuição da reprodução assexuada e sexuada nas populações avaliadas. Coletas de fragmentos destas espécies serão realizadas em pelo menos três diferentes setores (porções sul, norte e central) das Bacias de Campos e Santos, para que a variação genética dentro e fora das bacias seja avaliada.

Para o desenvolvimento e análise dos microssatélites dos corais formadores, DNA genômico total de cada indivíduo será extraído de espécimes fixados em etanol. A partir do DNA purificado, serão desenvolvidos iniciadores para 10 *loci* de microssatélites. Os microssatélites serão amplificados utilizando técnicas de reação em cadeia da polimerase (PCR) e analisados em um seqüenciador automático. A partir da identificação dos alelos, será então testada a independência entre os *loci* e, para estimar os níveis de diversidade genética,

serão calculadas as frequências alélicas obtidas e esperadas, assim como as heterozigosidades.

Vinculação com Parecer Técnico nº 374/2012: Subitem 1.5 da Diretriz 1

Interação com as Universidades: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) são as atuais parceiras neste tema, realizando as análises de microssatélites, interpretando dados e apresentando resultados (artigos e Congressos). Para avaliação em escala transoceânica, parcerias internacionais serão viabilizadas por estes parceiros. A Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) estão sendo contactadas para estabelecimento de novas parcerias referentes a este tema.

Andamento das atividades:

- Atividades prévias neste tema, conduzidas pelo CENPES/UFRJ, já produziram resultados preliminares apresentados no *V International Symposium on Deep Sea Corals (2012)*. Colaborações com pesquisadores estrangeiros visam entendimento sobre a conectividade transoceânica.
- Novas coletas com ROV e novas análises moleculares serão implementadas no âmbito deste projeto, mantendo a parceria com as Universidades citadas.

Objetivo específico 4 - Desenvolver os métodos de manutenção e ensaios com *Lophelia pertusa* para avaliação de efeitos das atividades da indústria de óleo e gás offshore.

Uma parceria com o *International Research Institute of Stavager (IRIS)* permitiu a PETROBRAS ter acesso a protocolos de coleta e manutenção de corais profundos em laboratório, além de viabilizar experimentos de exposição de *L. pertusa* à lama de perfuração. Efeitos biológicos foram avaliados através da medição de produção de muco, respiração, biomarcadores moleculares, além da atividade dos pólipos.

Para a continuidade de pesquisas que permitam avanços nos estudos dos efeitos das atividades de óleo e gás sobre corais de águas profundas, o primeiro desafio é o desenvolvimento dos sistemas de manutenção e ensaio de laboratório no Brasil. Para tanto, foi firmada parceria com a empresa LABTOX incubada na BIORIO/UFRJ, de forma que a tecnologia de manutenção e exposição dos organismos possa ser testada e transferida para diferentes instituições interessadas no Brasil. A seguir são detalhadas as etapas planejadas.

4a - Protocolo de manutenção de *Lophelia pertusa* em laboratório

No escopo do termo de cooperação com a empresa LABTOX foi realizada visita técnica a dois outros laboratórios que realizam manutenção e experimento com corais profundos: *Institut de Ciènces del Mar* (Barcelona, Espanha) e *Observatoire Océanologique de Banyuls sur mer* (Banyuls sur mer, França). Cada laboratório estabeleceu suas próprias condições para a manutenção de corais profundos. Em geral, apresentam facilidades, como a captação direta de água do mar, que os permite trabalhar em sistemas abertos de manutenção, ou seja, com aporte contínuo de água do mar natural no sistema. Nas condições brasileiras, um sistema aberto é inviável frente à dificuldade, principalmente, de captação contínua de água do mar de boa qualidade. Além disso, a manutenção da baixa temperatura da água (requisito básico para os corais) requer uma série de adaptações para que o sistema laboratorial seja viável.

Desta forma, o desenvolvimento do sistema de manutenção em parceria com o LABTOX tem considerado, principalmente, a experiência de laboratórios estrangeiros e o acesso restrito a água do mar natural de boa qualidade. A partir destas premissas foi elaborado um primeiro sistema de manutenção de corais profundos, cujos elementos e funcionamento são apresentados na figura 1. O sistema é fechado, mantido em uma câmara refrigerada com temperatura oscilando entre 10 e 12 °C, e a temperatura da água é mantida em 11 °C.

A água do mar é acumulada em uma caixa d'água e é resfriada por dois sistemas: um *chiller* principal (*chiller* 1), que resfria a água até a temperatura desejada e envia, por meio de uma bomba submersa, para um *chiller* secundário (*chiller* 2), que auxilia na manutenção da temperatura da água contida na caixa d'água e funciona como *back up* do *chiller* principal. Ao sair do *chiller* principal, a

água passa pela tubulação que contém o sistema de filtros (50, 25 e 5 μm), pela descontaminação por UV-C, e é direcionada para o reservatório superior, alimentando os aquários superior (aquário 1) e inferior (aquário 2), separadamente.

Também foram incluídos sistemas para remoção de aminoácidos, gorduras, carboidratos, bactérias, fenóis, iodo, metais e matérias em partículas em suspensão na água, evitando que essa matéria orgânica entre no ciclo do nitrogênio, assim como, um reservatório de água doce, cuja função é manter a salinidade desejada (em torno de 35). Será realizado acompanhamento sistemático dos parâmetros físico-químicos a fim de verificar a manutenção da qualidade da água.

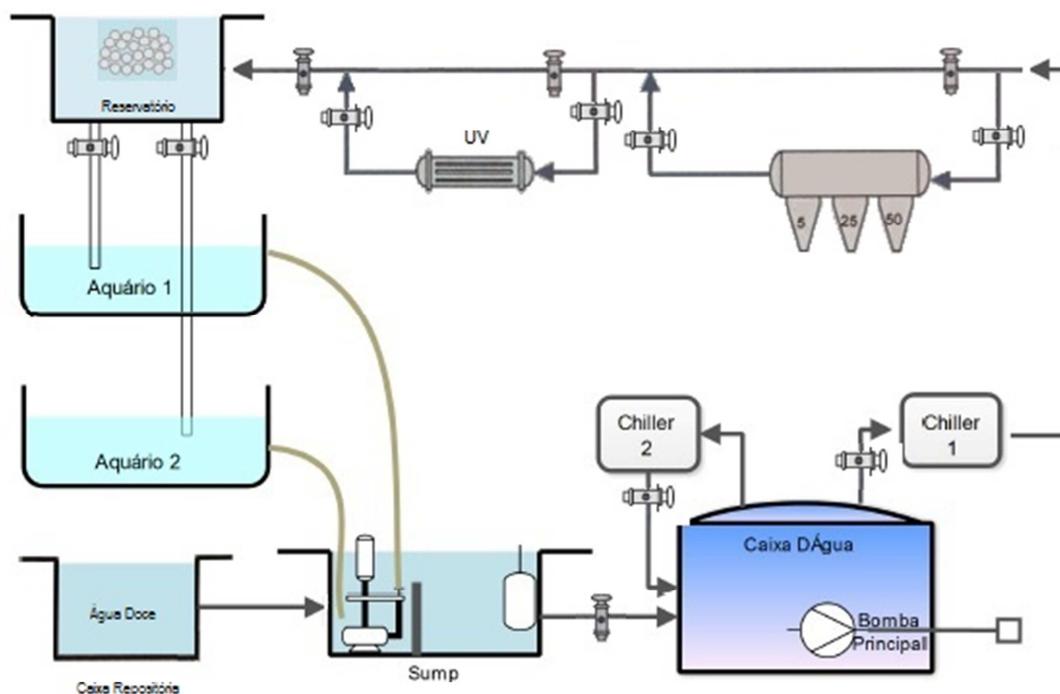


Figura 1: Projeto de sistema de aquários que está sendo implementado no LABTOX.

Periodicamente os corais são alimentados com náuplios de *Artemia* sp.. Durante a alimentação dos organismos, a circulação interna dos aquários é reduzida ou interrompida para facilitar a captura dos náuplios pelos corais. Também serão implementadas análises para avaliar a saúde dos corais:

avaliação do comportamento dos pólipos, do crescimento (através de pesagem dos corais) e da comunidade microbiológica associada (técnicas moleculares).

Pretende-se testar este mesmo sistema de manutenção com uso de água do mar sintética. Além disso, condições, tais como a circulação interna nos aquários e o regime de alimentação, estão sendo avaliada para alcançar o ponto ótimo para os corais.

Por se tratar de um projeto de pesquisa, outras configurações de sistema podem ser testadas para obter o melhor sistema para a manutenção dos corais em laboratório. Após a conclusão pelo melhor sistema de manutenção será elaborado o protocolo de manutenção de *Lophelia pertusa* em laboratório.

4b – Sistemas de exposição de *Lophelia pertusa* em laboratório

Da mesma forma que o sistema de manutenção, o desenvolvimento do sistema de exposição será baseado em experiências internacionais e irá considerar o acesso restrito a água do mar natural de boa qualidade.

Alguns grupos de pesquisa estrangeiros têm realizado experimentos com corais profundos em laboratório. O sistema e o desenho experimental não apresentam uma padronização única, sendo delineados em função do objetivo de cada estudo e das facilidades de cada laboratório. Alguns trabalham em sistemas abertos – fluxo contínuo (Larsson & Purser, 2011; Baussant et al., 2012, Larsson et al., 2013), enquanto outros realizam experimentos de menor duração em sistema fechado – recirculação (Dodds et al., 2007; Brooke et al., 2009; Brooke et al., 2013; Hennige et al., 2014).

O delineamento do sistema de exposição é parte do escopo do termo de cooperação com o LABTOX, etapa que ainda não foi iniciada. Portanto, a metodologia descrita a seguir representa a base a partir da qual o sistema será desenvolvido.

Uma primeira versão do sistema de exposição será delineada para a observação de efeitos físicos sobre *Lophelia pertusa*, a partir de experimentos de sedimentação, com sedimento natural ou fluido de perfuração.

Visando simular o assentamento e dispersão de partículas, o recipiente deverá considerar a entrada dos sedimentos no sistema, o assentamento das partículas sobre os corais e, após um tempo de residência, a saída das partículas do sistema. Para tal, o recipiente deverá ter um formato cônico (figura 2), com uma entrada superior de água e sedimento/ fluido de perfuração, e uma saída inferior, sendo bombeado novamente para o sistema, ou seja, operando em um circuito fechado.

Anteriormente à exposição, no entanto, o sistema deverá ser testado para avaliar se a configuração é favorável à sobrevivência e saúde dos corais e por quanto tempo.

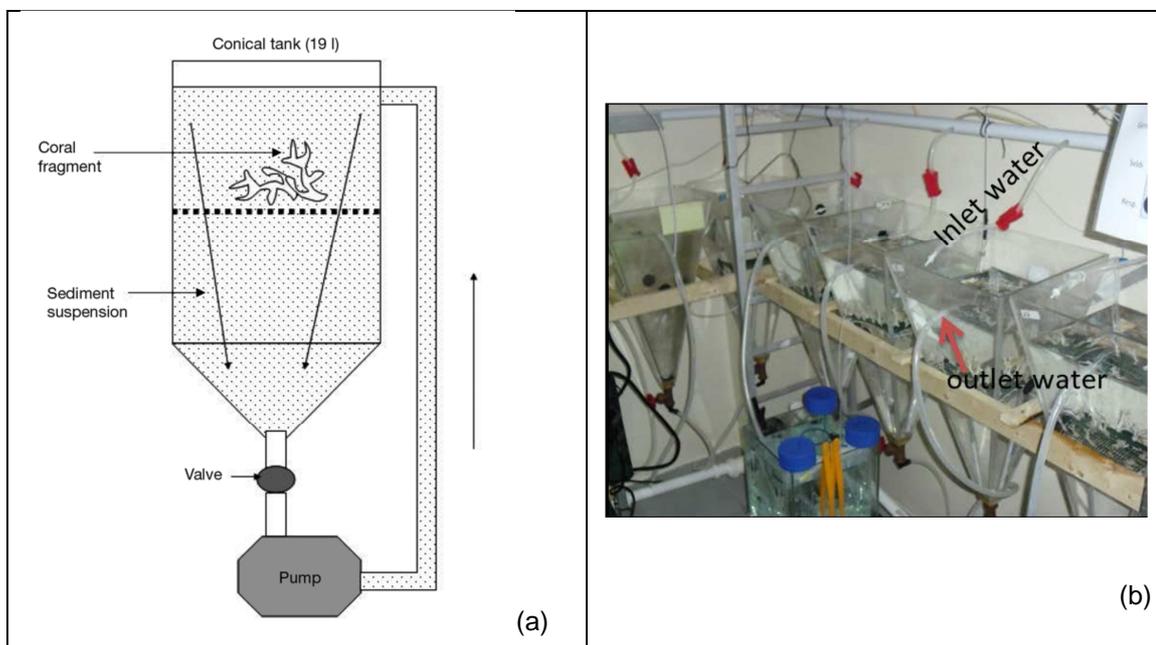


Figura 2: Modelo de sistema de exposição para a realização de experimentos de sedimentação. (a) Brooke et al., 2009; (b) IRIS (com. pessoal).

4c – Desenho experimental para exposição de *Lophelia pertusa* em laboratório

O desenho experimental será discutido em função dos objetivos do estudo, mas também em função da adequação e operacionalização do sistema de exposição. O desenho experimental descrito a seguir baseia-se em estudos conduzidos pelo *International Research Institute of Stavanger* (IRIS), com o qual a Petrobras mantém termo de cooperação.

A partir do desenvolvimento do sistema de exposição para avaliar efeitos físicos de sedimentação, serão conduzidos ensaios com a espécie *Lophelia pertusa* em condições controladas de laboratório.

Fragments de diferentes colônias de *Lophelia pertusa* serão dispostos nos frascos-teste e mantidos em água do mar para aclimatação por algumas semanas. As diferentes colônias serão replicadas em todos os frascos-teste. Serão preparadas de duas a três concentrações de fluido de perfuração/sedimento além do controle com água do mar. Cada concentração contará com duas a três réplicas (figura 3).

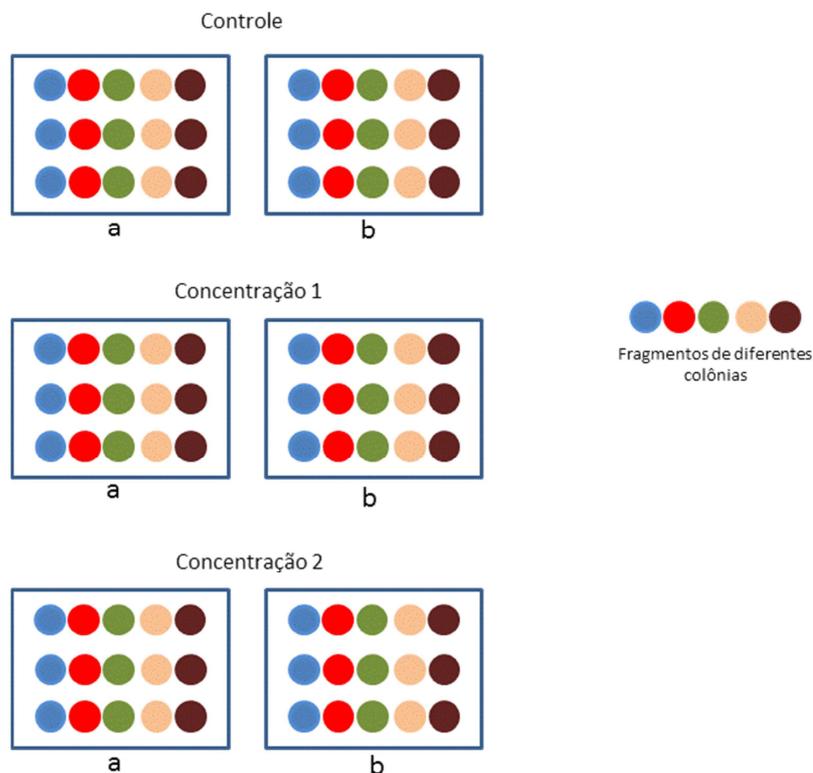


Figura 3: Desenho experimental de ensaio laboratorial com *Lophelia pertusa*: frascos-teste com fragmentos de diferentes colônias, tratamentos (controle, concentração 1 e concentração 2) e réplicas (a, b).

O regime de exposição poderá ser realizado de duas maneiras:

- Exposição contínua ao agente: definido o tempo de experimento, os corais serão continuamente expostos às concentrações do agente; ou
- Exposição intermitente ao agente: definido o tempo de experimento, os corais serão expostos em ciclos de exposição (sistema com o agente) e ciclos de

recuperação (sistema sem o agente), alternando a condição a cada período de tempo pré-definido.

Ao longo do experimento, parâmetros de resposta dos corais serão monitorados. Estes parâmetros ainda serão definidos no escopo do termo de cooperação com o LABTOX, sendo que dois já estão sendo implementados: comportamento de retração e expansão dos pólipos, com uso de imagens (fotos em *time-lapse*) e comunidade microbiana do muco (técnicas moleculares). Outros parâmetros serão testados ao longo do estudo, tais como: crescimento, respiração e expressão gênica dos pólipos, sendo este último parâmetro realizado em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

Interação com as Universidades ou Institutos de pesquisa/empresas: IRIS, LABTOX/BIORIO, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Andamento da atividade:

- Termo de Cooperação com o IRIS está em fase final;
- Termo de Cooperação com LABTOX em andamento;
- Experimentos de manutenção estão sendo iniciados
- Experimentos de sedimentação ainda não iniciados;
- Serão realizadas coletas semestrais de organismos na Bacia de Campos para realização dos experimentos.

Objetivo específico 5 e 6 - Contribuir para a formação de recursos humanos em temas associados ao objetivo geral do projeto e difusão das informações.

A contribuição para a formação de recursos humanos se dará inicialmente com a organização e realização de um simpósio sobre ecossistemas de corais de águas profundas aberto à comunidade científica e outros setores interessados no assunto. O evento abordará temas como, por exemplo, geologia, taxonomia, ecologia, biologia reprodutiva, biologia molecular, avaliação de impacto, métodos de mapeamento e caracterização e gestão ambiental. Neste evento, intenciona-se formar uma pequena rede de Universidades para formação de parceria e

realização de estudos, com diferentes enfoques, sobre corais de águas profundas na costa brasileira.

Além do simpósio, serão organizadas no mínimo duas oficinas de treinamento voltadas para o estudo de ambientes de corais de águas profundas. O foco será na interpretação de dados obtidos por levantamentos geofísicos e na avaliação de imagens obtidas por ROV. Os treinamentos poderão ser oferecidos em eventos relacionados às áreas de oceanografia e biologia marinha, tais como o Congresso Brasileiro de Oceanografia (CBO) e Congresso Brasileiro de Biologia Marinha (CBBM), ambos possuem periodicidade bienal e costumam contar com grande adesão da comunidade acadêmica.

Estes treinamentos abordarão a avaliação do fundo oceânico a partir de dados geofísicos, procedimentos de aquisição de imagens submarinas com foco em corais profundos, estudos de caso de avaliação de inspeções submarinas e simulação de caracterização ambiental através da avaliação de imagens.

Todas as atividades vinculadas aos objetivos de 1 a 6 incluirão a participação de pesquisadores e alunos das Instituições mencionadas e de outras que poderão ser agregadas, tanto para execução deste projeto quanto em projetos paralelos que poderão ser identificados a partir do simpósio que será realizado. Entretanto, a definição da categoria de alunos (graduação ou nível de pós-graduação) que serão vinculados a cada projeto é prerrogativa dos pesquisadores associados.

Os resultados obtidos a partir da realização deste projeto serão apresentados, sempre que possível, em eventos científicos nacionais, como os mencionados acima, e internacionais, como o Congresso Latino Americano de Ciências do Mar (COLACMAR) e o Simpósio Internacional de Corais de Águas Profundas (ISDSC). Em cada relatório, serão também encaminhados, em meio digital, as apresentações realizadas em eventos técnicos-científicos e as publicações produzidas (resumos ou artigos).

Vinculação com Parecer Técnico 374/2012: Diretrizes 2 e 3

Interação com as Universidades: Será montada rede de Universidade a partir do primeiro simpósio, a qual tem como propósito a formação de parcerias para a

realização de estudos, com diferentes enfoques, sobre corais de águas profundas na costa brasileira. Para o detalhamento sobre os objetivos, método de funcionamento, abrangência e matriz de responsabilidades da rede, fazem-se necessárias articulações e discussões prévias com as diversas instituições envolvidas. Para tanto, é desejada a participação ativa da CGPEG/IBAMA na organização e discussões a fim de garantir a eficácia e abrangência desejadas.

Andamento da atividade: Ainda não iniciada.

VI ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO

O acompanhamento das metas e objetivos do projeto será feito por meio de:

- oficinas de trabalho (RAC) envolvendo a CGPEG/DILIC/IBAMA e a equipe responsável pela condução do projeto onde serão apresentados os resultados obtidos de acordo cada etapa e metas planejadas;
- emissão de relatórios periódicos de acordo com cronograma apresentado.

VII RESULTADOS ESPERADOS

- Elaboração de uma base de dados integrada com mapas temáticos;
- Geração de informações integradas da Bacia de Campos e Bacia de Santos;
- Geração de informações sobre biologia reprodutiva e fecundidade das espécies formadoras;
- Geração de informações sobre conectividade e diversidade genética das espécies formadoras;
- Geração de informações de exposição experimental em laboratório de corais de águas profundas à sedimentação;
- Formação de uma pequena rede de Universidades para estudos sobre geologia, biologia e ecologia referente a corais de águas profundas na costa brasileira;

- Aprofundamento e disseminação do conhecimento adquirido sobre os ecossistemas de corais de águas da costa brasileira, com foco nas bacias de Campos e Santos.

VIII INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PROJETOS

O presente projeto inicialmente está relacionado às caracterizações regionais das Bacias de Campos e Santos (PCR-BC/HABITATS e PCR-BS), projeto de pesquisa RIMAR – Redução de Impactos Diretos aos Ecossistemas Marinhos e projetos de monitoramento ambiental (PMAs) de ecossistemas de corais de águas profundas identificados nas diretrizes de dutos rígidos e linhas flexíveis (Sul Capixaba, Uruguá-Mexilhão, Tupi-Mexilhão, P-62 e P-63).

IX CRONOGRAMA

A seguir é apresentado o cronograma previsto para o presente projeto.

Atividade	Prazo / Periodicidade
1. Estrutura da comunidade bentônica e demersal nas áreas de ocorrência dos bancos de corais de águas profundas e áreas adjacentes das bacias de Campos e de Santos	
1.1. Compilação dos dados geofísicos gerados para a bacia de Santos.	12 meses após o início do projeto
1.2. Análise dos dados obtidos com ROV dos ambientes de corais da Bacia de Santos.	18 meses após o início do projeto
1.3. Análise de amostras físicas da Bacia de Santos	18 meses após o início do projeto
1.4. Integração das informações das bacias de Campos e de Santos em uma única base de dados georreferenciada	24 meses após o início do projeto
1.5. Elaboração de mapas temáticos	12 meses após integração das bases
1.6. RAC 1 – Apresentação e entrega da base de dados das bacias de Campos e de Santos e discussão sobre o andamento das demais atividades planejadas	36 meses após o início do projeto
1.7. Entrega da base de dados com os mapas temáticos gerados e relatório final integrando os resultados do projeto de caracterização ecológica dos ambientes de corais de águas profundas	40 meses após o início do projeto
2. Período reprodutivo e fecundidade de espécies indicadoras	
2.1. Elaboração de relatório consolidado com a análise integrada de informações sobre a reprodução das espécies estudadas.	Prazo estimado: 12 meses após início do projeto
2.2. Realização de análises e elaboração de relatório consolidado sobre fecundidade das espécies estudadas.	Prazo estimado: 36 meses após início do projeto
3. Conectividade entre populações de diferentes fragmentos recifais das principais espécies formadoras	
3.1. Elaboração de relatório parcial das análises sobre a diversidade genética e conectividade de <i>L. pertusa</i> , <i>S. variabilis</i> e <i>M. oculata</i> .	Prazo estimado: 12 meses após início do projeto
3.2. Elaboração de relatório final das análises sobre a diversidade genética e conectividade de <i>L. pertusa</i> , <i>S. variabilis</i> e <i>M. oculata</i> .	Prazo estimado: 36 meses após início do projeto
4. Experimentos em laboratório com <i>Lophelia pertusa</i>	
4.1. Implementar o sistema de manutenção de <i>Lophelia pertusa</i> em laboratório.	Prazo estimado: 12 meses após início do projeto

Atividade	Prazo / Periodicidade
4.2. Implementar o sistema de exposição de <i>Lophelia pertusa</i> em laboratório para avaliação de efeitos físicos a partir de experimentos de sedimentação	Prazo estimado: 48 meses após início do projeto
5. Formação de recursos humanos/ Difusão Informações	
5.1 Discussões com a CGPEG/IBAMA e articulação institucional para definição do modelo para criação da rede para pesquisas sobre corais de águas profundas na costa brasileira	Até 6 meses a partir do início do projeto.
5.2. Organização e realização do simpósio sobre ecossistemas de corais de águas profundas	18 meses após início do projeto
5.3. Organização e realização de oficina(s) de treinamento	Anual a partir do segundo ano do projeto
5.4. Remessas da produção científica	Atualizado a cada relatório encaminhado

Atividades	Ano 1				Ano 2				Ano 3				Ano 4			
	1º T	2º T	3º T	4º T	1º T	2º T	3º T	4º T	1º T	2º T	3º T	4º T	1º T	2º T	3º T	4º T
1. Estrutura da comunidade bentônica e demersal nas áreas de ocorrência dos bancos de corais de águas profundas e áreas adjacentes das bacias de Campos e de Santos																
1.1. Compilação dos dados geofísicos gerados para as Bacias de Campos e Santos				■												
1.2. Análise dos dados obtidos com ROV dos ambientes de corais da Bacia de Santos						■										
1.3. Análise de amostras físicas da Bacia de Santos						■										
1.4. Integração das informações das Bacias de Campos e de Santos em uma única base de dados georreferenciada								■								
1.5. Elaboração de mapas temáticos															■	
1.6. RAC 1 – Apresentação e entrega da base de dados das bacias de Campos e de Santos e discussão sobre o andamento das demais atividades planejadas															■	
1.7. Entrega da base de dados com os mapas temáticos gerados e relatório final integrando os resultados do projeto de caracterização ecológica dos ambientes de corais de águas profundas																■
2. Período reprodutivo e fecundidade de espécies indicadoras																
2.1. Elaboração de relatório consolidado com a análise integrada de informações sobre a reprodução das espécies estudadas				■												

Legenda:

★ Marco de início do Projeto. T = Trimestre

Atividades	Ano 1				Ano 2				Ano 3				Ano 4			
	1º T	2º T	3º T	4º T	1º T	2º T	3º T	4º T	1º T	2º T	3º T	4º T	1º T	2º T	3º T	4º T
2.2. Realização de análises e elaboração de relatório consolidado sobre fecundidade das espécies estudadas																
3. Conectividade entre populações de diferentes fragmentos recifais das principais espécies formadoras																
3.1. Elaboração de relatório parcial sobre a diversidade genética e conectividade de <i>L. pertusa</i> , <i>S. variabilis</i> e <i>M. oculata</i>																
3.2. Elaboração de relatório final sobre a diversidade genética e conectividade de <i>L. pertusa</i> , <i>S. variabilis</i> e <i>M. oculata</i>																
4. Experimentos em laboratório com <i>Lophelia pertusa</i>																
4.1. Implementar o sistema de manutenção de <i>Lophelia pertusa</i> em laboratório																
4.2. Implementar o sistema de exposição de <i>Lophelia pertusa</i> em laboratório para avaliação de efeitos físicos a partir de experimentos de sedimentação																
5. Formação de recursos humanos/ Difusão Informações																
5.1. Discussões com a CGPEG/IBAMA e articulação institucional para definição do modelo para criação da rede para pesquisas sobre corais de águas profundas na costa brasileira																
5.2. Organização e realização do simpósio sobre ecossistemas de corais de águas profundas																
5.3. Organização e realização de oficina(s) de treinamento																
5.4. Remessas da produção científica																

X RESPONSABILIDADE INSTITUCIONAL PELA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

A responsabilidade institucional pela implementação do projeto será da Petrobras (CENPES/PDEDS/AMA e UO-RIO/SMS/MA), sendo o CENPES a instituição responsável pela execução técnica.

XI RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

A Equipe Técnica responsável pela elaboração deste documento é apresentada a seguir, acompanhada dos respectivos certificados do Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental do IBAMA.

Profissional	Ana Paula da Costa Falcão
Função/Profissão	Bióloga
Registro no Conselho de Classe	CRBio 15729/02
CTF	34.227
Assinatura	

Profissional	Anna Maria Scofano
Função/Profissão	Oceanógrafa
Registro no Conselho de Classe	-
CTF	273.878
Assinatura	

Profissional	Priscila Reis da Silva
Função/Profissão	Bióloga
Registro no Conselho de Classe	CRBio2 29935/02
CTF	197.198
Assinatura	

Profissional	Guarani de Hollanda Cavalcanti
Empresa	PETROBRAS
Registro no Conselho de Classe	29.651/02
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	211143
Assinatura	<i>Guarani de H. Cavalcanti</i>

Profissional	Maria Patricia Curbelo Fernandez
Empresa	PETROBRAS
Registro no Conselho de Classe	32.610/02 (CRBio)
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental	196762
Assinatura	<i>Patricia Curbelo</i>

XII REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arantes, R. C. M. e M.S. Medeiros. 2006. Primeiro registro *Anthothela grandiflora* (Sars, 1859) (Cnidaria, Octocorallia, Anthothelidae) no Brasil. Arch. Mus. Nac.

Baussant, T.T.B.; Westerlund, S.; Nilsen, M.; Sydnes, M.O.; Larssen, E.; Lyng, E.; Boccadoro, C.; Osland, A.; Aarab, N.; Ravagnan, E.; Bechmann, R.K.; Taban, I.C.; Bagi, A.; Jårnegren, J.; Mortensen, P.B. 2012. Methodologies and effect investigations on the scleractinian coral *Lophelia pertusa* in relation to offshore petroleum activities: a laboratory study. International Symposium on Deep-Sea Corals (ISDSC 5). Resumo. 1-6 Abril, 2012. Amsterdam, The Netherlands.

Brooke, S.D.; Holmes, M. W.; Young, C. M. 2009. Sediment tolerance of two different morphotypes of the deep-sea coral *Lophelia pertusa* from the Gulf of Mexico. Mar. Ecol. Progr. Series 390. pp 137–144.

Brooke, S.; Ross, S.W.; Bane, J.M.; Seim, H.E.; Young, C.M. 2013. Temperature tolerance of the deep-sea coral *Lophelia pertusa* from the southeastern United States. Deep-Sea Research II 92. pp 240–248.

Carranza A, Recoil AM, Kitahara M, Scarabino F, Ortega L, López G, Franco Fraguas P, De Mello C, Acosta J, Fontan A (2012) Deepwater coral reefs from the Uruguayan outer shelf and slope. Mar Biodiv 42:411–414

Cordeiro, R. T., Kitahara, M. V. & Amaral, F. M. D. 2012. New records and range extensions of azooxanthellate scleractinians (Cnidaria, Anthozoa) from Brazil. Marine Biodiversity Records 5: 1-16.

Cavalcanti, G.H. Curbelo Fernandez, M.P. Politano, A.T. Falcão, A.P.C. Arantes, R.C.M. Silva Silveira, M.A. Viana, A.R. Brasil, A.C.S. Ecossistemas de corais de águas profundas da Bacia de Campos. In: Curbelo Fernandez, M.P. e Braga, A.C.

Caracterização ambiental regional da Bacia de Campos - Atlântico Sudoeste: Nécton Demersal e Bioconstrutores. 1a.ed.. Rio de Janeiro: Editora ELSEVIER; 2013. In press.

Dodds, L.A.; Roberts, J.M.; Taylor, A.C.; Marubini, F. 2007. Metabolic tolerance of the cold-water coral *Lophelia pertusa* (Scleractinia) to temperature and dissolved oxygen change. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol 349. pp 205–214.

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

Hennige, S.J.; Wicks, L.C.; Kamenos, N.A.; Bakker, D.C.E.; Findlay, H.S.; Dumousseaud, C.; Roberts, J.M. 2014. Short-term metabolic and growth responses of the cold-water coral *Lophelia pertusa* to ocean acidification. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 99. pp 27–35.

Kitahara, M. V., 2007. Species richness and distribution of azooxanthellatescleractinia in Brazil. *Bull. Mar. Sci.*, 81 (3): 497-518.

Kitahara, Marcelo V.; Capitoli, Ricardo R. e Horn Filho, Norberto O.. Distribuição das espécies de corais azooxantelados na plataforma e talude continental superior do sul do Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.* [online]. 2009, vol.99, n.3 [cited 2013-11-19], pp. 223-236. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S007347212009000300001&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0073-4721. <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212009000300001>.

Larsson, A.I.; Purser, A. 2011. Sedimentation on the cold-water coral *Lophelia pertusa*: Cleaning efficiency from natural sediments and drill cuttings. *Mar. Pollut. Bull.* 62. pp 1159–1168.

Larsson, A.I.; Oevelen, D.; Purser, A.; Thomsen, L. 2013. Tolerance to long-term exposure of suspended benthic sediments and drill cuttings in the cold-water coral *Lophelia pertusa*. Mar. Pollut. Bull. 70. pp 176–188.

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

Le Guilloux E, Olu K, Bourillet JF, Savoye B, Iglésias SP, Sibuet M (2009) First observations of deep-sea coral reefs along the Angola margin. Deep-Sea Res II 56:2394–2403

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. 2007. The azooxanthellate coral fauna of Brazil. In: GEORGE, R. Y. & CAIRNS, S. D. eds. Conservation and adaptive management of seamount and deep-sea coral ecosystems. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami. p.265-272.

Roberts, J. M., Wheeler, A., Freiwald, A. e Cairns, 2009. Cold-water Corals. The Biology and Geology of deep – sea coral habitats. Cambridge University Press, 334 pp.

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.

Selkoe, K.A., Toonen, R.J. 2006. Microsatellites for ecologists: a practical guide to using and evaluating microsatellite markers. Ecol Lett. (5):615-29.

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.

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.