



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica & Escola de Química
Programa de Engenharia Ambiental

Francisco Antonio de Oliveira Filho

**O PROJETO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL NA ETAPA DE
PERFURAÇÃO DE POÇOS MARÍTIMOS DE ÓLEO E GÁS NO BRASIL: UM
ESTUDO DE CASO NA BACIA DE CAMPOS, RIO DE JANEIRO.**

Rio de Janeiro
2012



UFRJ

Francisco Antonio de Oliveira Filho

**O PROJETO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL NA ETAPA DE
PERFURAÇÃO DE POÇOS MARÍTIMOS DE ÓLEO E GÁS NO BRASIL: UM
ESTUDO DE CASO NA BACIA DE CAMPOS, RIO DE JANEIRO.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cristina Aparecida Gomes Nassar

Rio de Janeiro
2012

Oliveira Filho, Francisco

O Projeto de Monitoramento Ambiental na Etapa de Perfuração de Poços Marítimos de Óleo e Gás no Brasil: Um Estudo de Caso na Bacia de Campos, Rio de Janeiro / Francisco Antonio de Oliveira Filho. - 2012

XIII, 141p.: il.; 30 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2012

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cristina Aparecida Gomes Nassar

1. Petróleo. 2. Perfuração *offshore*. 3. Monitoramento Ambiental. 4. PEMCA. I. Nassar, Cristina Aparecida Gomes. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e Escola de Química. III. Título.



UFRJ

**O PROJETO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL NA ETAPA DE
PERFURAÇÃO DE POÇOS MARÍTIMOS DE ÓLEO E GÁS NO BRASIL: UM
ESTUDO DE CASO NA BACIA DE CAMPOS, RIO DE JANEIRO.**

Francisco Antonio de Oliveira Filho

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cristina Aparecida Gomes Nassar

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental (PEA), da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental

Aprovada pela Banca.

Profa. Dra. Cristina Aparecida Gomes Nassar
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Orientador

Prof. Dr. Josimar Ribeiro de Almeida
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Membro interno

Prof. Dr. Sérgio Luiz Costa Bonecker
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Membro interno

Prof. Dr. Rodrigo Jesus de Medeiros
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Membro externo

Rio de Janeiro
2012

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação a minha família e amigos que sempre me incentivaram e apoiaram durante toda a elaboração desse trabalho científico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares, mestres e amigos que foram fundamentais na elaboração e conclusão dessa dissertação de mestrado. Em especial aos profissionais da empresa Statoil do Brasil, onde trabalhei por 15 meses, que se mostraram extremamente disponíveis e solícitos no envio das informações técnicas concernentes ao Projeto PEMCA.

Adicionalmente, gostaria de agradecer à amiga Ana Cupelo pela grande ajuda na revisão de alguns capítulos do presente trabalho, o amigo e oceanógrafo Renato Cordeiro que sempre se mostrou muito prestativo em momentos importantes na elaboração da dissertação, bem como a brilhante professora Cristina Nassar que, além de orientadora, se mostrou uma pessoa especial e abençoada.

RESUMO

OLIVEIRA FILHO, Francisco Antonio de. O PROJETO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL NA ETAPA DE PERFURAÇÃO DE POÇOS MARÍTIMOS DE ÓLEO E GÁS NO BRASIL: UM ESTUDO DE CASO NA BACIA DE CAMPOS, RIO DE JANEIRO. Rio de Janeiro, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

A exploração e produção (E&P) de hidrocarbonetos tem se intensificado significativamente nos últimos anos, principalmente com relação ao petróleo, cuja demanda persiste e cuja busca se estende para mares e oceanos, locais onde se concentram atualmente as maiores reservas. Entretanto, a E&P de petróleo *offshore* oferece riscos potenciais de impactos e efeitos adversos sobre o meio ambiente marinho em todas as suas fases, o que justifica normas nacionais e internacionais e procedimentos de licenciamento para operações cada vez mais rigorosas. Esta pesquisa versa sobre o monitoramento ambiental da fase de perfuração *offshore*, procedimento indispensável na preservação do meio ambiente marinho e mitigação de impactos. O referido trabalho apresenta uma análise crítica do projeto de monitoramento ambiental da atividade de perfuração *offshore* da Statoil no Brasil, PEMCA, no campo de Peregrino, BM-C-7, Bacia de Campos (RJ). O método adotado se orienta pela pesquisa bibliográfica e documental. As conclusões confirmam que o PEMCA traz contribuições inéditas e bastante expressivas no trato do meio ambiente marinho em termos tecnológicos e metodológicos.

Palavras-chave: exploração e produção de petróleo *offshore*; monitoramento ambiental; PEMCA.

ABSTRACT

OLIVEIRA FILHO, Francisco Antonio de. THE ENVIRONMENTAL MONITORING PROJECT IN OFFSHORE DRILLING ACTIVITIES IN BRAZIL: A CASE STUDY IN CAMPOS BASIN, RIO DE JANEIRO. Rio de Janeiro 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

The exploration and production (E&P) of hydrocarbons have significantly intensified in recent years: the demand of oil continues and the search extends to seas and oceans, where the largest proven reserves are placed. However, the E&P of oil offshore offers potential risks and adverse impacts on the marine environment in all its phases, which justifies the adoption of national and international standards and licensing procedures for operations each time more strict. This study deals with the environmental monitoring project of an offshore activity during the drilling phase, an essential procedure to the preservation of marine environment and mitigation of impacts. The goal is to present a critical analysis of environmental monitoring of an offshore drilling activity undertaken by the oil company Statoil in Brazil, called PEMCA, in Peregrino Field, BM-C-7, Campos Basin (RJ). The adopted method is guided by bibliographic and documentary search. The findings confirm that PEMCA brings unprecedented and very significant contributions in dealing with the marine environment in terms of technology and methods, which proves that this project is a pioneer in terms of environmental licensing of E&P activities offshore.

Keywords: exploration and production of offshore oil, environmental monitoring, PEMCA.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
3. METODOLOGIA.....	5
4. EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO (E&P) OFFSHORE DE HIDROCARBONETOS.....	6
4.1. HISTÓRICO NO MUNDO	9
4.2. HISTÓRICO NO BRASIL	15
5. O FATOR AMBIENTAL E IMPACTOS DA ATIVIDADE DE E&P	23
5.1. IMPACTOS AMBIENTAIS DA E&P OFFSHORE	27
5.1.1. Fase de Levantamento de Dados Sísmicos.....	31
5.1.2. Fase de Perfuração.....	36
5.1.3. Fase de Produção, Escoamento e Descomissionamento	39
6. MECANISMOS E INSTRUMENTOS PREVENTIVOS DE IMPACTO AMBIENTAL	45
6.1. NORMAS INTERNACIONAIS DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE	47
6.1.1. Meio Ambiente Marinho: Normativa Internacional.....	58
6.2. NORMAS BRASILEIRAS DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE	66
6.2.1. Meio Ambiente Marinho: Normativa Nacional.....	71
7. LICENCIAMENTO AMBIENTAL E A FASE DE PERFURAÇÃO	78
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
8.1. MONITORAMENTO AMBIENTAL DE ATIVIDADES DE PERFURAÇÃO OFFSHORE.....	84
8.2. MONITORAMENTO AMBIENTAL NA STATOIL	91
8.2.1. Statoil no Brasil	91
8.3. MONITORAMENTO DA ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO NO CAMPO DE PEREGRINO, BACIA DE CAMPOS	97
8.3.1. Algas Calcárias	100
8.3.1.1. Distribuição	103
8.4. PROJETO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DAS ALGAS CALCÁRIAS DE PEREGRINO (<i>PEREGRINO ENVIRONMENTAL AND CALCARIOUS ALGAE PROJECT, PEMCA</i>)	105
8.5. REVISÃO DA LITERATURA CIENTÍFICA DISPONÍVEL	108
8.6. AVALIAÇÃO DAS ALGAS CALCÁRIAS E ZOOBENTOS	108
Campanhas de Campo	108
8.7. AVALIAÇÃO DO PLÂNCTON	111
Campanhas de Campo	111
8.8. CULTURA DAS ALGAS EM LABORATÓRIO	112
8.9. ESTRUTURAÇÃO DA COMUNIDADE BENTÔNICA (FITO + ZOOBENTOS).....	114
8.10. MEDIÇÃO DE PARÂMETROS ABIÓTICOS PARA AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS LOCAIS	114
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	122
10. CONCLUSÃO.....	126
11. REFERÊNCIAS	128

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Crescimento da produção <i>offshore</i> entre 1970 e 1995.....	12
Figura 2 - Regiões do mundo de produção <i>offshore</i> de petróleo.....	13
Figura 3 - Estimativas de produção mundial de petróleo <i>offshore</i>	15
Figura 4 - Perfil geológico do pré-sal.....	20
Figura 5 - Esquema da exploração do pré-sal.....	22
Figura 6 - Comparativo entre fontes de poluição do ambiente marinho.....	30
Figura 7 - Operação de pesquisa sísmica.....	32
Figura 8 - Reboque de cabos sísmicos.....	32
Figura 9 - Canhão de ar.....	33
Figura 10 - Broca de perfuração PDC.....	37
Figura 11 - Descomissionamento de plataforma <i>offshore</i>	44
Figura 12 - Etapas do processo de licenciamento de perfuração.....	81
Figura 13 - Presença da Statoil no Brasil.....	91
Figura 14 - Localização do Campo de Peregrino.....	92
Figura 15 - Visão das plataformas Statoil em Peregrino.....	93
Figura 16 - Plataforma fixa de Peregrino.....	94
Figura 17 - FPSO Maersk Peregrino.....	94
Figura 18 - Perfuração Horizontal.....	97
Figura 19 - Perfuração Horizontal.....	97
Figura 20 - Localização das plataformas Peregrino A, Peregrino B e do FPSO Maersk Peregrino.....	97
Figura 21 - Mapa integrado das modelagens e presença de estruturas carbonáticas no Campo de Peregrino.....	99
Figura 22 - Nódulos e crostas calcárias mostrando camadas externas avermelhadas formadas por algas vivas, campanha <i>Baseline</i> ambiental (2006).....	102
Figura 23 - Malha amostral realizada na 1ª Campanha.....	109
Figura 24 - Amostradores utilizados na coleta de algas calcárias. (A) Draga Biológica; (B) Busca-fundo (“Van-Veen”).....	110
Figura 25 - Exemplo de material bentônico coletado nas campanhas.....	110
Figura 26 - 1ª Campanha oceanográfica (<i>Baseline</i>) para avaliação das comunidades planctônicas.....	111
Figura 27 - Lançamento do LOPC/Micro CTD (A) e das redes cilíndrico-cônicas (B) na 1ª Campanha oceanográfica (<i>Baseline</i>) para avaliação das comunidades planctônicas.....	112
Figura 28 - Cultura das algas em laboratório. (A) Amostras armazenadas em caixas plásticas cobertas por sacos plásticos pretos para manter a coloração dos espécimes durante o transporte e estudo no laboratório do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (B) Nas amostras coletadas foram observadas características externas de cada morfótipo. (C) Cortes em micrótomo rotatório para preparo de lâminas histológicas. (D) Caracterização da morfologia interna das algas no microscópio ótico.....	113
Figura 29 - Cultivo das algas em laboratório.....	114
Figura 30 - <i>Lander</i> . As setas em vermelho indicam a localização da <i>time lapse</i> câmera e de seu <i>flash</i> para monitoramento visual.....	115
Figura 31 - Instalação do <i>Lander</i> nas proximidades da Plataforma Peregrino B.....	116
Figura 32 - <i>Design</i> do <i>sediment trap</i> utilizado no PEMCA.....	118
Figura 33 - <i>Sediment trap</i> no momento de sua instalação no Campo de Peregrino....	119
Figura 34 - Localização do ADCP instalado em outubro de 2009 e recolhido em setembro de 2010.....	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fontes de hidrocarbonetos de petróleo no ambiente marinho.	28
Tabela 2 - Efeitos das ondas sísmicas sobre a biota.	34
Tabela 3 - Tratados e Convenções sobre mares e oceanos pós-Eco-92.	55
Tabela 4 - Convenções internacionais sobre meio ambiente marinho adotadas pelo Brasil.	72
Tabela 5 - Principais Impactos Ambientais da Atividade de Perfuração <i>Offshore</i>	82
Tabela 6 - Projetos exigidos pela CGPEG na atividade de perfuração.	87
Tabela 7 - Principais estágios do SGA segundo a ISO 14001.	90
Tabela 8 - Comparação entre os parâmetros ambientais pertinentes ao Projeto de Monitoramento Ambiental realizado pela Statoil e de outras empresas perfurando na Bacia de Campos.	124

LISTA DE SIGLAS

AAM - Acordos Ambientais Multilaterais
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIA - Avaliação de Impacto Ambiental
ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários
APA - Área de Proteção Ambiental
BBL - Barril
BOE - Barris de Óleo Equivalente
C - Carbono
CGPEG - Coordenação Geral de Petróleo e Gás
CLC - Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil em Danos Causados por Poluição por Óleo
CNPE - Conselho Nacional de Política Energética
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
CQNUMC - Convenção-Quadro das Nações sobre Mudança do Clima
DBO - Demanda Biológica de Oxigênio
E&P - Exploração e Produção
EA - Estudo Ambiental
EIA - Energy Information Administration
EIA - Estudo de Impacto Ambiental
ELPN - Escritório de Licenciamento das Atividades de Petróleo e Nuclear
EPE - Empresa de Pesquisa Energética
EVA - Estudo de Viabilidade Ambiental
FEEMA - Fundação Estadual do Meio Ambiente
FPSO - Floating Production, Storage and Offload Unit
GEE - Gases de Efeito Estufa
H - Hidrogênio
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA - Agência Internacional de Energia
IEAPM - Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira
IMCO - Inter-Governmental Maritime Consultative Organization
IMO - International Maritime Organization
ISM CODE - International Safety Management Code
ISO - International Organization for Standardization
ISPS CODE - International Ship and Port Facility Security Code
LCD - Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Operação de Imersão de Resíduos e Outros Materiais
LESTA - Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário
LI - Licenciamento de Instalação
LO - Licenciamento de Operação
LOPC - Laser Optical Plankton Counter
LP - Licenciamento Prévio

LPper - Licença Prévia de Perfuração
MARPOL - Convenção Internacional para a Prevenção de Poluição de Navios
MERCOSUL - Mercado Comum do Sul
MME - Ministério das Minas e Energia
NORMAM - Normas da Autoridade Marítima
NPD - Norwegian Petroleum Directorate
OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OCMI - Organização Consultiva Marítima Inter-Governamental
OEMAs - Organismos Estaduais do Meio Ambiente
OILPOL - International Convention for the Prevention of Oil Pollution
OIT - Organização Internacional do Trabalho
OMI - Organização Marítima Internacional
ONG - Organização Não Governamental
ONU - Organização das Nações Unidas
OPA 90 - Oil Pollution Act
OPEP - Organização dos Países Exportadores de Petróleo
OPRC - Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo
P&D - Pesquisa e Desenvolvimento
PEMCA - Peregrino Environmental Monitoring and Calcarious Algae Project
PMA - Projeto de Monitoramento Ambiental
PNMA - Política Nacional de Meio Ambiente
PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
POP - Poluentes Orgânicos Persistentes
PROCAP - Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas
RAA - Relatório de Avaliação Ambiental
RCA - Relatório de Controle Ambiental
SGA - Sistema de Gestão Ambiental
SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente
SLAP - Sistema de Licenciamento de Atividades Essencialmente Poluidoras
SNUC - Sistema Brasileiro das Unidades de Conservação
SOLAS - International Convention For The Safety Of Life At Sea
SPF - Sistema de Produção Flutuante
TOG - Teor de Óleo e Graxas
VOCs - Volatile Organic Compounds
WCE - World Commission on Employment

1. INTRODUÇÃO

Desde a Revolução Industrial o homem passou a depender de combustíveis fósseis. Nas sociedades modernas, esses recursos, nomeadamente hidrocarbonetos como o carvão e o petróleo, se tornaram fontes de energia imprescindíveis para a produção, consumo e geração de riquezas.

No curso do tempo, o petróleo passou a constituir-se como a principal fonte de energia utilizada no mundo. Sua importância como *commodity* nas bolsas internacionais, com negociabilidade global, exprime a realidade da grande demanda deste recurso ainda hoje. Em um contexto de produção e consumo de energia primária cuja matriz é baseada em fontes fósseis, o petróleo corresponde a mais de 35% das necessidades energéticas mundiais (*International Energy Agency - IEA, 2009*). No Brasil, a participação de petróleo e derivados na demanda de energia aumentou de 34%, em 1970, para 46%, no ano 2000, (Ministério de Minas e Energia - MME, 2007), devendo manter esta liderança nas próximas décadas.

O contexto e a demanda atual explicam a intensificação das atividades de exploração e produção (E&P) de petróleo em diferentes regiões do planeta onde se distribuem as reservas de óleo e gás. O crescente interesse por novas reservas, dado que essas possuem um tempo de vida útil e são um recurso finito não renovável, impulsiona buscas na direção de novas regiões onde as mesmas estejam disponíveis. Esse é o caso das reservas *offshore*, localizadas em águas marinhas, que atualmente correspondem à grande maioria das bacias sedimentares mundiais com probabilidade de descoberta de petróleo. No Brasil as reservas marinhas representam quase a totalidade das reservas nacionais, sobretudo após a descoberta da camada pré-sal (ANP, 2010).

O avanço tecnológico e os investimentos em pesquisa e desenvolvimento têm contribuído significativamente para o incremento das atividades de E&P de petróleo *offshore* em águas rasas (lâmina d'água inferior a 600 m), profundas (lâmina d'água superior a 600 m) e ultra-profundas (lâminas d'água superior a 2.000 m), que hoje ocorrem em condições complexas e em regiões de difícil acesso, necessitando por isso de uma grande infraestrutura composta por redes de transferência de petróleo entre os sistemas de produção no mar e os pontos de recepção em terra.

A cadeia produtiva de petróleo *offshore*, nas suas fases de levantamento sísmico de dados, perfuração, produção, escoamento e descomissionamento, gera impactos e efeitos adversos sobre o meio ambiente marinho (SCHAFFEL, 2002). Em função disso, a normativa

ambiental, cada vez mais rigorosa tanto no nível internacional como no âmbito nacional, faz com que as companhias operadoras do setor tenham que se adequar no sentido de atendê-la.

A partir desta realidade, indaga-se: de que maneira as operadoras de E&P de petróleo *offshore* podem relacionar as atividades que buscam suprir à demanda por este recurso com a mitigação dos impactos ambientais a elas associadas?

O monitoramento ambiental é uma das ações que atende a essa perspectiva, pois se refere ao acompanhamento sistemático de variáveis e processos que envolvem a E&P de petróleo *offshore* e o meio ambiente marinho, dimensionando-os, além de possibilitar a determinação de desvios das normas estabelecidas e medidas mitigadoras de impacto ambiental.

Por outro lado, projetos de monitoramento são parte essencial da gestão ambiental das operadoras, desde a instalação de um empreendimento ou atividade de E&P *offshore* até sua desativação (SCHAFFEL, 2002).

Devido à sua natureza, as diferentes fases de E&P *offshore* possuem singularidades em relação aos riscos que apresentam ao meio ambiente marinho. E não é por acaso que para cada uma delas em geral as companhias petrolíferas elaboram um projeto de monitoramento específico.

Não obstante, o foco da pesquisa recai sobre a análise do monitoramento na fase de perfuração de poços, atividade que se considera crítica, pois resulta em resíduos característicos, provenientes da mistura de fluidos e cascalhos, que permanecem durante muito tempo nos sedimentos e têm longo processo de degradação, influenciando na qualidade da água, no leito oceânico e nos organismos marinhos.

Na perspectiva de discutir a questão do monitoramento ambiental na perfuração de poços, apresenta-se o projeto de monitoramento ambiental da atividade de perfuração *offshore* da companhia norueguesa Statoil em suas operações no Brasil, na Bacia de Campos (RJ), mais especificamente no campo de Peregrino, o Projeto de Monitoramento Ambiental das Algas Calcárias de Peregrino (*Peregrino Environmental Monitoring and Calcareous Algae Project*, PEMCA), em desenvolvimento.

A originalidade de trazer o PEMCA à pesquisa reside no fato de ser este um projeto específico e padronizado de monitoramento, no âmbito do licenciamento ambiental, com premissas nunca antes solicitadas pelo IBAMA a uma operadora atuando no País, como o monitoramento em tempo real. Isso porque o campo de Peregrino possui no leito marinho

grande concentração de algas calcárias, que representam um ecossistema relevante pela fauna associada, pelos processos biológicos que estruturam suas populações e pelas repercussões sobre outros organismos marinhos vivos. A solicitação formal do IBAMA é apresentada no Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA nº 266, no Anexo A.

Esta pesquisa versa sobre o Projeto de Monitoramento Ambiental na etapa de perfuração de poços marítimos de óleo e gás no Brasil: um estudo de caso na Bacia de Campos, Rio de Janeiro, e justifica-se pela importância da preservação do meio ambiente marinho frente à crescente intensificação dessas atividades, em especial no Brasil.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral da pesquisa é compilar conhecimentos sobre o projeto de monitoramento ambiental no âmbito do processo de licenciamento ambiental na fase de perfuração de poços marítimos de óleo e gás, tendo como pano de fundo um estudo de caso na Bacia de Campos, Rio de Janeiro.

São objetivos específicos:

- Relacionar os impactos ambientais e efeitos adversos sobre o meio ambiente da E&P de petróleo *offshore*;
- Identificar os mecanismos e instrumentos de proteção ao meio ambiente e a normativa nacional e internacional sobre o meio ambiente marinho;
- Destacar a importância dos projetos de monitoramento ambiental no âmbito do licenciamento e dos projetos de monitoramento na fase de perfuração *offshore*; e
- Descrever um modelo pioneiro de projeto de monitoramento ambiental na Bacia de Campos.

3. METODOLOGIA

Seguindo a classificação metodológica das pesquisas proposta por Vergara (2010), quanto meios de investigação, trata-se de pesquisa bibliográfica, isto é, um estudo sistematizado, cujo procedimento técnico tem por base o levantamento de material de domínio público veiculado em livros, artigos e revistas científicas especializadas e à documentação oficial de diversos órgãos do governo brasileiro, tais como a Agência Nacional do Petróleo, o Ministério das Minas e Energia e o Ministério do Meio Ambiente. Diversas das informações aqui apresentadas foram obtidas também a partir da visita aos websites oficiais de empresas de petróleo e de órgãos de governo.

Ademais, com o propósito de assegurar uma eficiente identificação e avaliação dos principais efeitos ambientais e legislação pertinente ao desenvolvimento das atividades de E&P em áreas *offshore*, em especial a fase de perfuração de poços, a proposta metodológica foi subsidiada por uma série de procedimentos, os quais incluíram:

- Coleta de resultados de estudos direcionados aos impactos das atividades de E&P em diferentes bacias sedimentares brasileiras;
- Consultas a especialistas brasileiros nas áreas de Biologia, Biologia Marinha, Sociologia, Engenharia de Petróleo, Análise de Riscos, Gestão Ambiental e Avaliação de Impactos Ambientais para atividades de perfuração de poços marítimos de óleo e gás;
- Documentos, publicados ou não, proporcionando diretrizes para a realização de estudos de Avaliação Ambiental Estratégica para o setor de petróleo e gás natural;
- Consulta a empresas de petróleo, quanto às suas experiências no desenvolvimento de projetos de exploração e produção de petróleo e gás natural em áreas *offshore*;

Foi também realizada uma revisão bibliográfica dos diversos métodos de avaliação de impactos ambientais utilizados nos estudos de impacto ambiental para a atividade de perfuração *offshore*.

Adicionalmente, este trabalho se propõe a apresentar um estudo de caso de um projeto de monitoramento ambiental atualmente sendo executado por uma empresa de exploração e produção de petróleo e gás natural na Bacia de Campos, Rio de Janeiro.

4. EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO (E&P) *OFFSHORE* DE HIDROCARBONETOS

Os hidrocarbonetos, alguns também conhecidos como compostos orgânicos voláteis (VOCs, do inglês *Volatile Organic Compounds*), são compostos formados exclusivamente por átomos de carbono (C) e hidrogênio (H). Podem ocorrer sob várias formas e são produzidos tanto naturalmente, acumulando-se no subsolo por milhares de anos, como por atividades humanas. (HINRICHS e KLEINBACH, 2003; SILVEIRA, 2011).

No primeiro caso, duas das formas dos hidrocarbonetos são o petróleo (do latim *petra*, pedra, e *oleum*, óleo) e o gás natural (THOMAS, 2004).

Em seu estado natural, o petróleo é uma mistura complexa de hidrocarbonetos, em que predominam o carbono e o hidrogênio sobre outros de seus componentes, como oxigênio, nitrogênio e enxofre, existentes em proporções significativamente menores. Trata-se de mistura que contém moléculas maiores, resultando em líquido do ponto de vista físico, que precisa de condições especiais para ser formada, entre elas, temperatura, pressão e rochas geradoras (THOMAS, 2004; GUSMÃO, 2005).

Os hidrocarbonetos são os principais constituintes do petróleo. Hidrocarbonetos de petróleo decorrem do arranjo estrutural dos átomos de hidrogênio e carbono (ALEIXO *et al*, 2007). Os derivados do petróleo constituem a maioria dos combustíveis de uso humano diário (SILVEIRA, 2011).

Quando a mistura de hidrocarbonetos contém maior porcentagem de moléculas pequenas (ou leves), seu estado físico é gasoso, resultando em gás natural, esse é composto principalmente por metano e, em menores proporções, por propano e butano (THOMAS, 2004). Sob essas formas, os hidrocarbonetos são fontes de natureza energética, sendo consideradas hoje indispensáveis para todas as atividades humanas e, portanto, estratégicas.

Somente o petróleo supre cerca de 40% das necessidades energéticas totais do planeta, devendo manter essa liderança até 2020. Não por acaso, constitui uma *commodity*, tendo seu preço de referência no mercado internacional orientado pelas cotações de duas bolsas de mercadorias: a Bolsa Internacional de Petróleo (*International Petroleum Exchange - IPE*), em Londres, onde se negociam a compra e a venda de petróleo do tipo *Brent*, e a Bolsa Mercantil de Nova York (*Nymex*), onde a referência é o petróleo tipo *light*, de melhor qualidade (CORNIGLION & NOGUEIRA, 2007).

Estima-se que a demanda global por petróleo gire em torno de 80 milhões de barris por dia (cada barril contém aproximadamente 159 litros de petróleo bruto) enquanto a produção oscila entre 80 e 82 milhões, margem que deixa o mercado vulnerável (CORNIGLION & NOGUEIRA, 2007).

O petróleo é encontrado nas bacias sedimentares, “[...] que são depressões na superfície da terra preenchidas por sedimentos que se transformam, em milhões de anos, em rochas sedimentares”, pois os processos de geração, migração e acumulação de petróleo atuam numa escala de tempo geológico (GUSMÃO, 2005, p. 179). Essas bacias cobrem grandes áreas, em terra e no mar.

Seu uso pelo homem remonta à Antiguidade (THOMAS, 2004). No entanto, o interesse econômico e comercial por esta substância como fonte de energia teve início no século XIX, sendo ampliado principalmente no século XX, a partir da invenção dos motores a gasolina e a diesel, quando o petróleo passa a ter justificativas comerciais para ser explorado *ad infinitum* ou até seu esgotamento (ORTIZ NETO & DALLA COSTA, 2007).

Segundo Ortiz Neto & Dalla Costa (2007, p. 96), “[...] este novo emprego do petróleo fez surgir, além de uma das mais ricas indústrias do planeta, uma nova e importante metodologia de crescimento, o uso da ciência nas atividades fabris”. A indústria do petróleo e a indústria química seriam pioneiras, conjuntamente, na utilização da ciência, através de programas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), como instrumento de crescimento econômico.

Afirmam Marchioro *et al* (2005, p. 227) que a indústria do petróleo teve início nos Estados Unidos, onde, em 1859, foi perfurado o primeiro poço produtor. Pouco tempo depois:

[...] já havia dezenas de companhias petrolíferas que, posteriormente, se transformariam em grandes organizações multinacionais. Essas empresas começaram a explorar petróleo em nações do Oriente Médio, África e América do Sul, que disponibilizaram áreas de grande potencial petrolífero para exploração pelas corporações, através de regimes de concessão. O México foi o primeiro país a criar uma companhia estatal no setor do petróleo, tendo sido seguido por muitos outros países, o que resultou na expansão da atividade petrolífera estatal.

Com a ampliação da importância do petróleo para a sociedade como fonte de energia (o mesmo ocorrendo atualmente com o gás natural enquanto fonte alternativa de suprimento de energia) e a aplicação de P&D para o avanço da indústria petrolífera, a cadeia de E&P do petróleo (bem como de reservatórios de hidrocarbonetos compostos por petróleo e gás), com base no ciclo de vida do campo petrolífero, passou a estruturar-se nas fases de exploração,

desenvolvimento e produção,¹ necessitando, para tanto, de uma indústria global de equipamentos e serviços de apoio que permitissem realizá-las (ORTIZ NETO & DALLA COSTA, 2007; MARCHESI, 2010).

Mais do que isso, a exploração e a produção passaram a constituir atividades tecnologicamente sofisticadas, demandando capacitação e metodologias apropriadas para o trabalho em regiões de difícil acesso e em condições complexas (ORTIZ NETO & DALLA COSTA, 2007). Isso ocorreu, sobretudo, após a exploração do petróleo ter sido viabilizada através de tecnologia mais recente, conhecida como *offshore*, realizada nas águas marinhas, distante da costa, possibilitando a produção de petróleo em alto mar, em águas profundas (de 400 a 1000 metros) e ultra-profundas (acima dos 1.000 metros).

Nos oceanos, onde os hidrocarbonetos de petróleo constituem o principal bem mineral energético, a exploração do petróleo é uma das que mais se destaca nesse sentido, pois desde o início dos anos 70 as técnicas e recursos utilizados evoluíram muito, quantitativa e qualitativamente.

Conforme Silva & Mainier (2009, p. 56):

As estruturas *offshore* evoluíram de simples torres de perfuração fabricadas em madeira e instaladas próximas à costa, para robustas instalações, pesando milhares de toneladas, fabricadas em aço-carbono e outras ligas, instaladas a vários quilômetros adentro do oceano.

Hoje, a E&P de petróleo *offshore* constitui uma infraestrutura composta por milhares de quilômetros de oleodutos, que, através de uma complexa rede, transfere óleo e gás entre os sistemas de produção no mar e os pontos de recepção em terra (SILVA & MAINIER, 2009).

A cadeia produtiva industrial envolve um conjunto de atividades, demarcadas em: (i) prospecção, exploração, perfuração e completação; (ii) produção propriamente dita; e (iii) transporte, refino e distribuição. Os dois primeiros são denominados segmentos *upstream* ou montante e o último *downstream* ou jusante, como convencionalmente é dividida a indústria do petróleo (MARCHESI, 2010; PIQUET, 2010).²

Tais atividades são, por isso, muito mais onerosas do que aquelas desenvolvidas em terra (tecnologia *onshore* ou *in land*), pois incluem, entre outros, transporte aéreo e marítimo

¹ Segundo Marchesi (2010), a fase de exploração busca identificar e quantificar novas reservas de petróleo e gás, a de desenvolvimento é responsável pelo planejamento da abordagem e definição dos recursos necessários para a produção, maximizando a rentabilidade de uma reserva, e no ciclo de produção extrai-se o petróleo e o gás da reserva, de modo a maximizar sua vida útil.

² Segundo Piquet (2010), as atividades de transporte, como são complexas, implicando a utilização de frotas de navios, grandes redes de dutos e sistema de tancagem, são chamadas em algumas análises de segmento *midstream*.

de pessoal, material e uso de instalações fixas e de equipamentos móveis para diversas finalidades. “Em condições normais, os custos das perfurações marítimas são quatro a cinco vezes mais onerosos do que os das terrestres” (NEIVA *apud* MARCHESI, 2010, p. 5).

Oportuno destacar que, como se tratam de atividades complexas e de risco, as diversas etapas da cadeia produtiva do petróleo são desenvolvidas por empresas de porte diversificado, que operam em estruturas de mercado diferenciadas (PIQUET, 2010).

Mas o papel central é exercido pelas chamadas ‘petroleiras’ (*oil companies*), que constituem, segundo Piquet (2010), um poderoso, seletivo e pequeno grupo de empresas que detêm o capital e contratam serviços, como os de sísmica, perfuração e produção, de outras altamente especializadas, que, por sua vez, também operam em oligopólios internacionais, dado o nível de sofisticação tecnológica exigido.

As oportunidades das pequenas e médias empresas participarem desse mundo tecnologicamente complexo também existem, por tratar-se de uma miríade de produtos e serviços demandados, que vão desde equipamentos e peças de alta tecnologia até as de confecção relativamente simples, passando por serviços de baixa qualificação e por aqueles de difícil importação. Desse modo, geralmente ocorre uma divisão de mercado em que as tarefas mais sofisticadas e mais rentáveis permanecem nas mãos das empresas transnacionais enquanto os serviços e equipamentos de baixo conteúdo tecnológico são encomendados a empresas menores, de âmbito local. (PIQUET, 2010, p. 3).

Nas próximas seções, o histórico da E&P de petróleo *offshore* no mundo e no Brasil é revisado, bem como apresentado o quadro atual do segmento nos dois ambientes.

4.1. HISTÓRICO NO MUNDO

Segundo Ortiz Neto & Shima (2008), a exploração *offshore* do petróleo teve início no final do século XIX, em águas ultra-rasas (*swallow water*, de até 30 metros), de maneira bastante rudimentar e de forma pouco científica. As dificuldades tecnológicas eram superadas empiricamente, apenas pelo processo ‘*learning by trying*’ (aprendendo tentando) e com apoio de pesquisa e desenvolvimento. Nessa época, verificava-se simplesmente a transferência do padrão tecnológico utilizado no segmento *onshore* para a exploração *offshore*.

O marco inicial da produção *offshore* com essas características foi a que ocorreu no condado de Santa Bárbara, Califórnia/EUA, em 1896, onde o primeiro poço tinha profundidade de quase seis metros, localizando-se a uma distância aproximada de 15 metros da praia. Explorado pela transferência e adaptação das condições *onshore* para as condições em água, não se tratava de plataformas de produção, mas de um conjunto de cavaletes sequencialmente instalados a partir de uma estação em terra, nos quais havia bombas de prospecção e dutos de transporte de petróleo, constituindo uma longa torneira.

Em função dessas condições incipientes não foi possível avançar na exploração em mar, que se restringiu a lagos e rios e em profundidades não superiores a 15 metros.

Apenas com a ampliação das descobertas e o conseqüente aumento das dificuldades de exploração em campos mais profundos (águas rasas entre 30 e 400 metros) e mais distantes da costa, procedimentos e tecnologias próprias começaram a ser desenvolvidos, não sendo mais utilizada a rudimentar e empírica adaptação de equipamentos *onshore*. “Iniciava-se assim a busca de uma trajetória tecnológica que viabilizasse a exploração *offshore* em mar aberto” (ORTIZ NETO & SHIMA, 2008, p. 303).

A indústria *offshore* mundial de petróleo teve seu nascimento entre 1930 e 1950, na Venezuela e Golfo do México (Estados Unidos), respectivamente, as duas primeiras grandes províncias de petróleo no segmento (ORTIZ NETO & DALLA COSTA, 2007).

Até os anos 60, pensava-se que o petróleo existente em ambiente marinho fosse de difícil prospecção, razão pela qual a exploração e produção eram mais direcionadas a bacias terrestres. (LOPES, 2004).

Ao contrário do desenvolvimento praticamente incipiente da exploração *offshore* na Venezuela, no Golfo do México, região que até hoje se constitui importante reserva mundial *offshore* de petróleo, as companhias americanas desenvolveram tecnologias próprias para essas operações desde fins da década de 50 e durante os anos 60. Na região, efetivamente estabeleceu-se uma dinâmica inovadora *offshore*, marcando um novo paradigma, com trajetórias tecnológicas dedicadas, e, conseqüentemente, da produção mundial *offshore* em escala comercial (LOPES, 2004; ORTIZ NETO & SHIMA, 2008).

A partir de então, a indústria começa a se expandir, especialmente com a descoberta de campos de petróleo submarinos no Mar do Norte (no Oceano Atlântico, situado em plataforma continental a noroeste da Europa), onde a geologia não-linear da bacia estabelecia campos em águas mais profundas, implicando um novo sistema de produção, adaptado a maiores profundidades (ORTIZ NETO & SHIMA, 2008).

A produção no Mar do Norte teve início em 1969, com a descoberta do campo gigante de Ekfisk (2,5 bilhões de barris), na Noruega, localizado em lâmina d'água de 70 metros, comercialmente ativado em 1971, e do campo de Arboath, no Reino Unido (ROIG, 2009).

A partir da década de 70, a região passa a rivalizar com o Golfo do México em ordem de importância para o volume de investimentos (ORTIZ NETO & SHIMA, 2008; ORTIZ NETO & DALLA COSTA, 2007).

Em 1973, quando as operações *offshore* começam a expandir, eclode a crise do petróleo em função do aumento do preço em mais de 300% pelos países árabes da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), em represália ao apoio dos Estados Unidos a Israel na ocupação de territórios palestinos (VIANA, 2008).³

Neste ano (1973) e por conta da crise, a oferta do produto cairia 7% em uma escala global, permanecendo reduzida no ano seguinte (1974), e o preço do barril de petróleo seria quadruplicado, de três para quase 12 dólares no final de 1973. No ápice da crise, o preço chegou a atingir 17 dólares por barril (CORNIGLION & NOGUEIRA, 2007).

A crise do petróleo, cujas consequências perdurariam por mais de uma década, acabou por impulsionar a busca de fontes alternativas de petróleo e de novas reservas fora do Oriente Médio, mais precisamente no ambiente marinho (VIGLIANO, 2010).

As companhias moveram-se decididamente para além da costa, a fim de melhor explorar as bacias sedimentares sob o leito do mar, em águas cada vez mais profundas, contexto em que se enquadrou a Petrobras,⁴ com o início da exploração *offshore* na Bacia de Campos, no Rio de Janeiro. Isso fez com que, na década de 1980, os países não-OPEP retomassem sua posição de principais produtores do insumo (CORNIGLION & NOGUEIRA, 2007; VIANA, 2008).

Segundo Lopes (2004, p. 30):

O choque do petróleo de 1973 deu o impulso necessário à exploração do petróleo existente em ambiente marinho. Isto porque, com o aumento brusco do preço do petróleo e a possibilidade de escassez do produto no mercado, os países consumidores passaram a desenvolver programas de economia de combustíveis e de geração de energias alternativas. Ao mesmo tempo, buscou-se encontrar novas

³ Observa-se que as maiores reservas de petróleo concentram-se no Oriente Médio: a Arábia Saudita detém a maior reserva, com 262 bilhões de barris, e o Iraque 113 bilhões de barris. E que, embora o petróleo tenha-se tornado o principal insumo energético dos países mais desenvolvidos, não é por eles produzido em quantidade equivalente à sua demanda, como ocorria com o carvão mineral, principal combustível do mundo até o fim da Primeira Guerra Mundial (que se tornou obsoleto em função do desenvolvimento tecnológico). Os países avançados sempre procuraram apropriar-se das maiores jazidas mundiais. (CORNIGLION & NOGUEIRA, 2007). Em alguns países do Oriente Médio, desde os anos 40, as principais companhias internacionais operam sob regime de concessão. (LOPES, 2004). De acordo com Corniglioni & Nogueira (2007), os países árabes não podem dispensar a tecnologia dessas companhias na prospecção, extração, refino e distribuição do petróleo que se encontra em seus territórios.

⁴ A Petrobras foi criada em 1953 pela Lei 2.004, sob o governo de Getúlio Vargas, tendo como missão principal gerir as reservas de petróleo e o setor petrolífero no Brasil, representando o Estado brasileiro quanto às políticas energéticas ligadas ao setor. (DALLA COSTA & SOUZA-SANTOS, 2009).

jazidas de petróleo em países não pertencentes à OPEP, e em regiões consideradas inviáveis economicamente devido à complexidade de seus ambientes, o que incentivou a exploração *offshore* em locais como o Mar do Norte, por exemplo.

Com efeito, através de um dos maiores investimentos já realizados pelo setor industrial europeu, o Mar do Norte tornar-se-ia uma das maiores províncias de petróleo do planeta, reunindo importantes *players* na exploração de petróleo *offshore* em todo o mundo, que formaram o primeiro *pull* de empresas nessa segmentação, entre elas a Shell, Exxon, Texaco e AGIP.

Os campos da Noruega passaram a ser divididos com a Statoil, companhia estatal norueguesa de petróleo e gás natural, que nos anos 70 passou a ter 50% ou mais dos direitos de explorar todos os novos campos descobertos no país (ORTIZ NETO & SHIMA, 2008; ORTIZ NETO & DALLA COSTA, 2007).

O fato é que a exploração *offshore* e suas atividades cresceram drasticamente desde o começo da exploração das primeiras reservas na Califórnia, EUA. Enquanto grandes reservas eram descobertas na costa, a indústria de exploração e produção extrapolou esses limites para o oceano aberto (COSTA & BRAUN, 2008).

No século XX, num intervalo de apenas 25 anos, de 1970 a 1995, a produção proveniente de sistemas *offshore* cresceu 300%, em milhões de barris de óleo equivalente (boe)⁵ ao dia, como pode ser observado no gráfico abaixo (Figura 1).

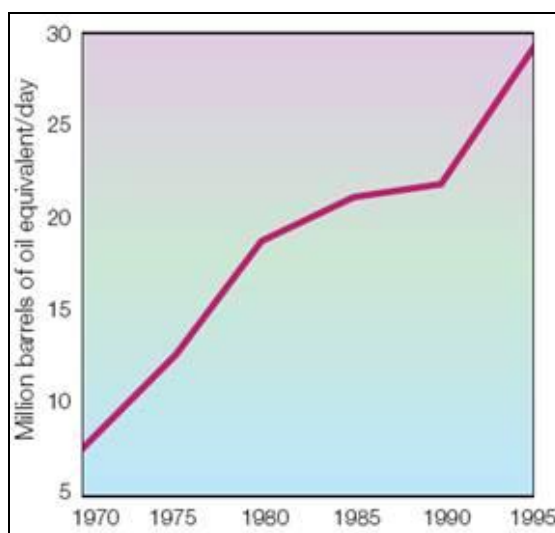


Figura 1 - Crescimento da produção *offshore* entre 1970 e 1995.

Fonte: COSTA & BRAUN (2008).

⁵ Termo usado para expressar volumes de petróleo e gás natural em barris, através da conversão de 1m³ de gás ou petróleo em 6,289941 barris de petróleo (ORTIZ NETO & DALLA COSTA, 2007).

No mapa a seguir (Figura 2), é possível observar onde se concentra atualmente a exploração *offshore*.

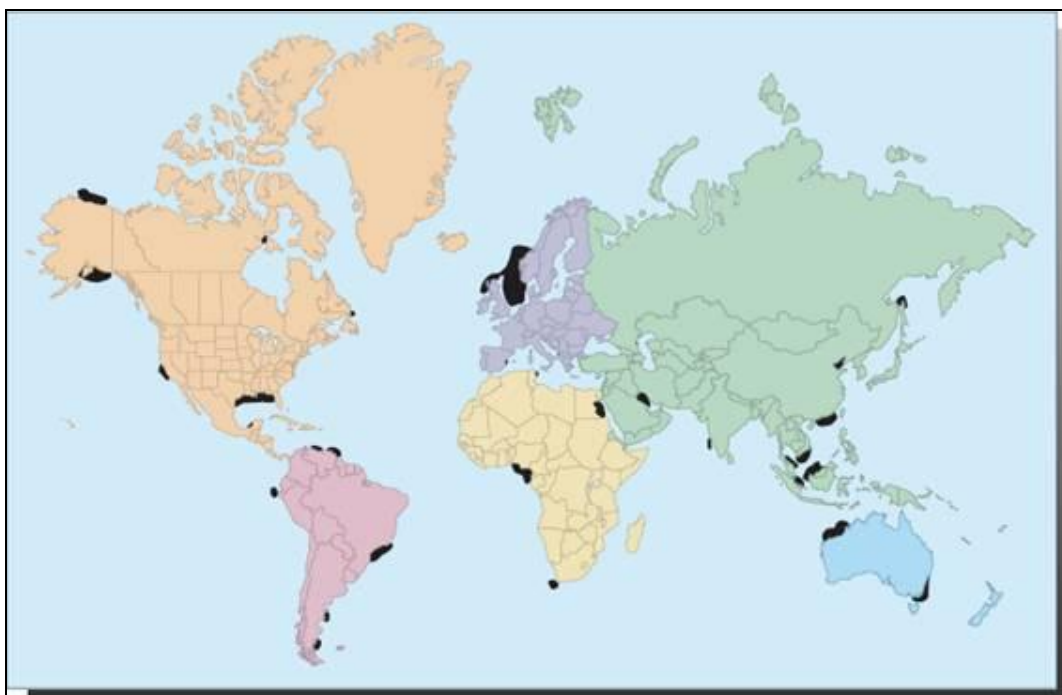


Figura 2 - Regiões do mundo de produção *offshore* de petróleo.

Fonte: COSTA & BRAUN (2008).

Neiva (*apud* MARCHESI, 2010) afirma que metade das bacias sedimentares do mundo que oferecem probabilidade de encontro de petróleo estão localizadas *offshore*.

Segundo Costa & Braun (2008), projetos de exploração estimam que 95% da área de reservas não exploradas encontra-se em lâminas d'água acima de 3000 metros, variando em termos de quantidade entre oito e 15 bilhões de barris.

Significa dizer que a exploração em águas profundas e ultra-profundas oferece potencial para aumentar a atual capacidade de produção, sobretudo com as descobertas no Brasil e a descoberta de poços ultra-profundos em regiões como o Oeste da África, Ásia, Golfo do México, Índia e Mar do Norte, que aumentam a demanda de sistemas capazes de perfurar nessas condições (COSTA & BRAUN, 2008).

Assim, apesar de os campos localizados no Golfo do México e no Mar do Norte terem entrado em fase de declínio de produção, novas regiões nas costas da África, Leste Asiático e do Brasil apresentam perspectivas favoráveis de investimento e produção. O Brasil, especialmente, é uma das principais fronteiras de exploração *offshore* de petróleo (COSTA *et al*, 2008).

Com a produção diminuindo nos campos maduros, o medo crescente de que a produção mundial de petróleo esteja perto do nível máximo e do declínio (o tão falado *peak oil*), as águas profundas de países como Brasil são o destino certo. (VIANA, 2008, p. 22).

Informa Viana (2008) que as estimativas da Administração de Informação de Energia dos Estados Unidos (*Energy Information Administration/EIA*) indicaram que o volume de petróleo extraído de campos em águas profundas praticamente dobrou entre 2005 e 2010, para cerca de 11 milhões de barris por dia.

Ainda de acordo com Viana (2008), se na década de 1970 os custos diários do aluguel de uma plataforma semi-submarina era em torno de 40 a 50 mil dólares, atualmente cobra-se até 600 mil dólares por uma plataforma para águas ultra-profundas. Quanto à construção de uma nova plataforma de perfuração em águas profundas, com capacidade de realizar explorações em profundidades acima de 2000 metros, os custos estão entre 525 milhões e 625 milhões de dólares, contra os 300 a 400 milhões de dólares do final da década de 90.

Estima-se que o investimento de capital em petróleo de águas profundas aumentará para 25 bilhões de dólares por ano por volta de 2012, quase o dobro do investimento em 2003. No momento atual, percebe-se que a exploração em águas profundas é o caminho natural para o qual segue a indústria de E&P *offshore* do petróleo (VIANA, 2008; COSTA & BRAUN, 2008).

Considera-se que esse aumento de investimento deve-se também à sobrecarga da capacidade técnica que a exploração e produção *offshore* exigem, que faz crescer os custos, além de requerer o desenvolvimento de equipamentos e técnicas cada vez mais sofisticadas e mais caras.

Por outro lado, a tecnologia utilizada hoje na indústria de exploração de petróleo permite a descoberta de cerca de 80 novas reservas ao redor do mundo a cada ano, 40% das quais em águas profundas (COSTA & BRAUN, 2008).

Segundo Costa & Braun (2008), a tecnologia sísmica tridimensional, utilizada para reconhecer áreas de exploração, possibilita que os operadores sejam mais seletivos nas suas decisões, com perspectivas de perfuração mais confiáveis. Além disso, contratos de longa duração, projetos de exploração mais amplos e as descobertas de poços em águas profundas têm elevado as taxas de utilização dos sistemas de perfuração em diversas regiões do planeta e permitido o desenvolvimento de tecnologias que aumentaram consideravelmente a eficiência desses sistemas.

Constata-se que a produção *offshore* cresceu em importância na oferta mundial de petróleo. Enquanto no início da década de 1990 respondia por cerca de ¼ da produção total, atualmente é responsável por mais de um terço da oferta mundial, devendo tornar-se ainda mais expressiva na próxima década, verificando-se uma tendência de exploração em águas profundas. (COSTA *et al*, 2008).

O gráfico abaixo (Figura 3) ilustra as estimativas quanto à exploração em águas profundas para os próximos anos.

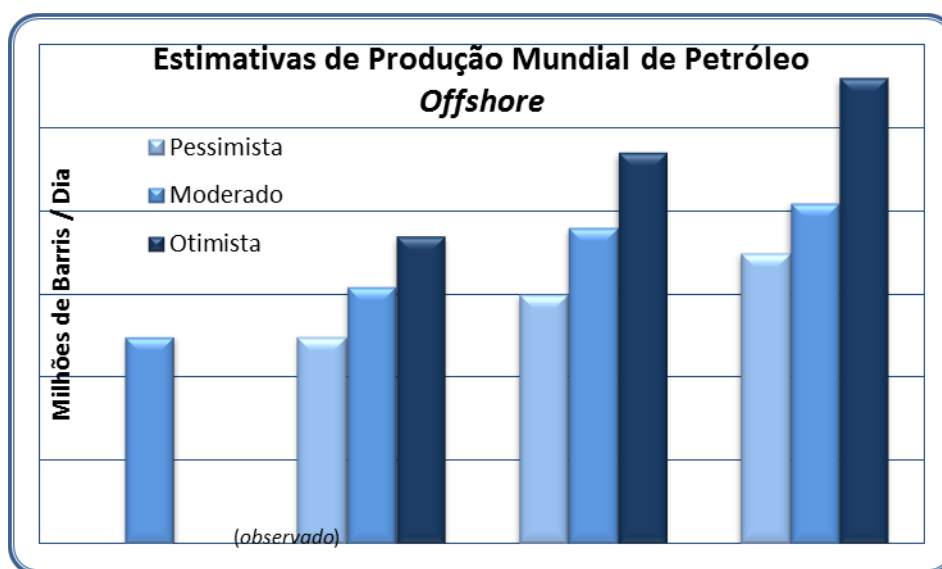


Figura 3 - Estimativas de produção mundial de petróleo *offshore*.
Fonte: COSTA *et al* (2008).

4.2. HISTÓRICO NO BRASIL

No final dos anos 60, como a exploração do petróleo no mundo tendesse a se estender para o ambiente *offshore*, o Brasil foi estimulado a entrar no segmento, tendo em vista o sucesso dos Estados Unidos na exploração do Golfo do México e a descoberta de que a maior parte das reservas petrolíferas do País estava localizada no mar, e não em terra (já no final de 1950, devido a análises geográficas, sabia-se que o Brasil possuía reservas de petróleo em profundidade marítima, ainda que não houvesse definição precisa de sua localização) (LOPES, 2004; ORTIZ NETO & DALLA COSTA, 2007).

O primeiro campo *offshore* de petróleo no Brasil (Guaricema) foi descoberto em 1968, no litoral de Sergipe, pela Petrobras, iniciando-se a produção nos anos 1970 por meio de uma plataforma fixa. Ainda no final dos anos 60 começaram os levantamentos geofísicos na Bacia

de Campos, Rio de Janeiro, que teve seu primeiro poço submarino perfurado em 1968, no campo de Garoupa (COSTA *et al*, 2008; MARCHIORO *et al*, 2005).

Mais de 20 descobertas de pequeno e médio porte ocorreram em seguida no litoral de vários estados brasileiros, como os campos da Bacia de Potiguar, no Espírito Santo (MARCHIORO *et al*, 2005; ORTIZ NETO & DALLA COSTA, 2007).

Segundo Ortiz Neto & Shima (2008), mesmo com as novas descobertas, a atividade *offshore* tinha pouca relevância na Petrobras nessa época, pois a importação do petróleo era muito mais barata, travando o crescimento do volume doméstico de produção, e elevado o custo da produção nacional, decorrente de uma baixa dinâmica inovadora na medida em que os equipamentos eram importados e praticamente sem adaptações que suprissem as necessidades locais.

As novas descobertas na Bacia de Campos alterariam este quadro e marcariam uma nova fase para a produção brasileira, tornando esta bacia a mais importante região produtora de petróleo *offshore* do Brasil, e, juntamente com o Golfo do México e o Mar do Norte, as mais produtivas e ricas do planeta e onde trajetórias tecnológicas importantes foram desenvolvidas (ORTIZ NETO & DALLA COSTA, 2007; MARCHIORO *et al*, 2005; ORTIZ NETO & SHIMA, 2008).

No final da década de 1970 o País já produzia 165.500 barris de petróleo por dia, 66% em terra e 34% no mar e nos primeiros anos de 1980 a produção em bacias marítimas ultrapassou a produção *onshore* (MARCHIORO *et al*, 2005; ORTIZ NETO & SHIMA, 2008).

No entanto, conforme Costa *et al* (2008, p. 130), naquela época as descobertas *offshore* ocorriam em águas rasas, de até 300 metros de profundidade de lâmina d'água, sendo que as plataformas eram do tipo fixo, “[...] constituídas de estruturas modulares de aço, instaladas no local de operação com estacas cravadas no fundo do mar”.

Quase todos os materiais, equipamentos, serviços e recursos humanos especializados provinham do exterior. (PIQUET, 2010). Para Ortiz Neto & Shima (2008), petróleo importado com alto preço e disponibilidade de reservas em águas rasas foram elementos que reforçavam o *lock-in* na abertura das tecnologias importadas, centradas nas estruturas fixas. Por isso, a primeira fase da existência da Petrobras caracterizou-se pelo intenso investimento em refino e na rede de distribuição para promover capilaridade, beneficiando o óleo bruto que vinha de fora (DALLA COSTA & SOUZA-SANTOS, 2009).

Somente em 1984, as descobertas ultrapassaram a fronteira de 300 metros, ano em que a Petrobras fez novas descobertas em águas profundas e ultra-profundas, inicialmente na Bacia de Campos, viabilizando o desenvolvimento de tecnologias apropriadas para exploração nestas águas, para além das opções existentes (COSTA *et al*, 2008; MARCHIORO *et al*, 2005; ORTIZ NETO & SHIMA, 2008).

Para isso contribuiu a criação pela Petrobras, em 1986, do Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP), iniciado com base no Sistema de Produção Flutuante (SPF), em que não existe uma estrutura de ligação da plataforma com o leito marinho, mas sim uma estrutura de ancoragem, representado por plataformas semissubmersíveis de produção, com o objetivo de melhorar a competência técnica na perfuração de poços de até 1000 metros de profundidade (ORTIZ NETO & SHIMA, 2008; DALLA COSTA & SOUZA-SANTOS, 2009).

Amplamente difundido na Bacia de Campos, o PROCAP, isolado das demais atividades da Petrobras e contando com um investimento de 1% de seu faturamento em P&D, tornou-se um dos maiores programas tecnológicos da história brasileira.

Em 20 anos de existência propiciou inúmeras descobertas e proporcionou à instituição o título de líder internacional em tecnologia de exploração de petróleo em águas profundas, sobretudo a partir do ano 2000, quando a Petrobras se voltou para a viabilização da exploração de jazidas com lâminas d'água superiores a 3000 metros, proporcionando um domínio tecnológico singular nesse tipo de exploração, também refletido na facilidade de a estatal se associar a outras grandes petrolíferas para explorar petróleo *offshore* tanto no Brasil quanto em outros países. Isto foi visto como uma das molas impulsionadoras de sua internacionalização, com a exploração de tão diferentes jazidas petrolíferas, como as da Colômbia, de Angola, Irã, Paquistão e Portugal (ORTIZ NETO & DALLA COSTA, 2007; DALLA COSTA & SOUZA-SANTOS, 2009).

Afirmam Ortiz Neto & Shima (2008, p. 326) que o PROCAP:

[...] se tornou o principal articulador da companhia na função de prover o avanço na exploração de petróleo em profundidades marítimas cada vez maiores e em condições cada vez mais adversas, a ponto de formar um volume de petróleo prospectado condizente com a autossuficiência nacional.

No curso do tempo, a Petrobras se consolidou como pioneira na E&P de hidrocarbonetos em águas profundas, com a perfuração de poços em lâminas d'água superiores a 1200 metros e produção a profundidades de cerca de 400 metros, conquistando um recorde mundial. No final dos anos 80, inicia a produção de petróleo em águas abaixo de

500 metros, “[...] feito até então não alcançado por nenhuma companhia no mundo” (MARCHIORO *et al*, 2005, p. 228).

Na década de 90 incrementou esforços que consolidaram sua capacidade de produção de hidrocarbonetos em águas ultra-profundas, como ocorreu no campo de Roncador, na Bacia de Campos, descoberto em 1996, a 1853 metros de profundidade, com lâmina d’água entre 1500 e 2000 metros e reservas de 3,3 bilhões de barris de óleo equivalente, empreendimento cujo sucesso de E&P trouxe à Petrobras o título de referência e liderança tecnológica para o mundo do petróleo *offshore* (ORTIZ NETO & DALLA COSTA, 2007).

Em fins de 1999, as reservas de petróleo e gás chegaram a 17,3 bilhões de barris, 14% em terra, 11% em águas rasas, 25% em águas profundas e os 50% restantes em águas ultra-profundas. Ou seja, as reservas de petróleo e gás em águas profundas e ultra-profundas representavam então 75% do total (MARCHIORO *et al*, 2005).

Com efeito, segundo Ortiz Neto & Dalla Costa (2007, p. 104):

A descoberta do campo de Roncador, na bacia de Campos (RJ), e outras que aconteceram, levou o “petróleo marinho” a representar no ano de 2000 75% das reservas de petróleo e gás no Brasil. Estes produtos continuaram sendo explorados unicamente pela Petrobras, que obteve um aumento proporcional na produção. Em 1987, apenas 1,7% da produção era marinha, já em 2000, o percentual passou para 55%.

Em fins do ano 2000, a produção brasileira de petróleo era 83% *offshore*, sendo 19% em águas rasas e 64% em águas profundas e ultra-profundas (MARCHIORO *et al*, 2005). E entre 1997 e 2007, a Petrobras multiplicou por 10 vezes os seus lucros, passando a atuar em outros campos, como energia elétrica e biocombustíveis, obtendo autossuficiência em petróleo e o *status* de uma das grandes petrolíferas do mundo em expansão (DALLA COSTA & SOUZA-SANTOS, 2009).

Até janeiro de 2008, o Brasil ocupava o 16º lugar no *ranking* das reservas conhecidas de petróleo. Neste ano, a Petrobras valia no mercado 96 bilhões de dólares; tinha mais de oito mil postos de abastecimento; contava com 75.240 empregados; tinha 112 plataformas de produção, com produção média de petróleo por dia em 1.855 bbl (barril, uma unidade bbl equivale a 159 litros); e um investimento planejado de em 174,4 bilhões de dólares entre 2009 e 2013 (DALLA COSTA & SOUZA-SANTOS, 2009).

Sabe-se que, atualmente, 90% dessas reservas encontram-se no mar, sendo que o País possui aproximadamente 105 plataformas de produção *offshore*, projetadas e construídas

para campos que produzirão pelo menos por 20 a 30 anos (PIQUET, 2010; SILVA & MAINIER, 2009).

O quadro atual impõe aceleração ao processo exploratório *offshore* e um ambiente de grande competitividade entre a Petrobras e muitas das maiores empresas petrolíferas internacionais que passaram a atuar no País sob regime jurídico contratual de concessão após a Emenda Constitucional n. 9, de 1995, e a Lei 9.478, de 1997, Lei do Petróleo.⁶ Esses diplomas legais determinaram a quebra do monopólio da estatal brasileira sobre a exploração de hidrocarbonetos e propiciaram à União contratar com empresas estatais ou privadas a E&P de petróleo (GUSMÃO, 2005; LEMOS & VIGNAL, 2011; FERRO & TEIXEIRA, 2009).

Tal situação ampliou-se após a descoberta em 2007 da chamada ‘camada pré-sal’ pela Petrobras, muito embora tenha sido estabelecido para a região do pré-sal o regime de partilha de produção, isto é, baseado na manutenção da propriedade das reservas sob titularidade do Brasil, evitando que sejam transferidas às *oil companies* (LEMOS & VIGNAL, 2011). A ideia é de que as empresas integrantes da partilha ali atuem como parceiras enquanto o Brasil poderá contar com petróleo *in natura* para comercialização no mercado internacional.

O pré-sal certamente oportunizará um grande impulso nas atividades de E&P *offshore* no Brasil. Isso porque possuiria grande magnitude de reservas que permitiria ao País ingressar no rol dos grandes produtores mundiais *offshore* de hidrocarbonetos. Estimativas apontam que a camada, no total, pode abrigar algo próximo de 100 bilhões de barris de óleo equivalente em reservas, o que colocaria o Brasil entre os 10 países que detêm as maiores reservas de petróleo e entre os maiores produtores do mundo, não obstante as informações públicas trazerem certa imprecisão propositadamente, pois estas são informações estratégicas para as empresas petrolíferas e países produtores (DALLA COSTA & SOUZA-SANTOS, 2009; JUNIOR, 2010).

Os dados atuais indicam a ocorrência de grandes reservatórios de petróleo e gás natural, localizados abaixo de uma extensa camada de sal (depositada sob sedimentos orgânicos), que se estende pelo menos do litoral do Espírito Santo até o litoral de Santa Catarina, incluindo três bacias sedimentares: a do Espírito Santo, a de Campos e a de Santos (FERRO & TEIXEIRA, 2009).

⁶ Além da quebra do monopólio, a referida Lei criou a Agência Nacional do Petróleo (ANP), para regular, contratar e fiscalizar as atividades do setor, e o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), órgão formulador de políticas públicas de energia no Brasil. (MARCHIORO *et al*, 2005; GUSMÃO.2005).

Na Figura 4 é possível observar o perfil geológico das camadas que formam a província do pré-sal, cuja descoberta é resultado de anos de esforços da Petrobras e da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2010) (FERRO & TEIXEIRA, 2009).

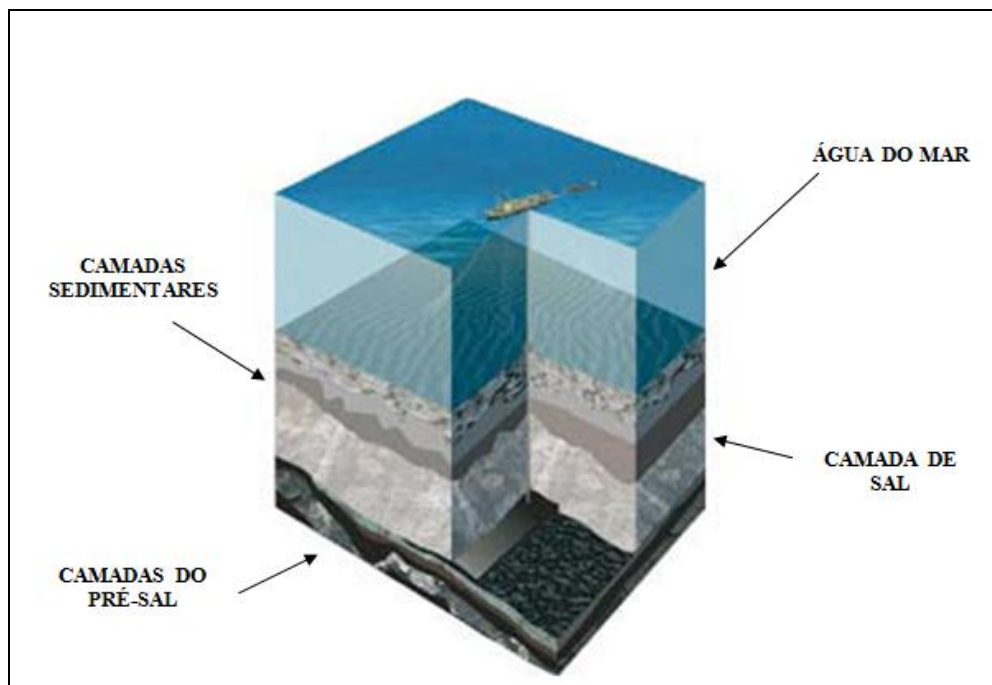


Figura 4 - Perfil geológico do pré-sal.
Fonte: FERRO & TEIXEIRA (2009).

Presume-se que os reservatórios do pré-sal tenham sido formados há cerca de 122 milhões de anos, quando um ambiente lacustre se formou em uma pequena faixa de mar aberta entre a América e a África. Com a separação das placas continentais, a entrada de água do mar em ambiente quente vaporizou-se e o sal passou a depositar-se sobre as camadas sedimentares orgânicas. Com a continuação do processo, os sedimentos foram sendo enterrados a grandes profundidades e submetidos a elevada pressão e temperatura, propiciando a geração de petróleo e gás (FERRO & TEIXEIRA, 2009).

O fato é que a camada do pré-sal tem aproximadamente 800 km de comprimento e, em algumas áreas, 200 km de largura. Estima-se que no total tenha cerca de 112 mil km² e que a maior parte dos reservatórios deva estar em lâminas d'água superiores a 2000 metros (FERRO & TEIXEIRA, 2009).

Mas fala-se que a maior parte das reservas localiza-se a profundidades de cinco a sete mil metros para baixo da camada de sal, que conservaria a qualidade do petróleo, e que o montante de petróleo nas jazidas seria algo em torno de 50 a 100 bilhões de barris, também contando com quantidade de gás natural de difícil mensuração, mas provavelmente muito grande, porque

petróleo, gás e água de formação costumam ser encontrados em conjunto devido ao processo de formação das jazidas, sendo necessário, para a extração do petróleo, também a extração do gás natural (JUNIOR, 2010; DALLA COSTA & SOUZA-SANTOS, 2009).

Várias reservas já foram descobertas no pré-sal, entre elas, Tupi, Franco e Libra, na Bacia de Santos, Jubarte, Cachalote, Baleia Azul e outras no norte da Bacia de Campos e da Bacia do Espírito Santo, região de grande potencial, inclusive porque ali a camada de sal é menos espessa do que na Bacia de Santos, com apenas 200 metros, e os reservatórios são menos profundos e mais próximos da costa, cerca de 80 km (FERRO & TEIXEIRA, 2009).

E, apesar de informações preliminares a respeito da quantidade considerável de óleo encontrada nessas reservas, o volume exato só será conhecido com pesquisas mais aprofundadas ao longo dos anos, sendo também importante para essas pesquisas a consideração de fatores como a qualidade do óleo em relação ao refino e produtividade, o custo da extração e perspectivas no longo prazo do preço e consumo desse petróleo no mercado internacional para verificar sua viabilidade econômico-financeira (DALLA COSTA & SOUZA-SANTOS, 2009).

O Governo Federal já licitou as primeiras áreas do pré-sal sob o novo marco regulatório (regime de partilha). 41 milhões de km² dos 112 mil km² já estavam sob concessão em 2009, sendo a Petrobras a operadora da maioria dos blocos da região já concedidos (JUNIOR, 2010; FERRO & TEIXEIRA, 2009).

O fortalecimento da Petrobras é uma necessidade, pois é a que melhor conhece a geologia da região e detém capacidade para viabilizar a exploração de petróleo e gás em águas profundas e ultra-profundas. Este modelo é semelhante ao da Noruega que prevê: uma empresa pública para gerir contratos e defender os interesses do Estado; a produção partilhada para que o Estado obtenha maior participação na renda; e a criação de um fundo para reaplicar os recursos provenientes da exploração e evitar a ‘maldição do petróleo’, isto é, a manutenção da pobreza em países com grandes reservas e produção (DALLA COSTA & SOUZA-SANTOS, 2009).

Segundo Dalla Costa & Souza-Santos (2009, p. 159):

É importante ressaltar que a exploração do pré-sal passa pelo fortalecimento da Petrobras devido às suas grandes vantagens competitivas e ter como grande acionista o Estado brasileiro, mas os investimentos privados e o papel das grandes petrolíferas é igualmente importante, especialmente no beneficiamento do óleo.

Até o momento, as duas frentes de exploração do pré-sal são a área denominada ‘*cluster*’, na Bacia de Santos, que recebe os maiores investimentos, e o Parque das Baleias, ao norte do litoral do Espírito Santo, uma área promissora devido às camadas de sal serem menos densas, menor lâmina d’água e próximo ao litoral (DALLA COSTA & SOUZA-SANTOS, 2009).

O mapa a seguir mostra a área onde podem estar localizados os grandes reservatórios petrolíferos do pré-sal, os blocos exploratórios já concedidos, os campos em produção, os poços perfurados e os testados.

Segundo estimativas da Petrobras, a área indicada como *cluster* (no círculo vermelho) deve apresentar grandes volumes de petróleo recuperável (Figura 5).

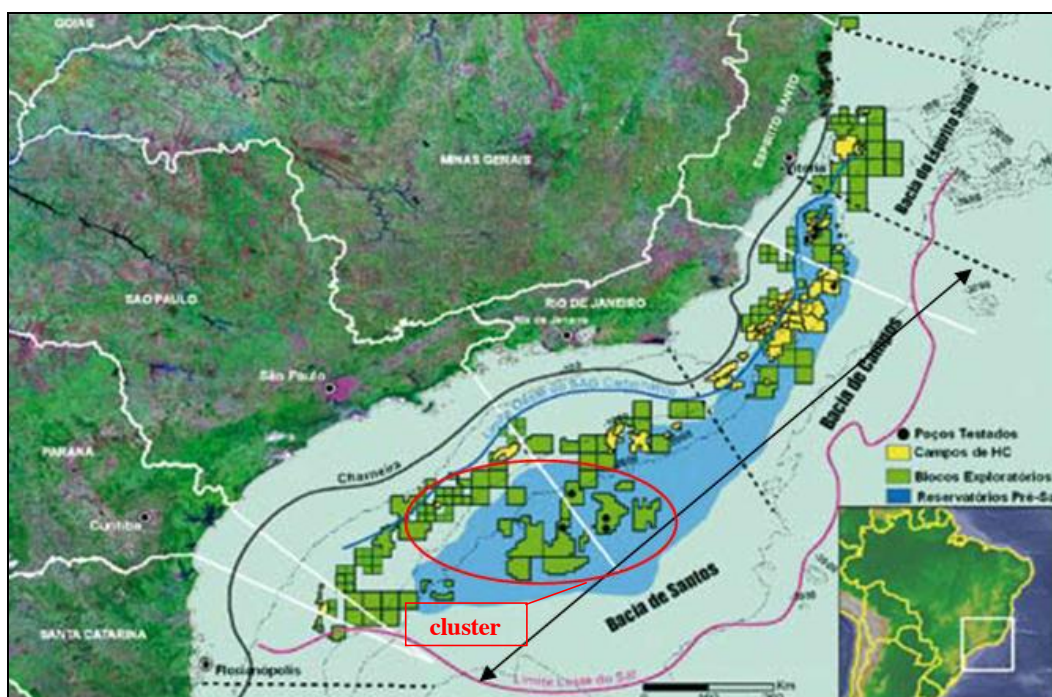


Figura 5 - Esquema da exploração do pré-sal.
Fonte: FERRO & TEIXEIRA (2009).

Não obstante aos dados e estimativas apresentados, os desafios para a E&P *offshore* no pré-sal são notadamente a superação de barreiras técnicas que compõem a cadeia de valor da atividade (adequados equipamentos e dutos que suportem elevadas pressões e temperaturas) e estruturas logísticas, dado que as reservas podem localizar-se a 300 km da costa.

Na próxima seção do estudo, reflete-se sobre os impactos ambientais da E&P *offshore* do petróleo, em suas diferentes fases.

5. O FATOR AMBIENTAL E IMPACTOS DA ATIVIDADE DE E&P

As teorias econômicas desenvolvidas nos séculos XVI e XVII, que deram origem ao pensamento econômico capitalista do século XX, foram influenciadas, entre outros fatores, pela disponibilidade de energia não-animal (GUERRA *et al*, 2006).

Depois da Revolução Industrial,⁷ e com o amadurecimento do sistema capitalista, já no século XX, a substituição dos recursos renováveis por combustíveis fósseis acirrou-se enormemente com a utilização do petróleo em todos os processos produtivos ocidentais, sobretudo a partir da Segunda Guerra Mundial, quando este recurso tornou-se a maior fonte de energia. Nesta época, com a economia mundial, dirigida a um mercado que se definiu pela produção e consumo de massas, o capitalismo atingia o seu ápice (GUERRA *et al*, 2006; HARVEY, 2006).

Este modelo de desenvolvimento tornar-se-ia hegemônico. O paradigma de desenvolvimento atual é uma sua continuidade, constatando-se a supremacia da dimensão econômica sobre as dimensões social e ambiental. Conforme Vitanea-Arana (1999, p. 119):

Aplicando o princípio do ‘máximo lucro’, a dimensão econômica suga da dimensão social a força de trabalho, e, devido ao progresso tecnológico mal utilizado, dá em troca, exploração e exclusão social. A dimensão econômica desse modelo também suga energia e recursos da dimensão ambiental, devolvendo degradação e poluição.

Até a década de 1960, a percepção ambiental não ganhara ainda contornos de grande problema social. A partir dos anos 70, no entanto, as primeiras catástrofes ambientais de grande repercussão mundial foram creditadas ao modelo de desenvolvimento econômico adotado especialmente pelos países centrais, responsável pela degradação ambiental em curso⁸ (GARRARD, 2006).

Estabeleciam-se, pela primeira vez, associações entre o desenvolvimento e a origem dos problemas ambientais, iniciando-se a conscientização de que as raízes dos problemas ambientais estavam nas formas de desenvolvimento tecnológico e econômico, sendo impossível o tratamento destes problemas sem uma reflexão (e conseqüente ação) sobre essas formas.

⁷ A Revolução Industrial teve início na Inglaterra em 1760 e ocorreu em função do desenvolvimento científico e tecnológico. Com seu caráter tecnicista, atingiu a dimensão econômica e as relações de produção e trabalho, expandindo a industrialização por todo o Ocidente. (HOBSBAWM, 2009). O novo regime de produção instaurado a partir da Revolução Industrial originou ao capitalismo.

⁸ Entre os desastres ambientais de grande porte ocorridos nesta época e até a década de 80 destacam-se: o de Seveso, na Itália (rompimento de tanques de armazenagem de produtos químicos); o de Bhopal, na Índia (vazamento numa fábrica de pesticida); o de Chernobyl, (explosão de um reator nuclear); e, o do Alaska, vazamento de petróleo em função do naufrágio do petroleiro Exxon Valdez. (GARRARD, 2006).

As políticas de meio ambiente até então adotadas não puderam mais ser tratadas “[...] à margem dos processos de ação coletiva e de organização econômica” (GODARD, 2002, p. 201). Assim como não poderia se manter a gestão do meio ambiente daquela época, caracterizada por uma atitude reativa aos problemas ambientais, voltada, basicamente, para a adoção de medidas de controle das fontes de poluição (TEIXEIRA, 2008).

Em função do crescimento dos problemas ambientais e de sua reprodução em diferentes dimensões, a questão ambiental emergiu como uma crise da civilização, que se instala quando se perde de vista o caráter relativo, reversível e recursivo da distinção entre ambiente e sociedade. “O que chamamos ambiente é uma sociedade de sociedades, como o que chamamos sociedade é um ambiente de ambientes. O que é “ambiente” para uma dada sociedade será “sociedade” para um outro ambiente, e assim por diante” (CASTRO, 2008, p. 10).

A crise questionou paradigmas do conhecimento, do modelo societário, de comportamentos e das formas hegemônicas de produção e consumo. Segundo Leff (2006, p. 191 - 196):

A crise ambiental é a crise do nosso tempo. O risco ecológico questiona o conhecimento do mundo. Esta crise apresenta-se a nós como um limite no real que ressignifica e reorienta o curso da história: limite de crescimento econômico e populacional; limite dos desequilíbrios ecológicos e das capacidades de sustentação da vida; limite da pobreza e da desigualdade social [...] a complexidade ambiental implica uma revolução do pensamento, uma mudança de mentalidade, uma transformação do conhecimento e das práticas educativas, para se construir um novo saber, uma nova racionalidade que orientem a construção de um mundo de sustentabilidade, de equidade, de democracia.

Na visão deste autor, a crise mostrou que era preciso construir uma nova racionalidade social, “[...] orientada por novos valores e saberes; por modos de produção sustentados em bases ecológicas e significados culturais; por novas formas de organização democrática” (LEFF, 2006, p. 112).

Nos anos subsequentes, a problemática ambiental foi denunciada pela comunidade científica internacional, através da divulgação, em 1972, do Relatório ‘Os Limites do Crescimento’, do Clube de Roma.

A sua importância foi incorporada pela Organização das Nações Unidas (ONU) na I Conferência Internacional sobre o Meio Ambiente, realizada no mesmo ano, na qual foi criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), marcando a

dimensão global que as questões ambientais atingiam (DIAS, 2008; GARRARD, 2006; LEFF, 2006).^{9 10}

Poucos anos depois, por iniciativa da ONU, surgiria o documento definitivo a respeito dos problemas socioambientais, o primeiro a sistematizá-los e delineá-los em todas as suas dimensões, contribuindo enormemente para a propagação de sua conscientização em termos mundiais.

Trata-se do Relatório Brundtland (*Our Common Future*), de 1987, que estabeleceu e tornou público o conceito de desenvolvimento sustentável como um marco indissociável da sobrevivência da coletividade, um projeto social (DIAS, 2008; GARRARD, 2006; LEFF, 2006).

Neste relatório, o desenvolvimento sustentável foi definido como aquele que “[...] atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem às próprias necessidades” (WCE, 1987).

O documento conjugou dois conjuntos de problemas: (i) aqueles propriamente ambientais do mundo natural, decorrentes das ações humanas (uso excessivo de recursos naturais provocando escassez, extinção de espécies, poluição, contaminação, aquecimento global, desertificação, etc.); e (ii) os propriamente sociais (doença, fome, pobreza, exclusão, etc.), tendo sido saudado por vários autores.

O sociólogo inglês Anthony Giddens, por exemplo, (*apud* DE BORTOLI, 2007) considerou que o conceito de desenvolvimento sustentável introduzido pelo Relatório Brundtland contribuiu para a promoção de conceitos importantes para sociedade, para os governos e nas atividades econômicas, entre eles:

⁹ O ‘Clube de Roma’ foi fundado em 1968 por um grupo de 30 pessoas de várias nacionalidades e atividades profissionais se propondo a investigar grandes problemas da humanidade e chamar a atenção dos governos para eles. Os temas da agenda do Clube de Roma eram, entre outros: pobreza; deterioração do meio ambiente; problemas econômicos e monetários e expansão urbana descontrolada (GARRARD, 2006).

¹⁰ Oportuno mencionar que a ideia de ‘limite do crescimento’ já estava presente nos trabalhos do economista brasileiro Celso Furtado nesta época, quando argumentou que a noção de desenvolvimento econômico, privilegiando objetivos abstratos, como investimentos, exportações e crescimento econômico, era um mito, pois desviava as atenções de tarefas básicas, como a identificação das necessidades fundamentais do ser humano; e as possibilidades que o avanço da ciência poderia trazer para supri-las. Para Furtado, a ideia de limite de crescimento seria a única forma de destruir esse mito, que, na sua percepção, seria um dos pilares que servem de cobertura para a dominação dos países centrais sobre os periféricos, dentro da estrutura do sistema capitalista (VEIGA, 2006).

- O de ‘eco eficiência’, referente ao desenvolvimento de tecnologias eficazes em termos de crescimento econômico, mas com custos mínimos para o ambiente (compatibilizando formas de desenvolvimento industrial com a proteção ambiental); e
- O de ‘modernização ecológica’, isto é, a utilização de tecnologias eco eficientes para produzir formas de desenvolvimento econômico que conjugassem o crescimento com políticas socioambientais positivas.

Fato é que, a partir da publicação do Relatório Brundtland, criaram-se as bases para inúmeros encontros internacionais que nos anos subsequentes produziram importantes documentos orientadores a respeito do tema ‘meio ambiente’, entre eles a Agenda 21, em 1992, o Protocolo de Kyoto, em 1997, o Rio+10, em 2002 (DIAS, 2008).

Sobretudo porque, conforme Barbieri & Cajazeira (*apud* VIEIRA, 2010, p. 173), o movimento do desenvolvimento sustentável baseou-se na percepção de que a capacidade de carga da Terra não poderia ser ultrapassada sem que ocorressem grandes catástrofes sociais e ambientais, como de fato aconteceu:

[...] já há sinais evidentes de que em muitos casos os limites aceitáveis foram ultrapassados, como atestam diversos problemas ambientais gravíssimos, como aquecimento global, a destruição da camada de ozônio estratosférico, a poluição dos rios e oceanos, extinção acelerada de espécies vivas, bem como os sérios problemas sociais.

A condição de extrair, produzir e consumir recursos naturais que pareciam inesgotáveis transformou-se irremediavelmente; a natureza, que assimilava sem traumas as necessidades do desenvolvimento, se mostrou “[...] totalmente vulnerável às mega-agressões de uma população que, neste impreciso período, dobrou, triplicou e logo vai quadruplicar” (VALLE *apud* VIEIRA, 2010, p. 177).

O fator ambiental passou a repercutir fortemente e ainda hoje repercute. A preocupação com a questão ambiental cresce a cada dia, pois a disponibilidade de muitos recursos naturais comprometeu-se devido à contaminação do meio ambiente, advinda essencialmente do impacto ambiental¹¹ negativo das atividades antrópicas de produção e consumo.

¹¹ O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na Resolução n. 001, de 23 de janeiro de 1986, define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: (i) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (ii) as atividades sociais e econômicas; (iii) a biota; (iv) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e (v) a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

Em regra, essas atividades geram efeitos adversos que não se refletem diretamente no mercado. Esses efeitos são conhecidos como ‘externalidades negativas’ - ação ou interferência prejudicial que determinados sistemas de produção causam sobre o sistema ambiental, influenciando a sua qualidade (MOURA, 2003; CARDOSO, 2004).

Na próxima seção abordam-se os impactos ambientais provenientes das atividades de exploração e produção de petróleo *offshore*.

5.1. IMPACTOS AMBIENTAIS DA E&P OFFSHORE

Segundo Moraes (2001), a contaminação ambiental é nitidamente observada em ambientes aquáticos, muitos deles já em processo de degradação em decorrência da atividade humana. Nesses ambientes, os ecossistemas recebem cargas constantes de substâncias contaminantes e poluentes, orgânicas e inorgânicas, através do lançamento direto de efluentes domésticos e industriais.

As descargas nos rios, baías, nas costas abertas e na própria atmosfera têm sempre como fim o mar (GRIMONI, *et al*, 2004). Devido à sua vastidão, o ambiente marinho sempre absorveu concentrações elevadas de substâncias estranhas, produzindo contaminação, isto é, a presença de concentrações elevadas de substâncias, sedimentos ou organismos nas águas cuja presença supera os níveis naturais para determinada área ou organismo específico (MONTEIRO, 2003).

A poluição marinha é definida pelo artigo 1º da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), celebrada na Jamaica em 1982, como:

A introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias ou de energia no meio marinho, inclusive os estuários, sempre que essa introdução provocar ou vier a provocar efeitos nocivos à vida marinha; riscos à saúde do homem; entrave às atividades marinhas, entre elas a pesca e outras utilizações legítimas do mar; e alterações na qualidade da água do mar no que se refere à sua utilização ou deterioração dos locais de recreio (TOMMASI, 2008, p. 160).

A poluição do mar pode ter diferentes origens, tais como: fontes naturais, poluição atmosférica, produção costeira, resíduos municipais, industriais e vazamentos, e transporte marítimo (GRIMONI *et al*, 2004).

As quantidades prováveis destas fontes no ambiente marinho podem ser observadas na tabela abaixo (Tabela 1).

Tabela 1 - Fontes de hidrocarbonetos de petróleo no ambiente marinho.

FONTE	QUANTIDADE PROVÁVEL (em milhões de toneladas por ano)
Fontes naturais	0,025 a 2,5
Poluição atmosférica	0,05 a 0,5
Produção costeira	0,04 a 0,06
Resíduos municipais, industriais e vazamentos	0,585 a 3,21
Transporte marinho	1,00 a 2,60
TOTAL	1,7 a 8,8

Fonte: GRIMONI *et al* (2004).

O petróleo, não obstante a sua importância, por constituir-se ainda a principal fonte de energia, é parte importante nesse processo, por ser uma substância potencialmente poluidora (GOMES *et al*, 2006). Os efeitos indesejados das atividades relacionadas ao petróleo recaem sobre o meio ambiente aquático/marinho, a ela submetido, e a qualidade de vida.

Cerca de metade do petróleo consumido hoje no mundo é transportada pelo mar. Por isso, são frequentes os derramamentos de petróleo. A poluição causada por esses derramamentos nos mares é muito visível e causa sérios danos à fauna e à flora marinhas e às populações costeiras localizadas próximas às áreas onde ocorrem (GRIMONI *et al*, 2004). Com efeito, os derramamentos repercutem grandemente sobre os oceanos e localidades costeiras.

Afirma Tommasi (2008) que os extratos solúveis na água são tóxicos para os organismos marinhos e que o recobrimento de animais e algas pelo petróleo é tóxico e mortal para os organismos atingidos. Além disso, na água do mar os componentes do petróleo sofrem vários processos (como evaporação, ação de microorganismos naturais e espalhamento) que ocasionam a formação de piche nas areias das praias, composto basicamente por hidrocarbonetos mais pesados.

Informam Aleixo *et al* (2007) que os derramamentos de petróleo relacionados a atividades de transporte tiveram, nas últimas décadas, redução significativa em termos quantitativos: estimativas de 1981 apontavam que 3,2 milhões de toneladas de óleo entravam no ambiente marinho anualmente, sendo 46% deste total devido a essas atividades, enquanto que em 1990 esse valor foi de 2,35 milhões de toneladas. Entre 1980 e 1990, os derramamentos de petróleo nos mares devido ao transporte foram reduzidos em mais de dois terços (GRIMONI *et al*, 2004). Não obstante, continuam ocorrendo e quando isso acontece continuam atingindo grandes áreas marítimas e causando prejuízos às vezes irreparáveis no curto ou médio prazo (GRIMONI *et al*, 2004).

Cerca de 600 mil toneladas de petróleo são despejadas no mar anualmente em decorrência de operações normais de transporte marítimo, descargas ilegais e acidentes (ARAÚJO, 2006).

Esses eventos são causadores de contaminação e consequente poluição. Mas, a poluição crônica das operações rotineiras dos petroleiros (cujo volume de carregamento é aumentado a cada ano em função da redução de custos) - perturbações persistentes e continuadas provocando efeitos pronunciados e prolongados nas comunidades biológicas - representa perigo maior do que a poluição aguda dos acidentes - que ocorre repentina e isoladamente, em curto espaço de tempo (MONTEIRO, 2003).

Observa-se que as atividades portuárias em geral são fontes poluentes da água do mar. Além do derramamento de óleo, produtos químicos e cargas perigosas, relacionam-se aos resíduos dos navios que circulam pelos portos (responsáveis pela liberação de pinturas anti-incrustantes e transferência de organismos indesejados principalmente através da água de lastro); às operações de rotina (como a dragagem do canal de acesso, operação de equipamentos e docagens dos navios); e descarte de lixo e esgoto sanitário (MOURA & VIEIRA, 2010).

Outras formas de agressão ao ambiente marinho são também causadas por atividades relacionadas com o petróleo, nomeadamente as atividades de exploração e produção, muito embora não representem a principal ameaça à biodiversidade (TEIXEIRA, 2008).

Segundo Calixto (*apud* MOURA & VIEIRA, 2010), a poluição do mar tem três origens fundamentais: atividades baseadas em terra; atividades marítimas; e aquelas relacionadas com a exploração *offshore* de óleo e gás.

E, apesar da percepção generalizada de que o transporte de petróleo é a atividade responsável pelos maiores impactos sobre o ambiente marinho, numa escala percentual comparativa entre fontes de poluição do mar, ele corresponde a 12% dos impactos, conforme gráfico abaixo (MOURA & VIEIRA, 2010).

A Figura 6 confirma a literatura (ARAÚJO, 2006; TEIXEIRA, 2008; CALIXTO, *apud* MOURA & VIEIRA, 2010), pois evidencia que as atividades terrestres correspondem a 44% da poluição marinha, sendo a principal fonte de poluição dos oceanos mundiais; que as atividades de exploração e produção de petróleo correspondem a 33%, constituindo a segunda fonte; e que as atividades marítimas, em conjunto, correspondem a 22%.

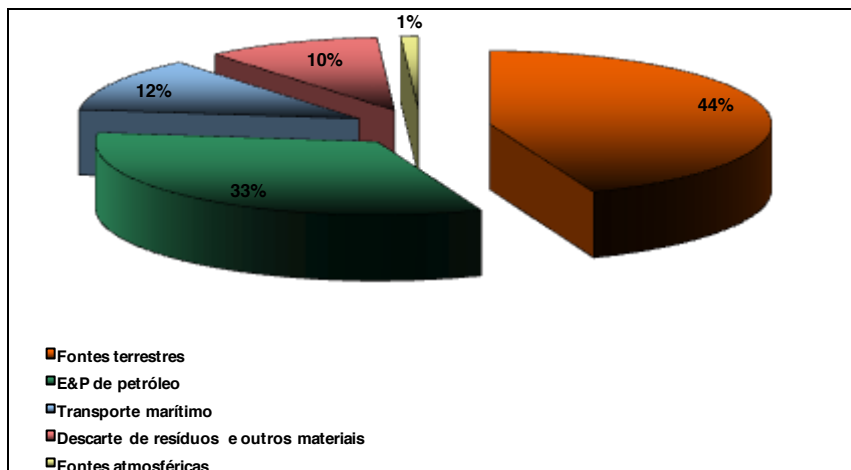


Figura 6 - Comparativo entre fontes de poluição do ambiente marinho.

Fonte: MOURA & VIEIRA (2010).

Para explorar e produzir petróleo no mar é preciso construir plataformas, instalações consideradas bastante complexas, principalmente as grandes plataformas, que incluem a produção e armazenagem de petróleo e gás a alta pressão e a perfuração de poços (FREITAS *et al*, 2001).

Por operarem distante da costa, tais plataformas necessitam certo grau de autonomia, exigindo um conjunto de serviços tais como alimentação; alojamento para tripulações (sendo que às vezes mais de 200 pessoas são embarcadas simultaneamente); fornecimento de energia elétrica; compressores; bombas d'água; transporte para a costa (barcos ou helicópteros); meios para cargas e descargas; telecomunicações; serviços médicos; e botes salva-vidas (FREITAS *et al*, 2001).

Todo este aparato tecnológico e de serviços, acrescido de dutos, outras estruturas (como píer, terminais etc.) e navios para transporte, necessário para a montagem e posterior funcionamento das plataformas, faz com que sua própria construção produza impactos ambientais negativos sobre mares e oceanos.

Muito embora esses impactos possam variar conforme o tipo de plataforma, seu modo de instalação e subestruturas utilizadas, a construção gera sempre grandes quantidades de resíduos de concreto e aço, que, lançados ao mar, causam impactos físicos, modificam o padrão das ondas locais, bem como de correntes marinhas locais, e provocam perturbações no leito oceânico e obstáculos à navegação (ALEIXO *et al*, 2007; MONTEIRO, 2003).

Uma vez instaladas, as plataformas, acrescidas dos meios de transporte, são fontes constantes de derrames de petróleo e seus derivados, operacionais ou acidentais, causando

contaminação da biota marinha.¹² Ao seu redor, há um gradiente de contaminação química e de concentração de matéria orgânica, além de uma sucessão de espécies e variações (GOMES *et al*, 2000).

As atividades de E&P de petróleo *offshore*, não obstante representarem proporção significativamente menor em relação às fontes terrestres de poluição marinha, por sua natureza e extensão, são também impactantes ao meio ambiente marinho e potencialmente poluidoras (ARAÚJO, 2006).

Apresentam riscos e impactos negativos aos ecossistemas e biota marinha, associados às atividades *upstream* - exploração, exploração (extração) e produção - e *downstream*, incluindo o refino e distribuição de derivados, conforme avaliação acerca do histórico de derramamento de óleo (LA ROVERE *apud* TEIXEIRA, 2008).

Com efeito, no Brasil, a Resolução n. 237, de 1997, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), considera poluidoras as atividades *offshore* de E&P, sendo que seus impactos ambientais estão relacionados às características de cada fase específica (MARCHIORO *et al*, 2005).

Destacam-se, a seguir, os impactos das principais fases da E&P sobre o meio ambiente marinho.

5.1.1. Fase de Levantamento de Dados Sísmicos

A fase de levantamento de dados sísmicos ou aquisição de dados sísmicos precede todas as outras. Seu objetivo é obter informações sobre a geologia sub-superficial, com vistas à identificação de estruturas geológicas que favoreçam a acumulação de hidrocarbonetos de petróleo. A prospecção também fornece informações sobre as condições e quantidades de hidrocarbonetos dos reservatórios, permitindo avaliações sobre seus respectivos potenciais de aproveitamento econômico (MARCHIORO *et al*, 2005).

Segundo a Informação Técnica n. 012 de 2003, do Escritório de Licenciamento das Atividades de Petróleo e Nuclear (ELPN) do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), atual Coordenação Geral de Petróleo e Gás Natural (CPEG), o método sísmico consiste na geração de energia que se propaga sob a forma de ondas acústicas na crosta terrestre, desencadeadas pela liberação de ar comprimido a alta pressão diretamente na água (BRASIL/IBAMA, 2003).

¹² Conjunto de seres animais e vegetais, fauna e flora, que habitam o mar, também chamado bioma (BRASIL/IBAMA, 2011).

Trata-se de uma ultrassonografia oceanográfica realizada através de ondas sonoras/sísmicas captadas por cabos sísmicos ou hidrofones (detectores de pressão) que geram imagens e as convertem para o sistema de registro e processamento instalado no navio sísmico. Os dados sísmicos são, então, processados e interpretados, permitindo a visualização de estruturas geológicas favoráveis à acumulação de petróleo (BRASIL/IBAMA, 2003; CAPANEMA & QUEIROZ, 2009).

A atividade demanda tecnologia avançada e o auxílio de navios sísmicos (principal embarcação utilizada na pesquisa) e barcos de apoio.

Na pesquisa sísmica (Figura 7), que pode ser superficial ou profunda, os navios (Figura 8) rebocam as fontes de ar comprimido (que, como radares e sonares, emitem ondas de baixa frequência que vão até as rochas do fundo do mar e retornam à superfície) e cabos cujo número depende de sua capacidade, podendo variar de um (01) cabo a 12, dependendo da área destinada para operação, conforme figuras abaixo (CAPANEMA & QUEIROZ, 2009).

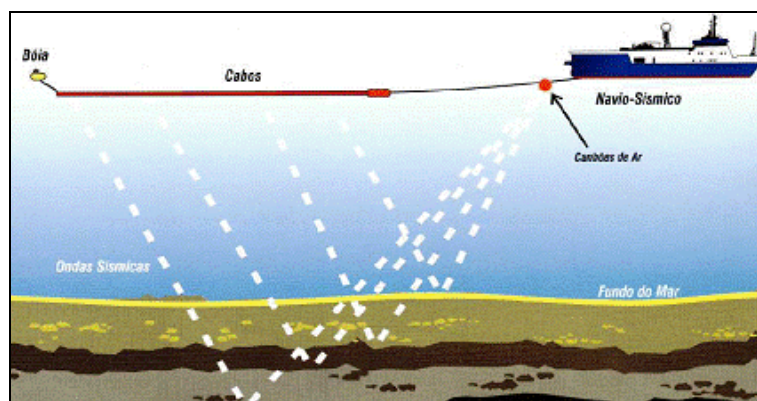


Figura 7 - Operação de pesquisa sísmica.
Fonte: CAPANEMA & QUEIROZ (2009).



Figura 8 - Reboque de cabos sísmicos.
Fonte: CAPANEMA & QUEIROZ (2009).

Os equipamentos que geram as ondas sísmicas, promovendo a liberação de ar comprimido no mar, são canhões de ar (*air guns*), cilindros metálicos dispostos em grupo, em arranjos de até 70 unidades (MARCHIORO *et al*, 2005).

Na Figura 9, é possível observar um deles.



Figura 9 - Canhão de ar.

Fonte: CAPANEMA & QUEIROZ (2009).

Em geral, a atividade sísmica é executada durante 24 horas, ininterruptamente, com disparos regulares desses canhões em intervalos que variam de quatro a 15 segundos, dependendo das características do levantamento. Os canhões são posicionados em profundidades que variam entre quatro e oito metros abaixo do nível do mar e visam dirigir a potência máxima de energia para baixo, em direção ao fundo do oceano (BRASIL/IBAMA, 2003; MARIANO, 2007).

Diferentes técnicas são empregadas atualmente na aquisição de dados sísmicos; a Informação Técnica n. 012 de 2003 cita a Técnica de levantamento 2D, para fase inicial; a 3D, para a fase de detalhamento; a 4D, relacionada ao monitoramento dos campos de petróleo; e a 4C, de registro de dados sobre ondas). Apesar disso, a fase de prospecção sísmica marítima produz impactos ambientais (BRASIL/IBAMA, 2003).

Os canhões de ar comprimido, muito embora tenham substituído os explosivos nesta fase,¹³ produzem efeitos ambientais significativos, constituindo-se mais especificamente em fonte antropogênica de poluição sonora, um problema em expansão (BRASIL/IBAMA, 2003).

A partir do momento em que o som é emitido, uma série de processos relacionados ao ambiente físico, como a sua reflexão, refração e absorção, passa a interferir em sua propagação através do meio aquático (BRASIL/IBAMA, 2003).

¹³ No passado, o emprego de explosivos como fonte sísmica era comum na prospecção, causando ainda maiores danos aos organismos aquáticos (BRASIL/IBAMA, 2003).

Há efeitos distintos da influência sonora sobre a biota marinha, de acordo com a localização da fonte de emissão sonora.

- Na região mais próxima da fonte, os animais estão mais expostos ao desconforto e possibilidade de danos físicos e fisiológicos;
- A uma distância um pouco maior (denominada zona de mascaramento), a interferência sonora pode perturbar ou impedir o uso do som na comunicação, orientação, alimentação e proteção, especialmente sobre algumas espécies de cetáceos;
- Afastando-se um pouco mais, na chamada zona de resposta ou reação, a influência sonora gera alterações comportamentais; e
- Em áreas ainda mais afastadas (zona de audibilidade) o pulso sonoro ainda é audível, apesar dos efeitos limitados pelo próprio nível de ruído ambiente (RICHARDSON *et al apud* BRASIL/IBAMA, 2003).

O aumento do nível sonoro nos oceanos tem efeitos potenciais sobre os organismos aquáticos, podendo ser divididos basicamente em efeitos diretos, com potencial de causar danos físicos ou fisiológicos; e efeitos indiretos, que podem causar interferências em atividades básicas, como alimentação e reprodução (BRASIL/IBAMA, 2003).

Todos estes efeitos são reproduzidos na Tabela 2 abaixo, estruturada com base na literatura.

Tabela 2 - Efeitos das ondas sísmicas sobre a biota.

EFEITOS	DANO
EFEITOS FÍSICOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Danos a tecidos corporais e órgãos (por exemplo, pulmões e bexiga natatória), podendo resultar em efeitos letais e sub-letais, inclusive para diversas espécies de peixes; ▪ Danos ao tecido e estruturas auditivas; ▪ Alterações permanentes e temporárias no limiar auditivo (redução da capacidade auditiva); ▪ Alterações permanentes ou temporárias dos níveis de sensibilidade auditiva.
EFEITOS SENSORIAIS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mascaramento de sons essenciais à sobrevivência do animal (por exemplo, sinais de comunicação, eco localização, busca de presas e percepção da aproximação de ameaças, como predadores e navios. ▪ Interferência no padrão comportamental (o animal passa a evitar certas áreas ou tem os padrões de mergulho e de respiração alterados);
EFEITOS COMPORTAMENTAIS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interferência no sistema de ecolocação dos mamíferos marinhos.
EFEITOS CRÔNICOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estresse que pode levar à diminuição da viabilidade de sobrevivência do animal ou ao aparecimento de doenças.
EFEITOS INDIRETOS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diminuição da disponibilidade de presas, reduzindo a alimentação, restrição a áreas de desova, de alimentação e de reprodução.

Fonte: GOMES *et al.* (2000); BRASIL/IBAMA (2003); MARCHIORO *et al.* (2005).

Segundo o IBAMA (BRASIL/IBAMA, 2003), todos esses impactos ambientais podem intensificar-se, tornando-se ainda mais relevantes, quando ocorrem sobre ecossistemas considerados sensíveis, isto é, aqueles que, devido a características específicas, apresentam função biológica-chave para a manutenção do equilíbrio ecológico, tais como áreas de alta produtividade, de diversidade biológica, de reprodução, de criadouros, etc.

E são preocupantes particularmente no Brasil, onde as atividades de pesquisa sísmica são realizadas em grande parte de águas rasas (com batimetria¹⁴ inferior a 200 metros de profundidade), consideradas de extrema importância biológica, já que possuem maior concentração de biodiversidade marinha e riqueza de ecossistemas (BRASIL/IBAMA, 2006).

Porém, além desses impactos, outros são relatados por Marchioro *et al* (2005) devido à sua importância na determinação de impactos subsequentes. Entre eles, destacam-se:

- Formação de barreira sônica, um obstáculo sonoro, desencadeada pelos disparos sequenciais dos canhões, considerada um dos principais impactos sobre a distribuição e comportamento dos organismos marinhos, podendo ainda alterar padrões migratórios e impedir o acesso de reprodutores às áreas com condições oceanográficas propícias para a desova; e
- Impactos sobre ovos e larvas pelágicas de peixes ocasionando ruptura de tecidos e desencadeando efeitos letais.¹⁵

Considera Mariano (2007) que as atividades de pesquisa geológica, que incluem amostragem do leito marinho e testes estratigráficos¹⁶ profundos, causam elevação na turbidez da água local e suspensão de sedimentos. E que nas atividades sísmicas os motores dos navios provocam emissões atmosféricas, bem como eles próprios produzem efluentes descarregados no oceano.

Aleixo *et al* (2007) citam também os vazamentos de petróleo que ocorrem após a identificação do poço, antes dele ser perfurado, vedado e explorado - estimados em cerca de 1 milhão de toneladas, em função de dificuldades naturais de vedação da cabeça do poço e de colocação dos dutos de transporte. Para esses autores, mesmo ocorrendo em geral longe da

¹⁴ Medição da profundidade dos oceanos.

¹⁵ A pesquisa se atém à análise dos impactos ambientais sobre a biota marinha, não focando os impactos socioeconômicos das atividades de levantamento de dados sísmicos mencionados pela literatura consultada, tais como a restrição temporária de acesso ao espaço marítimo a outras atividades humanas (por exemplo, a pesca); e redução nas capturas da atividade pesqueira.

¹⁶ Verificam estratos ou camadas de rocha.

costa, a poluição por derrames provenientes das atividades de prospecção altera a qualidade ambiental.

5.1.2. Fase de Perfuração

A fase de perfuração de poços em áreas marinhas (sejam eles exploratórios ou para desenvolvimento de campos) inicia-se após análise dos dados e levantamentos sísmicos (MARCHIORO *et al*, 2005).

Confirmando ou não a existência de petróleo, a perfuração, que normalmente não ultrapassa 45 dias por poço, é a etapa responsável pela abertura de um canal de comunicação entre a superfície do solo e o subsolo e envolve a perfuração de um ou mais poços, desde o início até o abandono, se não forem encontrados hidrocarbonetos, ou até a chamada completação dos poços para produção, caso sejam encontrados em quantidades economicamente viáveis (SCHAFFEL, 2002; MARIANO, 2007).

Seus objetivos são perfurar o solo, triturando rochas, retirar material fragmentado gerado ao longo do processo e garantir a sustentação e o vedamento do poço. Os procedimentos podem efetuar-se através de plataformas semissubmersíveis, plataformas auto-elevatórias ou navios-sonda, sendo que a escolha da instalação dependerá da lâmina d'água e de outros critérios técnicos e econômicos (SCHAFFEL, 2002; MARCHIORO *et al*, 2005; MARIANO, 2007).

Segundo Schaffel (2002, p. 4), há dois métodos de perfuração de poços de petróleo:

- O de percussão a cabo, mais antigo e pelo qual abre-se um buraco no solo içando e deixando-se cair repetidamente uma ferramenta pesada e cortante (implicando, de acordo com Ortiz Neto & Shima (2008), pouca eficiência, pois exige perfuração contínua até que se encontre os pontos de vazão); e
- O de perfuração rotativa, o mais utilizado hoje, e pelo qual uma mesa rotativa sustenta e comunica um torque à coluna de perfuração, formada por diversos tubos conectados entre si com uma broca em sua extremidade, que vai perfurando as rochas em direção aos potenciais reservatórios. “Quanto mais a broca se aprofunda, mais tubos de perfuração vão sendo encaixados em sua parte superior na superfície”.

Durante a perfuração, são empregados fluidos (lançados pelas brocas) que circulam pelo poço e que voltam à superfície através do espaço anular entre a coluna de perfuração e a parede de poço, também chamados lama de perfuração. Sua função é resfriar e lubrificar a

broca, manter a pressão interna do poço e, principalmente, levar à superfície (portanto para fora do poço) o cascalho gerado por pedaços de rocha triturada conforme a broca evolui nas formações rochosas (SCHAFFEL, 2002; CORRÊA & TOLDO JÚNIOR, 2005; MARCHIORO *et al*, 2005).

A Figura 10 apresenta uma das brocas utilizadas na perfuração de poços de petróleo, a do tipo PDC.¹⁷ No detalhe à direita é possível identificar os oito orifícios existentes na sua extremidade, exatamente por onde passam os fluidos empregados na atividade.

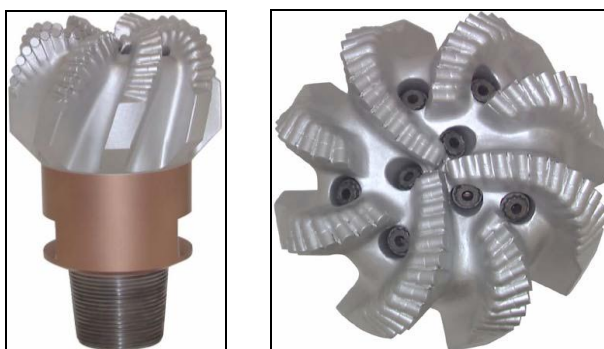


Figura 10 - Broca de perfuração PDC.

Fonte: SCHAFFEL (2002).

A composição dos fluidos usados na perfuração depende de situações particulares que variam de acordo com a estrutura das rochas perfuradas. Porém, dois tipos principais são utilizados: os fluidos à base de óleo (incluindo fluidos sintéticos) e à base de água, de toxicidade inferior em relação aos primeiros (MARCHIORO *et al*, 2005).

Já os fluidos que voltam à superfície são misturas de sólidos, líquidos aditivos químicos e/ou gases, podendo ser aquosos ou não aquosos, e apresentam diferentes comportamentos em contato com o meio marinho (CORRÊA & TOLDO JÚNIOR, 2005; SCHAFFEL, 2002).

A ação das brocas na atividade de perfuração resulta em resíduos característicos do procedimento, provenientes da mistura entre fluidos e o cascalho que se forma pela trituração das rochas. Todos os tipos de perfuração são associados à geração desses resíduos, lamas e cascalhos (MARIANO, 2007).

O cascalho é o resíduo sólido cuja composição depende do tipo de rocha, do regime de perfuração, da composição do fluido empregado e da tecnologia de separação e limpeza, entre outros. Fluidos de perfuração e cascalho descartados são saturados de diferentes substâncias e

¹⁷ As brocas PDC, lançadas ao final da década de 1970, utilizam diamantes sintéticos. Sua estrutura de corte é formada por pastilhas ou compactos PDC (*Polycrystalline Diamond Compact*) montadas sobre bases cilíndricas, instaladas no corpo da broca (MATOS *et al*, 2009).

compostos, incluindo biocidas altamente tóxicos, quaternário de amônio, formalinas e outras substâncias. Metais pesados tais como mercúrio, cádmio, zinco, cromo e cobre são também encontrados nessa combinação (MARCHIORO *et al*, 2005).

Afirma Mariano (2007) que os cascalhos cobertos por óleo e frequentemente por fluidos de perfuração com potencial tóxico são a maior fonte de poluição das operações de perfuração.

Esses resíduos podem permanecer durante muito tempo nos sedimentos e têm processo lento de degradação (MONTEIRO, 2003). Daí seus efeitos negativos sobre o meio ambiente marinho, entre eles o aumento da turbidez da água, o soterramento do leito submarino, contaminação química da água e mudanças na qualidade dos sedimentos (GOMES *et al*, 2000; MARIANO, 2007).

Seus principais impactos, que ocorrem num raio de 500 metros da plataforma, são: o recobrimento do assoalho oceânico, a alteração da granulometria dos sedimentos adjacentes ao poço e efeitos diretos sobre organismos bentônicos, pelágicos, como alterações comportamentais, perda de habitat ou mesmo soterramento (MONTEIRO, 2003; MARCHIORO *et al*, 2005; MARIANO, 2007).

No ecossistema marinho, no fundo oceânico, ao lado de seres planctônicos (algas e ovos de peixe, entre outros) e seres nectônicos (peixes, mamíferos marinhos, polvos, tartarugas etc.), estão os organismos bentônicos, seres invertebrados que se arrastam no fundo do mar, que são encontrados sobre outros seres, dentro do lodo do fundo oceânico ou se fixam no substrato rochoso (RAMOS & AZEVEDO, 2009).

Segundo Crapez (2001, p. 261), apresentando um estilo de vida em grande parte sedentária, “[...] os organismos bentônicos apresentam grande potencial para acumular os hidrocarbonetos de petróleo, que se depositam no sedimento. Toda a comunidade bentônica pode morrer por asfixia quando o óleo atinge o substrato”.

Além dos impactos produzidos pelo descarte de fluidos e cascalho, existem aqueles potenciais referentes aos derramamentos ou vazamentos de petróleo nesta fase, relacionados, em grande parte, à ocorrência de *blowouts* acidentais, eventos caracterizados como perda de controle do poço, decorrentes de perfuração em zonas de alta pressão em locais específicos dos reservatórios (MARCHIORO *et al*, 2005; MARIANO, 2007).

Os *blowouts* podem ser do tipo sem controle (em que o vazamento pode ocorrer ininterruptamente por vários dias) e com controle (mediante alteração da densidade do fluido de perfuração e utilização de tecnologia preventiva, os BOPs (*blowout preventers*)¹⁸ (MARCHIORO *et al*, 2005).

Informam Marchioro *et al* (2005, p. 240) que há pequena probabilidade da ocorrência de um cenário de *blowout* sem possibilidade de controle (Patin, citado pelos autores, identifica que um evento deste tipo ocorre em cada 10.000 poços perfurados). Não obstante, consideram que os derramamentos de petróleo na fase de perfuração podem provocar efeitos agudos ou crônicos sobre os grupos de organismos atingidos. “[...]. As consequências de acidentes podem ser especialmente severas e, às vezes, dramáticas, quando ocorrem perto da costa, em águas rasas ou com baixa circulação.

5.1.3. Fase de Produção, Escoamento e Descomissionamento

Após a certeza da viabilidade econômica dos poços de petróleo pelas empresas, inicia-se a fase de produção, uma decisão que ocorre somente depois da realização de testes preliminares na fase de perfuração (testes de formação) e, eventualmente, testes de mais longa duração (MARCHIORO *et al*, 2005).

A produção se efetiva com o início das atividades de instalação das plataformas (unidades de produção); do sistema de escoamento; e de outras estruturas submarinas, como dutos rígidos, dutos flexíveis, *manifolds*,¹⁹ árvores de natal²⁰ (equipamento que realiza a principal parte do processo de extração) e estruturas de ancoragem (MARCHIORO *et al*, 2005; ORTIZ NETO & DALLA COSTA, 2007).

As plataformas podem ser fixas, flutuantes e submersas. A escolha do tipo de instalação de produção depende de fatores tais como o tempo de vida do campo e sua localização, o que será produzido e as taxas de produção (função dos volumes recuperáveis) (MARIANO, 2007).

¹⁸ Os BOPs são equipamentos compostos por uma série de válvulas hidráulicas que podem ser fechadas em caso de emergência. Evitam erupções de gás, óleo, água ou outros fluidos que possam chegar à superfície (MARIANO, 2007).

¹⁹ *Manifold* é um equipamento submarino cuja função é receber a produção dos poços ou de outros *manifolds* e, em seguida, enviar os fluidos a um outro elemento do sistema de produção ou à superfície (SILVA & MAINIER, 2009).

²⁰ Segundo Ortiz Neto & Dalla Costa (2007), a chamada ‘árvore de natal’ é um equipamento de menor peso e é parte do sistema de produção antecipada. Quando se posiciona dentro da água, passa a ser denominado também por ‘árvore de natal molhada’. Afirmam Silva & Mainier (2009) que a árvore de natal molhada é um equipamento formado por um conjunto de válvulas, colocado sobre o solo oceânico com o objetivo de controlar a pressão e a vazão de um poço submarino.

Durante a produção de petróleo é gerado um efluente líquido (águas oleosas), a chamada ‘água de produção’. Tal efluente é composto de água de formação (proveniente do reservatório e produzida juntamente com os hidrocarbonetos), água com elevados teores de sais dissolvidos e água de injeção, além de outros aditivos químicos utilizados durante a produção (MONTEIRO, 2003; MARCHIORO *et al*, 2005).

Segundo Marchioro *et al* (2005, p. 243), a água de formação é uma água com elevado teor de sais dissolvidos que é extraída juntamente com o óleo e o gás, enquanto que a água de injeção é a água do mar bombeada através dos poços de injeção a fim de elevar a pressão interna do sistema e viabilizar os poços de produção. No entanto, a água de produção é usualmente poluída por óleo, hidrocarbonetos de baixo peso molecular, sais inorgânicos, “[...] bem como por aditivos químicos diversos utilizados para intensificar a extração de hidrocarbonetos e facilitar a separação água-óleo”.

A água de produção pode conter elevadas concentrações de metais, nutrientes, radionucleídeos, hidrocarbonetos e outros agentes químicos componentes de inibidores de corrosão, biocidas, dispersantes, dentre outros, produtos químicos utilizados nas operações; podem ainda conter uma ocorrência natural de elementos radioativos. Além disso, devido à sua composição química, possuem alto grau de mineralização, com salinidade que pode chegar a 300 mg/litro, em função da presença de íons dissolvidos de sódio, potássio, magnésio, cloritos e sulfatos (MARCHIORO *et al*, 2005).

Apesar de sofrer tratamento na plataforma para a remoção de óleo, a água de produção é descartada no mar, contendo ainda uma fração de óleo dispersa na forma de gotículas minúsculas (o tratamento de separação água/óleo é etapa que apresenta dificuldades). Por serem muito pequenas, essas gotículas raramente alcançam a superfície depois que as águas são despejadas no mar (MONTEIRO, 2003). De acordo com Marchioro *et al* (2005), as águas de produção descartadas no mar podem assumir o comportamento de uma massa d’água distinta, com características químicas, temperatura e densidade diferentes das condições ambientais no local.

A água de produção é considerada uma das principais fontes de poluição nas áreas de produção petrolífera; seus impactos ambientais têm efeitos tóxicos. Não por acaso a Resolução CONAMA n. 393, de agosto de 2007, (que dispõe sobre o descarte contínuo de água de produção em plataformas marítimas e estabelece padrão de descarte de óleos e graxas) preconiza limites no teor de óleo e graxas (TOG) da água de produção.

Pela Resolução em comento, o descarte de água produzida deve obedecer a concentração média aritmética simples mensal de óleos e graxas de até 29 mg/litro, com valor máximo diário de 42 mg/litro, concentração a ser determinada a partir de amostras diárias e pelo método gravimétrico. É vedado descarte de água produzida em um raio inferior a 10 km de unidades de conservação e a cinco km de áreas ecologicamente sensíveis.

Ainda nesta fase, outro elemento é causador de impacto ambiental. Trata-se da areia gerada pela produção. A quantidade de areia extraída junto com os hidrocarbonetos pode variar em função das regiões e mesmo durante a produção de uma mesma área. Porém, associada ao óleo e descartada no mar (no mesmo local do poço), é um dos tipos potenciais de poluição por óleo (muito embora teoricamente a areia de produção, se contaminada por óleo, não possa ser descartada ao mar) (MARCHIORO *et al*, 2005; MARIANO, 2007).

A produção gera também perturbações físicas e descargas da construção e comissionamento das instalações e de instalações de suporte (MARIANO, 2007). Segundo Marchioro *et al* (2005), outros afluentes operacionais desta fase, oriundos da drenagem dos conveses (água oleosa), além de resíduos sanitários e domésticos, por exemplo, são geradores de impacto ambiental, em especial quando são utilizadas unidades habitadas de produção, devido ao longo período de permanência dessas unidades nos campos, apesar de serem submetidos a tratamentos de controle ambiental, como o separador água/óleo.

O escoamento corresponde aos procedimentos operacionais e insumos necessários à estocagem ou armazenamento, separação ou processo de refino. O petróleo bruto e derivados podem ser armazenados em locais apropriados para importação/exportação (MARCHIORO *et al*, 2005; MARIANO, 2007).

O escoamento pode ser realizado por navios aliviadores²¹ e petroleiros (de capacidade variável) e/ou por dutos normalmente colocados no fundo do mar, a forma mais econômica e segura para transporte e escoamento de grandes volumes. Procedimentos de *offloading* também são considerados nesta etapa (MARCHIORO *et al*, 2005; MARIANO, 2007).

Lecionam Marchioro *et al* (2005) que os impactos ambientais decorrentes da utilização de navios aliviadores e de petroleiros estão relacionados ao descarte operacional de efluentes térmicos, sanitários e de drenagem de convés, bem como água de produção, após o processamento de separação água-óleo; a poluição produzida por esse descarte é da ordem de

²¹ Embarcações usadas para escoar a produção quando o escoamento não é feito pelo sistema dutoviário. O processo de escoamento utilizado neste tipo de embarcação é conhecido como *offloading*.

24% dos eventos globais de poluição no ambiente marinho. Os impactos potenciais estão associados a incidentes de derramamento, que, embora sejam raros, podem ocorrer principalmente em eventos de colisão da plataforma produtora ou dos navios petroleiros com outras embarcações.

A despeito da baixa probabilidade da ocorrência de grandes incidentes dessa natureza, no entanto, os impactos ambientais podem ser severos em função da grande quantidade de óleo derramado e sensibilidade ambiental, sobretudo os recifais, a esse tipo de impacto. Acidentes no transporte de gás podem ser especialmente graves pela probabilidade de explosão, podendo provocar efeitos letais na biota em torno de uma área de 400 km² (MARCHIORO *et al*, 2005).

Quanto aos impactos causados pelos dutos de transferência utilizados no escoamento, estão relacionados aos procedimentos de instalação e manutenção de estruturas (que, quando não consolidados causam impactos efetivos que ocasionam, por exemplo, a ressuspensão de sedimentos) e a ocorrência de danos estruturais nos dutos²² que provoquem derramamentos, causando impactos físicos e perda do habitat marinho. Segundo Marchioro *et al* (2005, p. 245), os impactos ambientais dos derramamentos nesta fase não diferem dos impactos de derramamentos da fase de perfuração. Contudo:

[...] a permanência por longo período de atividades de unidades de perfuração, sistema de escoamento e embarcações *supply*, sugere que a probabilidade da ocorrência de acidentes seja maior, sobretudo para os derramamentos de pequeno e médio porte.

Após a vida útil do campo de petróleo, as instalações de produção são descomissionadas e os poços fechados (MARIANO, 2007).

Silva & Mainier (2009, p. 55) definem descomissionamento como o processo que ocorre no final da vida útil das instalações de exploração e produção de petróleo. “Refere-se ao desmantelamento, e, na maioria dos casos, à remoção dos equipamentos”. Informam os autores que as atividades de descomissionamento devem se intensificar nos próximos anos porque, pelas estimativas, 6.500 instalações ao redor do mundo estão em vias de desativação até 2025.

O interesse nas operações de descomissionamento decorre por pelo menos três razões principais: pelo amadurecimento dos campos produtores; pela importância do fator ambiental;

²² Segundo Patin (*apud* MARCHIORO *et al*, 2005), os danos nos dutos podem ser causados por defeitos materiais e corrosão; erosão do substrato no local de assentamento; movimentos tectônicos; e danos ocasionais de embarcação, por exemplo, na ancoragem.

e pelo montante dos custos totais envolvidos no processo (projetado para até 2025 em 40 bilhões de dólares) (SILVA & MAINIER, 2009). Na visão de Luczynski 2008, citado por esses autores, o descomissionamento pode ocorrer em função: da esgotabilidade do reservatório, danos ou erros no dimensionamento das reservas; da falta de padrão técnico para operar nos padrões ambientais atuais; de transformações técnicas que se tornam antieconômicas; de mudança nas diretrizes energéticas; da rigidez das políticas ambientais; e da produção não economicamente viável (SILVA & MAINIER, 2009).

Em geral, o processo de descomissionamento ocorre em quatro estágios distintos, nomeadamente: desenvolvimento, avaliação e seleção de opções, e detalhamento em termos de engenharia e de segurança; encerramento da produção, tamponamento e abandono de poços; remoção de toda ou de partes da estrutura *offshore*; e disposição ou reciclagem dos equipamentos removidos (SILVA & MAINIER, 2009).

Há diferentes formas de remover e dispor sobre plataformas *offshore*, aplicáveis a qualquer tipo de instalação, dependendo de fatores, tais como tipo de construção, tamanho, distância da costa, condições meteorológicas, complexidade da remoção, incluindo considerações sobre a segurança do trabalho (GIBSON, 2002).

Segundo Gibson (2002), os descomissionamentos *offshore* podem ser, e geralmente sempre serão, um processo de longo prazo - a Phillips Petroleum, do Reino Unido, por exemplo, começou a pensar no descomissionamento da plataforma Maureen em 1993 e só concluiu totalmente a sua remoção em 2001.

Nos descomissionamentos *offshore*, a instalação deve ser descomissionada e o poço abandonado definitivamente, mediante três opções: remoção completa da estrutura e disposição em terra; remoção da estrutura e colocação da mesma em local apropriado no oceano; e reuso da estrutura em outro campo. Embora o método usado dependa do tipo de estrutura e da profundidade da lâmina d'água, o mais comum é a remoção completa, com uma retirada mínima de cerca de cinco metros pés abaixo do assoalho marinho (MARIANO, 2007).

O processo de descomissionamento *offshore* é ilustrado na Figura 11.



Figura 11 - Descomissionamento de plataforma *offshore*.

Fonte: WACHS SUBSEA (2011).

Gibson (2002) considera que os descomissionamentos *offshore* devem levar em conta pelo menos cinco fatores, nesta ordem:

- Potencial impacto sobre o meio ambiente;
- Potencial impacto sobre a saúde e segurança humanas;
- Viabilidade técnica do planejamento;
- Impacto econômico; e
- Preocupação pública.

Para o autor, esses critérios devem ser cuidadosamente avaliados e equilibrados para determinar o mais benéfico (ou o menos prejudicial) curso de ação.

Avaliam Silva & Mainier (2009, p. 60) que as questões ligadas a essa atividade são complexas, pois:

[...] além de estarem fortemente ligadas à capacidade industrial, há a necessidade de se considerar fatores ambientais e políticos no processo de descomissionamento. Estas variáveis podem ser bastante restritivas na escolha da disposição dos materiais e componentes das estruturas.

Do ponto de vista ambiental, como os procedimentos de descomissionamento dos sistemas de produção e escoamento de petróleo pressupõem o abandono de estruturas ou sua retirada parcial, pode haver impactos negativos nos dois casos.

De acordo com Mariano (2007), na remoção da estrutura a técnica mais frequentemente empregada é a colocação de explosivos nas suas pernas, mais barata e menos arriscada para a equipe de mergulhadores envolvida no procedimento. Entretanto, apesar de os efeitos dos

explosivos sobre os organismos aquáticos serem ainda pouco estudados, sabe-se que as explosões causam um grande impacto no ambiente marinho, ainda que de curto prazo.

Relatam Marchioro *et al* (2005) nesse sentido que o uso de explosivos ocasionam severos danos ao meio ambiente marinho, especialmente, à fauna. Este foi o caso do descomissionamento de 100 plataformas no Golfo do México, em 1992, onde a utilização de 12.000 quilos de cargas explosivas resultou na morte de 51.000 espécimes de peixes.

Para alguns autores, o descomissionamento provoca descargas e missões e o abandono das estruturas submarinas também impacta negativamente os substratos oceânicos, organismos aquáticos e ecossistemas, sobretudo nas áreas de intensa produção (MARCHIORO *et al*, 2005; MARIANO, 2007).

Já outros, como Silva & Mainier (2009), consideram que as estruturas *offshore*, por serem projetadas e construídas para operar em campos designados para produção de petróleo por pelo menos 20 ou 30 anos, tornam-se parte integrante do ecossistema submarino. De acordo com esses autores, as mais modernas, fabricadas em aço-carbono, por exemplo, tornam-se pontos de atração e proteção para as mais variadas espécies de peixes. Em simbiose com algas, corais e moluscos, suas barras de aço verticais, horizontais e oblíquas rapidamente adquirem uma vida marinha graças à própria natureza.

A perspectiva sugere que o abandono dessas estruturas pode ser considerado uma estratégia ecologicamente viável.

No próximo bloco do estudo, são analisados os mecanismos e instrumentos preventivos de impacto ambiental.

6. MECANISMOS E INSTRUMENTOS PREVENTIVOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Leciona Soares (2003) que o início do século XX herdou dos séculos anteriores, principalmente do final do século XIX, a ideia de que o desenvolvimento material da sociedade, exatamente como potencializado pela Revolução Industrial, era o valor supremo a ser almejado. Não se atentava para o fato de que as atividades industriais têm um subproduto altamente nocivo para a natureza, e, em consequência, para o ser humano. Segundo esse autor:

Na verdade, inexistia mesmo uma preocupação com o meio ambiente que cercava as indústrias, pois, à falta de problemas agudos, havia um entendimento generalizado de que a natureza (entendida como um “dado” exterior ao homem) seria capaz de absorver materiais tóxicos lançados ao meio ambiente, e, por um mecanismo “natural” (talvez “mágico”?!), o equilíbrio seria mantido de maneira automática. (SOARES, 2003, p. 35).

Em 1952 ocorre a primeira grande catástrofe ambiental, que, traduzindo a inadequação do estilo de vida do ser humano, representaria o início da mudança desse pensamento. Em Londres, o ar densamente poluído (fenômeno conhecido como *smog*) provocaria a morte de 1.600 pessoas, desencadeando um processo de sensibilização sobre a qualidade do ar na Inglaterra, que culminou com a aprovação da Lei do Ar Puro pelo Parlamento, em 1956. De acordo com Dias (2004, p. 77), “[...] Esse fato desencadeou uma série de discussões em outros países, catalisando o surgimento do ambientalismo nos Estados Unidos a partir de 1960”.
Afirma o autor:

A década de 60 começava, exibindo ao mundo as consequências do modelo de desenvolvimento econômico adotado pelos países ricos, traduzido em níveis crescentes de poluição atmosférica nos grandes centros urbanos - Los Angeles, Nova Iorque, Berlim, Chicago, Tóquio e Londres, principalmente -; e rios envenenados por despejos industriais - Tâmis, Sena, Danúbio, Mississipi e outros -; em perda da cobertura vegetal da terra, ocasionando erosão, perda da fertilidade do solo, assoreamento dos rios, inundações e pressões crescentes sobre a biodiversidade. Os recursos hídricos, sustentáculo e derrocada de muitas civilizações, estavam sendo comprometidos a uma velocidade sem precedentes na história humana. A imprensa mundial registrava essa situação, em manchetes dramáticas.²³

De fato, conforme Baracho Júnior (2000, p. 19), a discussão de problemas ambientais só é possível em sociedades industrializadas, “[...] seja porque nelas a organização de interesses metaindividuais se torna viável, seja porque os problemas ambientais se tornam mais acentuados com a industrialização”.

Ainda assim, nos anos 60, os problemas ambientais eram tema restrito a um pequeno grupo de ecologistas. De acordo com Andreoli (2002, p. 61) “[...] tínhamos apenas uma percepção dos efeitos ambientais localizados de determinadas atividades [...]”.

A partir de 1970, quando a questão ambiental passa a fazer parte dos problemas concretos da sociedade, recrudescem o número de mecanismos e instrumentos para a prevenção de impactos e danos ambientais decorrentes da atividade humana.

No curso do tempo, e com o reconhecimento da gravidade dos problemas ambientais, de alcance planetário, estes mecanismos e instrumentos foram se aperfeiçoando na direção do paradigma do desenvolvimento sustentável, dividindo-se entre normas, previsões legais e políticas públicas ambientais e gestão ambiental no âmbito corporativo.

²³ É de se destacar que ainda hoje os países ricos (altamente industrializados) são responsáveis pelos maiores impactos e danos ao meio ambiente. Informa Olsen (2008) que, a cada ano, mais de 10 bilhões de toneladas de recursos naturais entram na economia global e que apenas 20% da população do mundo são responsáveis por cerca de 80% do consumo anual de energia e de recursos; esses 20% são também responsáveis por 80% da poluição, incluindo os processos que geram riscos globais, como o aquecimento do planeta. De acordo com o autor, “[...] se a média do padrão de consumo dos países industrializados fosse estendida a todos os habitantes da Terra, seriam necessários mais dois planetas para sustentar todo mundo” (OLSEN, 2008, p. 44).

6.1. NORMAS INTERNACIONAIS DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE

Segundo Mirra (2005, p. 35), o meio ambiente, bem imaterial que corresponde a interesses difusos ou transindividuais, tem natureza indivisível; sua titularidade pertence a pessoas indeterminadas e indetermináveis, ligadas por circunstância de fato:

Na condição de bem de uso comum do povo, o meio ambiente é um bem imaterial que pertence à coletividade, como agrupamento natural não dotado de personalidade jurídica. Trata-se de um bem que pertence indivisivelmente a todos os indivíduos da coletividade e não integra o patrimônio disponível do Estado. Para o Poder Público - e também para os particulares - o meio ambiente é sempre indisponível e insuscetível de apropriação.

O reconhecimento do valor ambiental para a vida humana suscita tutela legal, daí advindo a proteção legal dos bens ambientais. Esta proteção, de acordo com Rodrigues (2005, p. 67), visa à manutenção do equilíbrio ecológico, pois:

Num Estado que preza o princípio da dignidade da pessoa humana não se podem admitir práticas cruéis contra bens ambientais que componham a biota (fauna e flora). Como seres vivos essenciais à vida do homem, porque responsáveis pelo equilíbrio ecológico, a sua proteção é imperativa, inclusive, como se disse, para a sobrevivência do ser humano, que é integrante do ecossistema.

Do ponto de vista do desenvolvimento econômico, compete aos Estados contemporâneos alcançar o equilíbrio entre produção e desenvolvimento.

Por isso, conforme Fiorillo (2010, p. 28 e 30), a proteção do meio ambiente e o fenômeno desenvolvimentista “passaram a fazer parte de um objetivo comum, pressupondo a convergência de objetivos das políticas de desenvolvimento econômico, social, cultural e de proteção ambiental”. A inserção do princípio do desenvolvimento sustentável significa que “[...] todo o esforço da ordem econômica deve ser voltado para a proteção do meio ambiente”.

Leciona Fonseca (2007) que os tratados são a forma mais comum de criação de normas internacionais vinculantes relacionadas à proteção do meio ambiente. Os tratados são fundamentalmente acordos solenes (resultantes da convergência de vontades de dois ou mais sujeitos de Direito Internacional) entre Estados ou entre Estados e organizações internacionais, formalizados quase sempre em textos escritos, sendo estes regulamentados pelo Direito Internacional.

A variação terminológica desses acordos, que incluem as expressões ‘tratado’; ‘acordo’; ‘convenção’; ‘carta’; ‘protocolo’; ‘pacto’; ‘ato’; ‘memorando’ etc., é indiferente quanto ao seu conteúdo e não há regras rígidas prescrevendo a sua forma (FONSECA, 2007).

A adoção de tratados, ou de declarações solenes sobre o meio ambiente, contribuiu significativamente para a evolução da temática ambiental no Direito Internacional porque são

precursores e orientam um processo ulterior de *treaty-making power* (poder de celebrar tratados). Além disso, mesmo que não-mandatárias, estas declarações possuem poder de influenciar a conduta dos Estados. E, na medida em que bem-sucedidas, podem ainda levar à criação de um costume internacional, expressando de forma normativa certos princípios cuja aceitação já é percebida (FONSECA, 2007).

Afirma Piovesan (2010, p. 73-74) que os tratados internacionais, “[...] enquanto acordos internacionais juridicamente obrigatórios e vinculantes (*pacta sunt servanda*) constituem a principal fonte de obrigação do Direito Internacional”.

A mesma autora observa ainda que, nos diferentes Estados, os tratados internacionais são em geral equiparados a normas constitucionais, sobretudo os referentes aos direitos humanos. No Brasil, em especial após o movimento de redemocratização do País, a Constituição Federal de 1988 incluiu, dentre os direitos constitucionalmente protegidos, os direitos enunciados nos tratados internacionais de que o Brasil seja signatário. “Ao efetuar tal incorporação, a Carta está a atribuir aos direitos internacionais uma natureza especial e diferenciada, qual seja, a de norma constitucional” (PIOVESAN, 2006, p. 29).

Do ponto de vista jurídico, a proteção legal internacional do meio ambiente teve suas raízes no início do século XX, quando foram concluídos acordos com objetivos comerciais para a proteção de determinadas espécies, como a Convenção para a Proteção das Aves Úteis à Agricultura (1902) e o Tratado para a Preservação e Proteção das Focas Marinhas (1911) (FONSECA, 2007).

Nas décadas de 1930 e 1940, como os vieses ‘conservação’ e ‘preservação’ emergissem como abordagens conceituais aplicadas à regulamentação dos recursos naturais, surgem novos acordos de proteção à fauna e à flora: a Convenção para a Preservação da Fauna e Flora em seu Estado Natural, de 1933, a Convenção sobre a Proteção da Natureza e Preservação da Vida Selvagem no Hemisfério Ocidental, de 1940, e diversas convenções sobre as baleias, pesca oceânica etc. (FONSECA, 2007).

De acordo com Fonseca (2007, p. 125):

A partir do final da década de 1960 houve um aumento significativo do número de Acordos Ambientais, acompanhado pelo acréscimo do número de atores relevantes nesse estágio do direito internacional do meio ambiente, que passava a contar não somente com os Estados, mas também com as empresas, organizações internacionais, ONGs e indivíduos.

Data também desta época a evolução dos temas inseridos nesses acordos, que expandiram o seu foco das questões próprias ao início do século XX (direitos de pesca,

proteção de espécies de interesse comercial, entre outros) para englobar, na atualidade, o controle da poluição, a conservação de habitats naturais e a proteção dos *global commons*.²⁴

Certamente isso se explica porque, conforme Mazzuoli (2007), a proteção ao meio ambiente, no contexto do novo Direito Internacional, é uma conquista do período pós-Segunda Guerra Mundial, quando ganha espaço o crescente aparecimento de textos internacionais sobre a matéria.

O sistema de proteção do meio ambiente converge com o sistema de proteção internacional dos direitos humanos, arquitetado desde a criação da ONU, em 1945, em resposta às atrocidades cometidas pelos nazistas contra os judeus, fato que marcou profundamente a comunidade internacional (MAZZUOLI, 2007).

São duas realidades normativas que convivem numa lógica de implicação e interdependência. Ambos os sistemas representam um interesse comum da humanidade (SOARES, 1999; FONSECA, 2007).

Segundo Soares (1999, p. 123):

Na verdade, os Direitos Humanos e as normas de proteção ao meio ambiente têm características comuns: das mais notáveis, destaca-se o fato de ambos os subsistemas normativos versarem sobre uma realidade que ultrapassa fronteiras e de suas regras somente serem eficazes na medida em que tiverem uma formulação em nível internacional.

Por versar sobre uma realidade que ultrapassa fronteiras, ambos os sistemas contribuem para superar a antiga noção de ‘domínio’ territorial reservado do Estado (FONSECA, 2007).

No campo ambiental, a definição de fronteiras, elemento fundamental do Direito Internacional Público tradicional sofre o embate da emergência de novos conceitos, forjados a partir das necessidades de regulamentar a proteção internacional do meio ambiente, concebido como uma globalidade (SOARES, 1999).

Aduz Soares (1999, p. 127-128) que:

O próprio conceito “internacional” tem sofrido uma revisão: concebido para expressar fenômenos que se desenrolam fora das fronteiras jurídico-políticas dos Estados, seja nas relações bilaterais, seja nas multilaterais, tornou-se ele insuficiente para expressar relações que dizem respeito a todo universo, seja de toda Terra, seja de outros espaços [...] internacional tanto tem sido denominada como uma convenção bilateral quanto uma multilateral de âmbito regional [...], como ainda

²⁴ ‘*Global Commons*’ é expressão que designa espaços internacionais comuns, como o alto mar, os fundos marítimos e oceânicos, além do espaço sideral. Os ‘*global commons*’ se constituem em complexos geográficos que apresentam interação de aspectos relacionados aos componentes do meio ambiente. Por serem de interesse da humanidade, ainda geograficamente localizados, necessitam de tratamento unitário e abordagem analítica do ponto de vista internacional, de maneira global (SOARES, 1999).

uma multilateral de âmbito universal [...]; contudo, para definir-se um fenômeno que pode ser versado em nível regional ou multilateral, mas que engloba interesses de toda Terra, inclusive sem referencial a tempo ou às presentes gerações humanas envolvidas, tem-se empregado o termo “global”.

Deste modo, se o Direito chamado ‘tradicional’ fundamenta-se na soberania dos Estados, no âmbito dos regimes ambientais, consolidou-se um corpo de normas internacionais que restringem a ação dos Estados, em nome dos interesses gerais da comunidade internacional (FONSECA, 2007).

Fato é que, no século XX, a entidade jurídica pessoa humana internalizou-se/globalizou-se, sendo objeto de normas protetivas de Direito Internacional. O mesmo ocorreu com o meio ambiente, hoje um tema global, em razão da maior conscientização da necessidade premente de preservá-lo. Como valor global, cuja preservação incumbe a todos os Estados, constitui-se, por isso, num valor universal (SOARES, 1999).

Após a criação da ONU, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, um direito fundamental, integrou-se à Declaração Universal dos Direitos Humanos, de 1948, muito embora na época isso não tenha sido explicitado na redação deste documento internacional. De acordo com Mazzuoli (2007, p. 174):

Deste momento em diante, o mundo passou a presenciar uma verdadeira proliferação de tratados internacionais protetivos dos direitos da pessoa humana, tanto nos seus aspectos civis e políticos, como naqueles ligados às áreas do domínio econômico, social e cultural. Com o desenvolvimento progressivo do Direito Internacional dos Direitos Humanos, ênfase particular também foi dada, no contexto das relações internacionais contemporâneas, à conclusão de inúmeros tratados de proteção ao meio ambiente, em todas as suas vertentes e com todos os seus consectários.

Assim, no período pós-Guerra, como complemento aos direitos humanos (em particular o direito à vida e à saúde), começam a surgir no cenário internacional as primeiras grandes normas de proteção internacional do meio ambiente: todos os direitos relativos à pessoa humana como os atinentes ao meio ambiente passam, então, a ser prioridades inequívocas da agenda internacional (MAZZUOLI, 2007).

Mencionam-se a seguir os principais encontros internacionais que, através de seus respectivos documentos orientadores sobre o meio ambiente, estabeleceram as normas globais relacionadas a esse tema. São mencionados também aqueles cujo escopo interessa particularmente a esta pesquisa.

No plano internacional, a primeira menção ao meio ambiente está implícita no artigo 12 do Pacto Internacional de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais, de 1966, no qual aparece o direito à saúde, ao lado do direito a um nível de vida apropriado. Afirmam Mazzuoli (2007)

que, não obstante ter sido indireta a referência feita ao meio ambiente neste Pacto, reconhece-se a importância da menção à saúde, significando que o direito a uma vida digna também é consequência de um meio ambiente sadio e equilibrado. Ao valor vida/saúde estaria subjacente o valor meio ambiente.

Em 1972, com a participação de vários Estados-membros da ONU (113 países), de organizações governamentais e não-governamentais (ONGs), ocorre a primeira conferência mundial ambiental, a Conferência de Estocolmo, evento que é considerado o grande marco histórico internacional para a conscientização sobre o meio ambiente, para a formulação de políticas internacionais ambientais (inclusive como reflexo das exigências da opinião pública internacional) e para o Direito Internacional do Meio Ambiente, pois foi especialmente dedicada ao meio ambiente humano (MARTINS, 2008; SOARES, 2003).

A Declaração de Estocolmo (Declaração das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente), documento produzido nesta conferência, abordou os direitos ambientais compreendendo-os como uma especificidade dos direitos humanos fundamentais, ou seja, o direito a um meio ambiente saudável, limpo e equilibrado (MAZZUOLI, 2007; FONSECA, 2007).

Embora não se constituindo exatamente um tratado, estabeleceu 26 proposições (princípios) que se tornaram notáveis, precursoras que foram para a tomada de consciência mundial sobre o meio ambiente (MARTINS, 2008).

Estes princípios serviram de paradigma e referencial ético para toda a comunidade internacional no que tange à proteção internacional do meio ambiente como um direito humano fundamental de todos. Além disso, como resultado do encontro, foi criado o Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, o PNUMA, órgão de atuação para o meio ambiente junto à ONU (MARTINS, 2008; MAZZUOLI, 2007; SOARES, 1999).

Segundo Feldmann (1997), o PNUMA é o principal organismo lidando hoje com questões ambientais na esfera internacional. Operando a partir de sua sede em Nairóbi, seus objetivos são: (i) facilitar a cooperação internacional no campo do meio ambiente; (ii) promover o desenvolvimento de conhecimento nessa área; (iii) monitorar o estado do meio ambiente global; e (iv) chamar a atenção dos governos para problemas ambientais emergentes de importância internacional.

Afirma Guido Soares (*apud* MARTINS, 2008, p. 36) que:

A Declaração sobre o Meio Ambiente Humano, adotada em Estocolmo pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, pode ser considerada como um documento com a mesma relevância para o Direito Internacional e para a Diplomacia dos Estados que a Declaração Universal dos Direitos do Homem (adotada pela Assembleia Geral da ONU em 10.12.1948). Na verdade, ambas as Declarações têm exercido papel de verdadeiros guias e parâmetros na definição dos princípios mínimos que devem figurar tanto nas legislações domésticas dos Estados quanto na adoção dos grandes textos do Direito Internacional da atualidade.

Segundo Mazzuoli (2007), antes da Conferência de Estocolmo, o meio ambiente era tratado, em plano mundial, como algo dissociado da humanidade.

Depois dela, no entanto, verificou-se o contrário, sendo que a atividade dos Estados no que respeita às normas internacionais de proteção ambiental, tornou-se surpreendentemente produtiva. Em grande medida, contribuíram para tanto os grandes acidentes ambientais de derramamento de óleo dos superpetroleiros nessa época, de proporções catastróficas, apesar de então desconhecidas, que motivaram a luta conjunta dos Estados em prol da preservação do meio ambiente (SOARES, 1999).

Afirma este autor que o impacto da Declaração de Estocolmo para os anos que se seguiram à Conferência se fez sentir na impressionante avalanche de tratados internacionais concluídos, tanto multilaterais como bilaterais e regionais, sobre a proteção internacional do meio ambiente *lato sensu*, “[...] sendo praticamente impossível determinar com exatidão o número preciso desses instrumentos internacionais atualmente” (MAZZUOLI, 2007, p. 179).

Estima Fonseca (2007) que existam hoje cerca de 500 tratados internacionais relacionados ao meio ambiente, dos quais 320 são regionais. Informa o autor que 60% deles foram adotados a partir da Conferência de Estocolmo e que, desde esse período, observou-se uma intensa multiplicação dos Acordos Ambientais Multilaterais (AAM), com mais de 300 instrumentos sendo negociados até os nossos dias.²⁵ Segundo o autor, um AAM pode ser definido como:

[...] a instrumentalização jurídica de um regime relacionado à proteção do meio ambiente ou ao desenvolvimento sustentável, na forma de um tratado internacional concluído entre mais de dois Estados. Os acordos ambientais e seus órgãos estão geralmente vinculados a secretariados, cuja missão é promover a implementação e o cumprimento daquele regime específico (FONSECA, 2007, p. 122).

²⁵ O autor explica que os Acordos Ambientais Multilaterais diferem às vezes dos demais tratados por suas especificidades, próprias às necessidades de proteção do meio ambiente, entre elas: referências cruzadas a outros instrumentos ou disposições inter-relacionadas; estruturas de acordos-quadros, significando que uma convenção de escopo geral é adotada, proclamando princípios básicos sujeitos à regulamentação por meio de protocolos que contêm provisões detalhadas; aplicação interina, quando os Estados negociadores adotam a técnica de aprovar a aplicação de um tratado que ainda aguarda sua entrada em vigor; modalidades simplificadas para adoção de emendas ou modificações, face aos avanços do conhecimento científico ou à emergência de novos problemas; e obrigações *self-executing*, isto é, de aplicação imediata.

Após a Conferência de Estocolmo, uma nova Conferência foi convocada pelas Nações Unidas vinte anos depois, em 1992, no Rio de Janeiro. Também conhecida como Eco-92 e Rio-92, o evento, do qual participaram 178 governos e mais de 100 chefes de Estado, foi conforme Soares (1999), a maior conferência multilateral realizada na história da humanidade.

A Eco-92 é considerada um dos pontos culminantes para o aperfeiçoamento das normas internacionais de proteção ambiental, eis que já sob o domínio do conceito de desenvolvimento sustentável, concebido em 1987, cujo conteúdo foi ali amplamente discutido (MARTINS, 2008).

De seu legado adveio a Declaração do Rio sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, contendo 27 princípios de interesse ambiental, além de reforçar o conceito de desenvolvimento sustentado, e a aprovação da Agenda 21, documento que traça as ações político-normativas a serem adotadas pelos Estados até o século XXI, definindo metas ambientais a serem cumpridas pelos países signatários.

Segundo Martins (2008, p. 37), a Agenda 21 “[...] marcou o início de uma verdadeira evolução dinâmica e radical”. “O princípio do desenvolvimento sustentável foi adotado na Declaração do Rio e na Agenda 21 como meta a ser buscada e respeitada por todos os países”.

Ainda como resultantes da Eco-92 destacam-se o tratado internacional Convenção-Quadro²⁶ das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), adotada pelas Nações Unidas em Nova York neste mesmo ano (e aprovada no Brasil em 1994), e a Convenção sobre a Diversidade Biológica, que garantiu às presentes e futuras gerações a preservação da biosfera, visando à harmonia ambiental do planeta (MAZZUOLI, 2007; SOARES, 1999).

Dos 27 princípios da Declaração do Rio sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento vale a pena destacar três, especialmente por seus desdobramentos: o princípio da prevenção/precaução; o princípio da participação e cooperação; e o princípio do poluidor-pagador e consequente responsabilização.

²⁶ Leciona Soares (2007) que os chamados ‘tratados quadro’ são tratados que instituem grandes campos normativos, com normas pouco precisas, cujo detalhamento é deixado à decisão de reuniões periódicas dos Estados Partes, as denominadas Conferências Partes, que apóiam suas decisões em estudos técnicos e científicos de órgãos subsidiários. De acordo com o autor, os ‘tratados quadro’ têm sido adotados como técnica de *aggiornamento*, isto é, de adaptação aos conhecimentos científicos do momento e aplicação prática, a fim de tornar os tratados multilaterais mais próximos dos fenômenos que regulamentam.

- **Princípio da prevenção/precaução** - previsto na Declaração de Estocolmo de 1972 (pelos conteúdos dos princípios 14, 15 e 17) como diretriz ambiental básica, veio a partir de então a orientar todas as políticas ambientais mais modernas, notadamente marcadas pela busca de novas tecnologias capazes de afastar riscos de dano ambiental. (MARTINS, 2008). Consagrado efetivamente na Eco-92, no item 15 da Declaração do Rio, este princípio atua como viga mestra da preservação ambiental. Segundo Milaré (1998, p. 136), remete à prioridade que deve ser dada a medidas que evitem o nascimento de impactos sobre o meio ambiente, de modo a “[...] reduzir ou eliminar as causas de ações suscetíveis de alterar a sua qualidade”. Prevenção, por seu caráter genérico, engloba precaução, de caráter possivelmente específico. O princípio da prevenção/precaução está voltado para o momento anterior à consumação do dano ambiental - o do mero risco;
- **Princípio da participação e cooperação** - erigido já em 1972, na Conferência de Estocolmo, que previu, no item 17 que deve ser confiada às instituições nacionais competentes a tarefa de planificar, administrar e controlar a utilização dos recursos ambientais dos Estados, com o fim de melhorar a qualidade do meio ambiente. Daí o termo participação. (MARTINS, 2008). Por outro lado, o princípio expressa a ideia de que para a resolução dos problemas do ambiente deve ser dada ênfase especial na cooperação entre Estado e sociedade e remete à cooperação entre os povos na proteção do meio ambiente, mormente para os países que mantêm acordos bilaterais com outros ou que sejam signatários de tratados internacionais (MILARÉ, 1998). Afirma Martins (2008, p. 46) que sua diretriz principal é o comprometimento ecológico. “É o poder e dever conjunto do Poder Público e da coletividade com participação dos diferentes grupos sociais na formulação e execução da política ambiental” e;
- **Princípio do Poluidor-Pagador (*polluter pays principle*)** - Apesar de ter seu nascedouro na década de 70, este princípio foi consolidado no item 16 da Declaração do Rio de Janeiro (MARTINS, 2008). Apoia-se na consideração redistributiva e se inspira na teoria econômica de que os custos sociais externos que acompanham o processo produtivo, resultantes dos danos ambientais, devem ser internalizados, significando que os agentes econômicos devem levá-los em conta ao elaborar os custos da produção (MILARÉ, 1998). O princípio do poluidor-pagador, segundo Milaré (1998), visa imputar ao poluidor o custo social da poluição por ele gerada. Em termos econômicos, refere-se à internalização pelas empresas dos custos externos, as

externalidades negativas recebidas pela coletividade. Ainda de acordo com Milaré (1998, p. 140), este princípio engendra um mecanismo abrangente de responsabilização por dano dos efeitos da poluição, não apenas sobre bens e pessoas, mas também sobre a natureza. Com a sua aplicação, procura-se corrigir este custo adicionado à sociedade. “Por isso, este princípio é também conhecido como o princípio da responsabilidade”. Importa destacar que o referido princípio não objetiva tolerar a poluição mediante um preço, nem se limita apenas a compensar os danos causados, mas sim precisamente evitar o dano ao meio ambiente. Explica Milaré (1998, p. 141) nesse sentido que:

Nessa linha, o pagamento pelo lançamento de efluentes, por exemplo, não alforria condutas inconsequentes, de modo a ensejar o descarte de resíduos fora dos padrões e das normas ambientais. A cobrança só pode ser efetuada sobre o que tenha respaldo na lei, pena de se admitir o direito de poluir. Trata-se do princípio poluidor-pagador (poluiu, paga os danos), e não pagador-poluidor (pagou, então pode poluir). A colocação gramatical não deixa margem a equívocos ou ambiguidades na interpretação do princípio.

Após a Eco-92, inúmeros tratados e convenções foram realizados, atendendo a diferentes temáticas ambientais, entre elas: grandes espaços ambientais; trabalhadores, materiais tóxicos e poluição transfronteiriça; questões de energia nuclear e desarmamento; fauna, flora e pesca internacional; patrimônio natural e cultural; atmosfera e clima; rios transfronteiriços e águas doces; e mares e oceanos (SOARES, 2007).

Na Tabela 3 é possível observar os acordos e convenções estabelecidos com relação aos espaços marítimos e oceânicos.

Tabela 3 - Tratados e Convenções sobre mares e oceanos pós-Eco-92.

ACORDO	ANO
Convenção para a Proteção do Meio Ambiente Marinho do Atlântico Nordeste	1992
Convenção para a Proteção do Mar Negro contra a Poluição	
Protocolo sobre Proteção do Mar Negro contra Poluição Telúrica	
Protocolo sobre Proteção do Mar Negro contra Poluição por Óleo e outra Substâncias e em Situação de Emergência	1992
Protocolo sobre Proteção do Mar Negro contra Poluição por Alijamentos	
Acordo para Promover Conformidade às Medidas de Conservação e Administração por Barcos Pesqueiros em Alto Mar	1993
Acordo relativo à Implementação da Parte XI da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar de 10 de dezembro de 1982	1994
Acordo para a Implementação das Provisões da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar de 10 de dezembro de 1982, Relativas à Conservação e Gerenciamento de Espécies de Peixes Altamente Migratórios e Tranzonais	1995
Convenção sobre Responsabilidade e Reparação por Danos Relacionados com o Transporte de Substâncias Perigosas e Nocivas por Mar	1996
Protocolo à Convenção sobre Prevenção de Poluição Marinha por Alijamento e Outras Matérias	1996
Convenção sobre a Conservação e Gestão de Estoques de Peixes Altamente Migratórios no Oceano Pacífico Central e Ocidental	2001

Fonte: SOARES (2007).

No ano 2000, por ocasião da passagem do milênio, as Nações Unidas convocam os Estados-membros para a Cúpula do Milênio, a realizar-se em setembro em Nova York. Reunindo 147 chefes de Estado e de governo de 191 países, a Cúpula aprovou a chamada Declaração do Milênio.

A Declaração incluiu, dentre os valores fundamentais considerados essenciais para as relações internacionais do século XXI, o respeito pela natureza, reforçando os preceitos do desenvolvimento sustentável e a necessidade de mudança nos padrões de produção e consumo. E, ao elencar os oito objetivos do milênio, inscreveu a proteção ao meio ambiente comum como sua quarta meta, fazendo referência aos direitos das gerações futuras, apoiando os princípios consagrados na Agenda 21 e reafirmando o compromisso com a implementação de diversos acordos internacionais (FONSECA, 2007).

No ano de 2002 ocorre a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável em Johannesburg, África do Sul, também sob a égide da ONU, mais conhecida como Rio+10, que estabeleceu prazos rígidos para a efetiva proteção ao meio ambiente, esboçando um plano de ação para a Agenda 21. Na Declaração de Johannesburg, 190 países se comprometeram a colaborar para o desenvolvimento sustentável, tendo como base o progresso econômico, a justiça social e a proteção ambiental (MARTINS, 2008).

Depois da Conferência de Johannesburg, dois tratados que entraram em vigor merecem destaque: a Convenção sobre Poluentes Orgânicos Persistentes e o Protocolo de Kyoto.

A primeira, também chamada de Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POP), teve origem na Rio-92, mas entrou em vigor em 2004. Visou limitar a poluição ambiental por poluentes orgânicos persistentes (POP), substâncias químicas que, possuindo certas propriedades tóxicas, resistem, contrariamente a outros poluentes, à degradação, o que as torna particularmente nocivas à saúde humana e meio ambiente (FERMAN & ANTUNES, 2008).

Já o Protocolo de Kyoto, é resultante da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, de 1997, tendo sido assinado na cidade japonesa de mesmo nome, em 2005 (CALISING, 2005).

O Protocolo visa à redução das taxas de emissão de gases do efeito estufa na atmosfera, denominados GEE, e a sua maior absorção pelos sumidouros naturais. Sua primeira meta é uma redução média de 5,2% das emissões. Cada país recebeu meta diferenciada de redução

dos níveis de poluição, porém, em especial os países industrializados devem atingir esta meta até o ano de 2012 (CALISING, 2005; GREENPEACE, 2006).

Afirma Calsing (2005, p. 6) que uma das grandes inovações do Protocolo de Kyoto foi a definição de metas próprias para cada país e a vinculação do cumprimento dessas normas com medidas sancionatórias:

Foi reconhecido pelas partes que a mera criação de princípios e orientações de condutas não era suficiente para que a redução de GEE se tornasse efetiva, necessitando, conseqüentemente, de sanções aplicáveis e medidas concretas de ajuda para o alcance das metas propostas.

Consistindo o mais ambicioso tratado ambiental, o Protocolo de Kyoto representa um desafio, pois, para atingir as metas estabelecidas (ainda que estas sejam consideradas insuficientes para a diminuição significativa da temperatura da Terra), os países desenvolvidos têm de cortar suas emissões drasticamente e aqueles em desenvolvimento, como o Brasil, precisam crescer combatendo seu desmatamento e promovendo o uso de energias limpas (GREENPEACE, 2006).

Conforme observado, as normas internacionais ambientais podem ser visualizadas em três fases evolutivas, como coloca Fonseca (2007):

- Uma anterior a 1972, prévia à Conferência de Estocolmo, representando o momento em que surgiu o movimento ambientalista, o nascimento da consciência ecológica e a reunião das condições que propiciaram o lançamento das bases do Direito Ambiental;
- Uma segunda fase que compreende, grosso modo, os 20 anos entre a Conferência de Estocolmo (1972) e a Conferência do Rio (1992), assim como seus antecedentes e desdobramentos. Nesta fase vieram à luz uma série dos principais Acordos Ambientais Multilaterais; e
- A terceira fase, cujo marco temporal pode ser representado pela Conferência de Johannesburgo (2002), projetando-se até hoje, quando ocorre a criação de novas parcerias, novas modalidades de cooperação no marco da governança ambiental e a entrada em vigor de tratados de grande relevância, como o Protocolo de Kyoto, instrumento mais avançado, com seus mecanismos de flexibilidade baseados no mercado (FONSECA, 2007).

No âmbito internacional, no entanto, é crescente a preocupação com a proteção do meio ambiente marinho e com a segurança marítima, devido principalmente à poluição decorrente dos acidentes de navegação envolvendo derramamento de petróleo (OCTAVIANO MARTINS, 2007a).

Há uma legislação internacional sobre a preservação do meio ambiente marinho e prevenção de acidentes, com a adoção de medidas que buscam elevar os padrões de segurança na navegação.

Esses temas são revisados na próxima seção.

6.1.1. Meio Ambiente Marinho: Normativa Internacional

As normas jurídicas que regulam o transporte marítimo internacional são elaboradas pelo Direito Marítimo (ou Direito do Mar), cuja origem, segundo Castro Junior (2010), é incerta. Mencionam os historiadores que normas jurídicas regulando o transporte marítimo datam do século XVIII A.C., no Código de Hamurabi, e que um sofisticado sistema internacional de Direito Marítimo existe desde a Antiguidade no Mediterrâneo.

Modernamente, o Direito Marítimo tornou-se um ramo autônomo do Direito, tratando da navegação pelo meio aquaviário realizada pelas embarcações. Hoje constitui, conforme Castro Junior (2010, p. 92), uma disciplina “[...] que, tendo em vista, a natureza internacional do transporte aquaviário, possui alto grau de internacionalidade e complexidade [...]”.

Através de normas de direito privado e de direito público, o Direito Marítimo possui como objeto o tráfego marítimo, abrangendo o trânsito das embarcações, visando à segurança da navegação (CASTRO JUNIOR, 2010).

Suas fontes são as leis e os tratados e convenções internacionais adotados após a Segunda Guerra Mundial; com o fim das hostilidades na guerra e a criação da ONU, fomentou-se um novo impulso em direção à codificação do Direito do Mar em âmbito internacional (MARTINS, 2010; TINÔCO, 2003).

Em 1958, ocorre, sob os auspícios da ONU, a 1ª Conferência das Nações Unidas para o Direito do Mar, em Genebra, com a participação de 86 países. Na ocasião, quatro convenções foram firmadas: mar territorial e zona contígua; plataforma continental; alto-mar e conservação dos recursos vivos; além do estabelecimento de um protocolo de solução de litígios (TINÔCO, 2003).

Em 1973, uma nova Conferência para o Direito do Mar foi convocada pela ONU. O seu final ocorreria em 1982, com a assinatura, em Montego Bay, Jamaica, da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, que entraria em vigor em 1994 (TINÔCO, 2003).

Segundo Tinôco (2003), esta Convenção representou uma profunda revisão no Direito do Mar. Seus principais pontos foram:

- O aumento das áreas submetidas à competência dos Estados;
- A consagração de uma regulamentação precisa, com pouca margem para ambiguidades;
- Gerenciamento dos recursos do mar, submetendo-se a uma autoridade internacional o regime de alto-mar;
- Utilização de soluções pacíficas em casos de litígio por cortes e tribunais, como o Tribunal Internacional do Direito do Mar; e
- A definição de poluição marinha (já transcrita nesta pesquisa), relevante para corroborar outras convenções que se seguiram sobre o tema.

As regulações internacionais sobre o ambiente marinho buscaram sempre a segurança marítima. Desde o século XIX, diversos tratados foram assinados com essa finalidade, época em que já se defendia o estabelecimento de um órgão internacional que velasse por esta segurança. (TINÔCO, 2003).

No entanto, foi somente após a criação das Nações Unidas que isso se concretizou. Em 1948, uma conferência internacional em Genebra adotou a convenção que criou formalmente a *Inter-Governmental Maritime Consultative Organization* (IMCO), no Brasil, Organização Consultiva Marítima Inter-Governamental (OCMI), o primeiro órgão internacional dedicado exclusivamente aos assuntos marítimos. Na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, em 1982, a OCMI teve seu nome modificado, passando a se chamar *International Maritime Organization* (IMO), Organização Marítima Internacional (OMI) (TINÔCO, 2003).

Hoje, a maioria das normas internacionais do Direito do Mar é elaborada pela IMO. Os principais objetivos deste organismo são: (i) cooperar e trocar informações no campo internacional a respeito de assuntos técnicos de navegação comercial; (ii) promover a regulamentação do tráfego e desenvolver a segurança no mar; e (iii) reunir conferências sobre navegação marítima (FELDMAN, 1997; MARTINS, 2010).

A poluição dos mares por derramamentos de óleo/petróleo somente foi reconhecida como problema ambiental em meados do século XX, quando vários países começaram a criar regulações próprias, no âmbito de seus ordenamentos jurídicos nacionais (TINÔCO, 2003).

Este é o caso ocorrido no Reino Unido, que, em 1954, por ocasião de uma conferência sobre poluição causada por óleo, adotou a *International Convention for the Prevention of Oil Pollution* (OILPOL 54) ou Convenção Internacional para a Prevenção de Poluição Marinha por Óleo, destinada primordialmente a limitar a poluição resultante das operações dos petroleiros (TINÔCO, 2003).

Entretanto, apesar de a OILPOL 54 ser reconhecida como a primeira regulamentação a respeito, e ter dado o primeiro passo na direção do controle da poluição marinha por óleo, o crescimento das operações com petróleo e o desenvolvimento da prática industrial do período indicavam que ações futuras seriam necessárias, inclusive porque nesta época o controle da poluição era de menor importância no âmbito da OCMI (TINÔCO, 2003).

De acordo com Tinôco (2003, p. 5), “a OILPOL 54 foi a primeira convenção destinada a diminuir os impactos da poluição por óleo, mas mesmo após a sua aprovação, não havia uma forma segura de garantir a compensação pelos danos gerados no meio ambiente”.

A partir da década de 1960, a questão da preservação do meio ambiente marinho assumiu lugar de destaque nas convenções promovidas pela IMO, que, dedicando especial atenção aos danos ambientais causados pela poluição proveniente de derramamento de óleo e petróleo no mar, elegeram os princípios do poluidor-pagador e da precaução como os mais adequados no combate e prevenção da poluição marinha (MARTINS, 2010).

A primeira grande atuação da IMO nesse sentido ocorreu em 1969, a partir da adoção da Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil em Danos Causados por Poluição por Óleo (CLC 69), elaborada dois anos após o encalhe do navio ‘Torrey Canyon’ no Canal da Mancha (1967), que derramou 123 mil toneladas de óleo no mar.

Porém, informa Martins (2010) que com essa tragédia constatou-se que os mecanismos de compensação por danos da poluição por petróleo não custeavam os prejuízos causados. Por este motivo, a IMO passou a tratar a segurança da navegação como uma questão intrinsecamente ligada à preservação ambiental marítima.

Na década de 1970, com a Conferência de Estocolmo para o meio ambiente, 1972, observou-se a proliferação de normas globais para as águas oceânicas, contribuindo

significativamente para a formulação de uma agenda para o futuro. (MODÉER *apud* CASTRO JUNIOR, 2010). Sobretudo visando à poluição do mar pelas embarcações, mais especificamente a causada pelo derramamento de óleo e de petróleo (OCTAVIANO MARTINS, 2007a).

Destacam-se nesse sentido a Convenção Internacional para a Prevenção de Poluição de Navios (MARPOL), *International Convention for Prevention Of Pollution From Ships*, e a *International Convention For The Safety Of Life At Sea* (SOLAS).

A MARPOL surge em 1973, buscando prevenir a poluição acidental resultante de vazamento de navios, sem esquecer a poluição operacional (TINÔCO, 2003).

Incorporando muitas cláusulas da OILPOL 54 e suas emendas, estabeleceu regras e requisitos de construção de navios e, em linhas gerais, definiu as alternativas para o descarte de resíduos oleosos oriundos das instalações de produção e sistema de praças de máquinas, isto é, a utilização de tanques acumuladores, separadores de água e óleo e sistemas de transferência para navios receptores ou terminais (TINÔCO, 2003; DANTAS, 2006).

A Convenção MARPOL foi modificada pelo Protocolo de 1978, em resposta ao crescente número de acidentes, visando à criação de requisitos para operação de navios petroleiros que, na época, apresentavam grande crescimento e conseqüente capacidade de provocar danos ao meio ambiente. Seus requisitos, porém, passaram a ser aplicáveis em outros tipos de embarcação.

Já a SOLAS surge um ano depois, em 1974, como o conjunto de requisitos mais abrangente até hoje elaborado, determinando padrões mínimos de segurança operacional. Esta Convenção estabeleceu requisitos para projeto, construção e manutenção durante a fase de operação das embarcações, abrangendo as disciplinas de materiais para a construção estrutural, compartimentação e estabilidade, propulsão e equipamentos vitais, instalações elétricas, salvamento, proteção contra incêndios, sistemas de governo, navegabilidade etc (DANTAS, 2006).

Como parte das deliberações da SOLAS, passou a vigorar em 1998 o *International Safety Management Code* (ISM CODE), um código de gerenciamento ambiental voltada para a segurança e prevenção de danos ambientais, de efeito legal para todos os países signatários da Convenção.

Contudo, a ameaça da poluição do mar por derramamento de óleo e petróleo transportados pelos petroleiros persistia. Com efeito, nos anos subseqüentes os acidentes foram recorrentes, traduzindo-se em uma sequência de ‘marés negras’,²⁷ e seus efeitos catastróficos sobre a ecologia marinha. Datam desde então:

- 1978 - acidente com o petroleiro liberiano ‘Amoco Cadiz’, com colisão, encalhe e naufrágio nas costas da Grã-Bretanha, resultando em derramamento de 230 mil toneladas de petróleo bruto;
- 1989 - acidente de colisão e derramamento de 41 mil toneladas de petróleo do navio ‘Exxon Valdez’ no Alaska (Estados Unidos);
- 1992 - explosão no Mar Mediterrâneo do petroleiro cipriota ‘Haven’ e derrame de 144 mil toneladas de petróleo;
- 1996 - encalhe e derramamento de cerca de 70 mil toneladas de petróleo no País de Gales (península da Grã-Bretanha) pelo petroleiro liberiano ‘Sea Empress’;
- 1999 - acidente com o petroleiro de bandeira maltesa ‘Erika’, que, partindo-se em dois a 40 milhas da costa da Bretanha, a Noroeste da França, derramou mais de 20 mil toneladas de petróleo bruto, poluindo mais de 40km da costa; e
- 2002 - acidente com o petroleiro liberiano ‘Prestige’, que partindo-se ao meio, vazou aproximadamente 20 mil toneladas de petróleo na Espanha (OCTAVIANO MARTINS, 2007b).

Em decorrência, a IMO implementou uma série de medidas visando fundamentalmente à elevação dos padrões de segurança da navegação em todas as suas vertentes. Dentre elas a criação do Código Internacional de Segurança para Navios e Instalações Portuárias, o *International Ship and Port Facility Security Code* (ISPS), em 2001, por emenda à Convenção SOLAS, proporcionando um marco regulatório e consistente para a avaliação de riscos e a criação de planos de proteção (OCTAVIANO MARTINS, 2007a; OCTAVIANO MARTINS, 2007b).

Avalia Octaviano Martins (2007a, p. 105) que “[...] inexistente, no âmbito do Direito Internacional do Meio Ambiente, outra matéria relativa à poluição ambiental que seja tão normatizada como a poluição do meio marinho”.

²⁷ A expressão ‘maré negra’ é usada para designar acidentes ambientais marítimos que resultam em grandes quantidades de derramamento de petróleo. (OCTAVIANO MARTINS, 2007b).

Não obstante, a continuidade da ocorrência dos acidentes com derramamento de petróleo suscitou a percepção de que é reduzida a eficácia das normas internacionais. Informa a autora que o relatório da Comissão Mundial Independente para os Oceanos, de 1998, apontou que o que falta para evitar acidentes não é mais legislação, mas sim sua efetiva aplicação e cumprimento (OCTAVIANO MARTINS, 2007a; 2007b).

Por isso, sistemas complementares de prevenção contra acidentes ambientais marinhos e consequente poluição do mar foram implementados. Dois deles, o norte-americano e o da União Europeia, são brevemente observados a seguir.

O acidente provocado pelo ‘Exxon Valdez’, em 1989, foi um dos mais nefastos em termos ecológicos (JURAS, 2002).

Após o acidente em suas águas, os Estados Unidos, insatisfeitos com a insuficiência das normas internacionais de prevenção da poluição por navios, adotaram, em 1990, o ‘*Oil Pollution Act*’ (OPA 90), uma legislação mais severa do que as normas da MARPOL para a prevenção da poluição por óleo (OCTAVIANO MARTINS, 2007a; 2007b; JURAS, 2002).

Através da OPA 90, impuseram, unilateralmente, entre outros dispositivos, requisitos de casco duplo para petroleiros construídos a partir de então e um cronograma de retirada de serviço dos navios de casco simples construídos antes de 1990, de acordo com a capacidade do navio e de sua idade (OCTAVIANO MARTINS, 2007a; 2007b; JURAS, 2002).

Conforme a lei, os navios petroleiros de casco simples sem duplo fundo ou costado duplo não seriam autorizados a operar em águas norte-americanas a partir de 2010, a menos que satisfizessem o requisito.

Além disso, nos cinco anos que antecedem (2005), os petroleiros não poderiam operar em águas norte-americanas logo que atingissem 25 anos, ou 23 em alguns casos. Relativamente aos navios petroleiros de casco simples com duplo fundo ou costado duplo (petroleiros de casco simples com a zona dos tanques de carga parcialmente protegida por tanques de lastro segregado), a data limite fixada foi 2015, e o limite de idade, no período de 2005 a 2015, em 30 anos, ou 28 em alguns casos (JURAS, 2002).

Mediante a OPA, também foi criado um fundo para custear a recuperação dos danos não cobertos pelos responsáveis, constituído pela cobrança de cinco centavos por barril de petróleo. O total disponível para cada acidente foi limitado ao máximo de 1 bilhão de dólares (JURAS, 2002).

Segundo Juras (2002, p. 4):

A razão para a ênfase no *design* do navio e a exigência de casco duplo tem uma explicação. Nos petroleiros construídos com casco simples, os hidrocarbonetos estão separados da água do mar apenas pela chaparia de fundo e de costado. Se o casco sofrer avaria devido a colisão ou encalhe, o conteúdo dos tanques de carga pode derramar-se no mar e causar uma poluição significativa. Com uma segunda chaparia interna, a uma distância suficiente da chaparia externa, o “casco duplo”, os tanques de carga são protegidos contra avarias e, assim, o risco de poluição é reduzido.

Em decorrência desta medida unilateral dos Estados Unidos, a IMO foi forçada a intervir e em 1992 introduziu importantes emendas na MARPOL, especificamente relacionadas com os requisitos de casco duplo.

Pelas Regras 13F e 13G do Anexo I dessa Convenção, todos os petroleiros de porte bruto igual ou superior a 600 toneladas, construídos para entrega depois de julho de 1996, devem ter casco duplo ou uma configuração equivalente. Conseqüentemente, não há petroleiros de casco simples deste porte construídos depois dessa data. Quanto aos petroleiros de casco simples de porte bruto igual ou superior a 20 mil toneladas, entregues antes de julho de 1996, exigiu-se que satisfizessem os requisitos de casco duplo quando atinjam idade de 25 anos ou 30 anos, conforme estejam ou não equipados com tanques de lastro segregado (OCTAVIANO MARTINS, 2007a).

De acordo com Octaviano Martins (2007a, p. 105):

O objetivo dos tanques de lastro segregado é reduzir os riscos de poluição operacional, assegurando que a água de lastro não entre nunca em contato com hidrocarbonetos. Esses tanques, além disso, têm uma localização protetiva e estão instalados nas zonas em que o impacto de um encalhe ou colisão pode ser mais grave.

Afirma Octaviano Martins (2007a; 2007b) que a consequência das diferenças detectadas entre o sistema norte-americano e o internacional foi que, a partir de 2005, petroleiros de casco simples banidos das águas americanas devido à sua idade começaram a operar em outras regiões do mundo, aumentando significativamente o risco de poluição, em países que seguem apenas os requisitos da MARPOL, como é o caso do Brasil.

Esse foi um dos motivos apontados pela União Europeia na revisão e adoção de regras mais rígidas que a normativa internacional em matéria de segurança marítima e derramamento de petróleo, sistema observado a seguir.

Segundo Octaviano Martins (2007a), a União Europeia se encontra na vanguarda das normas atinentes à segurança marítima, tendo sido, o naufrágio do petroleiro ‘Erika’, em

1999, o marco inicial para que se atingissem os avanços na execução da política comunitária europeia em relação à proteção do meio ambiente marítimo.

Para tanto, foram instituídos os pacotes ‘Erika I’ e ‘Erika II’, com uma proposta que compreendeu de modo geral: (i) a organização a nível comunitário de uma aplicação mais restrita das convenções internacionais; (ii) a adoção de disposições especificamente comunitárias nos casos em que as normas da IMO fossem inexistentes ou insuficientes; e (iii) o estabelecimento de um cronograma de desativação de navios de casco simples com prazos inferiores aos estabelecidos pela MARPOL em 1992, para evitar que navios banidos de águas norte-americanas passassem a operar em águas europeias (JURAS, 2002).

De todas as medidas preconizadas pelo ‘Erika I’ e ‘Erika II’ uma das mais significativas (constante no ‘Erika I’) foi o banimento progressivo dos petroleiros de casco simples, devendo ser substituídos no mais tardar até 2015 por navios de casco duplo (OCTAVIANO MARTINS, 2007a; 2007b).

Meses após a adoção desses pacotes ocorreu o desastre com o navio ‘Prestige’, em 2002. Na sequência desse naufrágio, no mesmo ano anteciparam-se e intensificaram-se alterações no ‘Erika I’ e ‘Erika II’, constituindo um novo pacote, o ‘Pacote Prestige’, cujas principais medidas foram:

- A introdução de um calendário tendente a banir os petroleiros de casco simples a partir de 2005 enquanto que petroleiros menores e mais recentes não poderiam navegar nas águas comunitárias a partir de 2010;
- Imediata proibição de utilizar petroleiros de casco simples para transporte de óleos pesados com destino a portos comunitários ou deles provenientes (justificada em razão desse tipo de produto petrolífero ser um dos mais poluentes, além de ser frequentemente transportado por navios próximos ao final de sua vida útil, o que significa maiores riscos); e
- Medidas relativas a requisitos de construção de navios petroleiros e à avaliação do estado da estrutura do navio (OCTAVIANO MARTINS, 2007a; JURAS, 2002).

De acordo com Juras (2002), tendo em vista que as regras norte-americanas e europeias são mais rígidas do que as normas internacionais, a tendência é que os navios com casco simples passem a operar até o prazo limite nos países menos exigentes.

6.2. NORMAS BRASILEIRAS DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE

Leciona Silva (2007) que o primeiro diploma legal brasileiro a apresentar normas de proteção ao meio ambiente foi o Código Civil de 1916, apresentando normas de caráter ecológico, fundamentalmente destinadas à proteção de direitos privados na composição de conflitos de vizinhança.

Embora tais normas fossem essencialmente de caráter privado, proporcionaram, nas décadas seguintes, a produção das primeiras leis e codificações que regularam de maneira mais específica o problema ambiental (MILARÉ, 2007).

Em 1934, surgem o Código Florestal e o Código de Águas (que reprime a poluição das águas e ainda está em vigor); em 38, o Código de Pesca, com normas protetoras das águas (SILVA, 2007).

Na década de 1960, traduzindo as primeiras preocupações com os problemas ambientais, surgem normas especificamente destinadas à tutela do meio ambiente no País, entre elas: o Estatuto da Terra, de 1964; o novo Código Florestal, de 1965; a Lei de Proteção à Fauna, de 1967; o novo Código de Pesca, de 1967; o Código de Mineração, de 1967; a Política Nacional de Saneamento Básico, 1967; e a Lei 5.357, de 1967, que estabeleceu penalidades para embarcações e terminais marítimos ou fluviais que lançassem detritos ou óleo em águas brasileiras (SILVA, 2007). Destaca-se, ainda, que em 1967 foi criado o Conselho Nacional de Controle da Poluição Ambiental.

Na década de 1970 o Brasil participaria da Conferência de Estocolmo, de 1972. Segundo Tolomei (2005, p. 1) tal participação foi o primeiro grande passo do País na direção da proteção ambiental. Afirmo o autor que:

Nesta década, teve início a atuação mais incisiva da relação do Estado e da sociedade para buscar uma racionalização da exploração ambiental, pois, foi justamente nesta fase que o Governo brasileiro incentivou o crescimento industrial visando ocupar espaço no cenário internacional, entre os países desenvolvidos. [...]. Buscava-se uma conscientização pública para a preservação ambiental.

Gestava-se, então, o início de uma base legal para o tratamento do meio ambiente no Brasil.

Em 1975, o Decreto-Lei 1.413 dispôs sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada pela atividade industrial. Por este Decreto, as indústrias ficaram obrigadas a

promover os métodos necessários para prevenir ou corrigir os inconvenientes e prejuízos da poluição e da contaminação ambientais (THEODORO *et al*, 2004).²⁸

Em 1977, é regulamentado pela primeira vez no País o Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras, especificamente no Rio de Janeiro, pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEEMA).

Na visão de Theodoro *et al* (2004), esse fato foi relevante, pois com a implementação desse sistema, os Estudos de Impacto Ambiental (EIA) passaram a se constituir um importante meio de aplicação de políticas preventivas; a inserção desses Estudos foi um reflexo da Conferência de Estocolmo de 1972 e das sugestões da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), difundidas mundialmente na década de 70. Informam os autores que, assim como o Brasil, vários outros países adotaram, em suas legislações, normas que tornaram obrigatório o EIA para a implementação de atividades que envolvessem a exploração de recursos naturais.

Até então, conforme Baracho Júnior (2000, p. 183), o Brasil carecia de uma mudança de mentalidade sobre o meio ambiente, inclusive da classe política, que não percebia o tratamento que este vinha tendo no cenário internacional.

A forma como as normas brasileiras protegiam os elementos naturais até a década de 70, considerava o meio ambiente como ‘recurso’, ou seja, como um meio para obtenção de finalidades humanas. [...]. Com o incremento das normas ambientais no Brasil, o meio ambiente deixou de ser tratado como ‘recurso’.

Isso viria a ocorrer mais recentemente, do ponto de vista histórico.

Avalia Silva (2007, p. 360) que só recentemente no Brasil “[...] se tomou consciência da gravidade da degenerescência do meio ambiente natural, cuja proteção passou a reclamar uma política deliberada, mediante normas diretamente destinadas a prevenir, controlar e recompor sua qualidade”.

Foi a década de 1980 o marco da fixação da tutela ambiental no ordenamento jurídico brasileiro. Conforme Milaré (2007, p. 141), “[...] podemos afirmar, sem medo de errar, que somente a partir da década de 1980 é que a legislação sobre a matéria passou a desenvolver-se com maior consistência e celeridade”.

²⁸ O Decreto n. 76.389 do mesmo ano, criado para regulamentar esta norma definiu, em seu artigo 1, a poluição ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de energia ou de substâncias sólidas, líquidas ou gasosas, ou combinação de elementos despejados pelas indústrias, em níveis capazes de, direta ou indiretamente, prejudicar a saúde, a segurança e o bem-estar da população; de criar condições adversas às atividades sociais e econômicas; e de ocasionar danos relevantes á flora, á fauna e a outros recursos naturais. (THEODORO *et al*, 2004).

Com efeito, nesta ocasião, influenciado pela criação do Direito Ambiental Internacional, o Brasil promulgou leis de extrema importância para a tutela do meio ambiente. (TOLOMEI, 2005).

Em 1980, surge a Lei 6.803, que dispôs sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial em áreas críticas de poluição. Afirma Milaré (2007, p. 150) que esta lei antecipou, no ordenamento jurídico brasileiro, a preocupação com o desenvolvimento sustentável, muito clara no artigo 1º, segundo o qual as zonas destinadas à instalação de indústrias serão definidas em esquema de zoneamento urbano, aprovado por lei, “[...] que compatibilize as atividades industriais com as ambientais”.

Em 1981, a Lei 6.902 dispôs sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental (APA).

No mesmo ano foi editada a Lei 6.938, que instituiu no Brasil a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e o Sistema de Licenciamento de Atividades Potencialmente Poluidoras (SLAP) (THEODORO *et al*, 2004). A referida Lei, que até hoje compõe o ordenamento, adotou princípios e regras estabelecidos pela Declaração de Estocolmo (1972), tratou da responsabilidade civil por ato lesivo ao meio ambiente e criou instrumentos de preservação do dano (TOLOMEI, 2005).

Avalia Milaré (2007, p. 141) que a Lei 6.938 foi o primeiro grande marco da postura recente do ordenamento jurídico brasileiro na busca pela tutela ambiental, pois:

[...] entre outros tantos méritos, teve o de trazer para o mundo do Direito o conceito de meio ambiente como objeto específico de proteção aos seus múltiplos aspectos; o de instituir um Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), apto a propiciar o planejamento de uma ação integrada de diversos órgãos governamentais através de uma política nacional para o setor; e o de estabelecer, no art. 14, parágrafo 1º, a obrigação do poluidor de reparar os danos causados, de acordo com o princípio da responsabilidade objetiva (ou sem culpa) em ação movida pelo Ministério Público.

Theodoro *et al* (2004, p. 6) também ressaltam a importância da referida Lei:

A PNMA, que foi alterada pela Lei 10.165/00, tem por objetivo a preservação, a melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar ao país, condições de desenvolvimento socioeconômico, aos interesses de segurança nacional e a proteção da dignidade da vida humana. [...]. A partir dessa Lei ficou instituído que o meio ambiente é um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o coletivo. Entre outras tratativas, essa Lei estabeleceu os padrões de qualidade ambiental; o zoneamento ambiental; a avaliação de impactos ambientais; o licenciamento e revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras; a criação de reservas e estações ecológicas, áreas de proteção ambiental e as de relevante interesse ecológico pelo poder Público Federal. A referida Lei institui, também, o Cadastro Técnico Federal de atividades e instrumentos da defesa ambiental; ela prevê, ainda, a ação de responsabilidade civil por danos causados ao meio ambiente, legitimando o Ministério Público da União e dos estados para pleitear contra o poluidor a indenização por esses danos.

Com efeito, a Lei 6.938 traz em seu bojo profundamente arraigado o princípio da precaução/prevenção (já anteriormente comentado), mudando radicalmente a orientação do Direito Ambiental brasileiro: o enfoque da prudência e da vigilância substituiu o enfoque da tolerância (MARTINS, 2008).

Segundo Martins (2008), o licenciamento ambiental, instrumento administrativo para a implementação deste princípio, é prova disso. Hoje, o processo de licenciamento no Brasil ocorre em três etapas - licença prévia, licença de instalação e licença de operação - e para a concessão de licença ambiental é imprescindível a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) de empreendimentos e/ou atividades. Difere substancialmente da antiga legislação, que apenas reprimia a ação danosa (MARTINS, 2008).

De acordo com a autora, o estudo prévio de impacto ambiental, previsto expressamente na Constituição Federal vigente, é considerado um dos instrumentos imprescindíveis para a proteção jurídica do ambiente. Não por acaso hoje, os órgãos ambientais, baseando-se no princípio da precaução, têm negado a concessão de várias licenças (MARTINS, 2008).

Em 1985, a Lei 7.347 disciplinou a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico e turístico.

Considera Milaré (2007, p. 141) que a promulgação desta Lei é o segundo grande marco da tutela ambiental recente no Brasil, pois ela:

[...] disciplinou a ação civil pública como instrumento processual específico para a defesa do ambiente e de outros interesses difusos e coletivos e possibilitou que a agressão ambiental finalmente viesse a tornar-se um caso de justiça. Mediante essa lei, as associações civis ganharam força para provocar a atividade jurisdicional e, de mãos dadas com o Ministério Público, puderam em parte frear as inconsequentes agressões ao meio ambiente.

De fato, desde a promulgação da Lei 7.347, no âmbito do Poder Judiciário, observa-se a multiplicação de ações para impedir a continuidade de eventos danosos ao meio ambiente ou o ajuizamento de ações de caráter preventivo, substituindo-se o critério da certeza pelo da probabilidade. Informa Martins (2008) que é contundente, hoje, a ação do Ministério Público nesse sentido, que, de forma precursora, tem pedido liminares nas ações civis públicas e que os juízes as têm concedido, entendendo caracterizado o *periculum in mora*.²⁹

²⁹ Expressão que designa ‘perigo da demora’ na proteção a determinado bem, no caso o bem ambiental. Refere-se ao risco de perecimento do Direito pela demora na tutela.

Historicista Tolomei (2005) que, nesta época, (década de 1980), o Estado brasileiro já contava com Organizações Não-Governamentais e instituições científicas engajadas não só na fiscalização do meio ambiente como também na busca de alternativas para a adequada exploração dos recursos ambientais.

As pressões sociais e econômicas (internas e externas) culminaram com a promulgação da Constituição Federal, em 1988, considerada por Milaré (2007, p. 141) como o terceiro grande marco da tutela ambiental no Brasil.

O terceiro marco pontifica em 1988, com a promulgação da atual Constituição Federal, onde o progresso se fez notável na medida em que a Carta Magna deu ao meio ambiente uma disciplina rica, dedicando à matéria um capítulo próprio em um dos textos mais avançados em todo mundo.

Ao dedicar um capítulo específico para o meio ambiente baseado no princípio do desenvolvimento sustentável, a Constituição de 88 destacou-se de todas as Constituições anteriores no Brasil, pois estas o tutelaram indireta e circunstancialmente (MILARÉ, 2007).

De acordo com Silva (2007, p. 773):

As normas constitucionais assumiram a consciência de que o direito à vida, como matriz de todos os demais direitos fundamentais do homem é que há de orientar toda a forma de atuação no campo da tutela do meio ambiente. Compreendeu que ele é um valor preponderante que há de estar acima de quaisquer considerações como as de desenvolvimento, como as de respeito ao direito de propriedade, como as da iniciativa privada. Também são garantidos no texto constitucional, mas, a toda evidência, não podem primar sobre o direito fundamental à vida que está em jogo quando se discute a tutela da qualidade do meio ambiente, que é instrumental no sentido de que, através desta tutela, o que se protege é um valor maior: a qualidade da vida humana.

Em 1998, entra em vigor a Lei 9.605, considerada por Milaré (2007, p. 141-142) como o quarto marco da proteção ao meio ambiente no País. Dispondo sobre as sanções penais e administrativas aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, esta Lei, conhecida como Lei de Crimes Ambientais:

[...] representa significativo avanço na tutela do ambiente, por inaugurar uma sistematização das sanções administrativas e por tipificar organicamente os crimes ecológicos. O diploma também inova ao tornar realidade a promessa constitucional de se incluir a pessoa jurídica como sujeito ativo do crime ambiental.

Assim, em relação à Lei de Crimes Ambientais, merecem atenção especial os artigos 2º e 3º, que tratam dos agentes sujeitos às penalidades desta lei e da responsabilização da pessoa jurídica. O artigo 60 também se destaca, pois comina pena de detenção ou multa àqueles que exercerem atividade econômica sem a devida licença ambiental (BEZERRA, 2005).

Afirma Bezerra (2005) que o arcabouço brasileiro de proteção ambiental é notoriamente vasto e numeroso. Concorde-se com este autor, segundo o qual a problemática ambiental com

o qual se depara não é referente à produção legislativa, mas sim quanto à organização, aplicação, efetividade e eficácia deste arcabouço.

No que respeita à normativa internacional, informa Mazzuoli (2007) que muito antes da promulgação da Constituição Federal de 1988 o Brasil já havia ratificado os mais importantes tratados internacionais relativos ao Direito Internacional do Meio Ambiente, processo que posteriormente foi intensificado com a entrada em vigor do atual texto constitucional.

Hoje o Brasil é parte dos principais tratados internacionais sobre o meio ambiente concluídos sob os auspícios da ONU, instrumentos que integram e complementam a regra de proteção ao meio ambiente insculpida no artigo 225 da Constituição, e que se incorporam ao Direito interno brasileiro com *status* diferenciado das demais normas internacionais tradicionais (MAZZUOLI, 2007).

Entre os instrumentos internacionais mais recentes ratificados pelo Brasil, Mazzuoli (2007) destaca especialmente a Convenção sobre Diversidade Biológica proveniente da Eco-92, aprovada no Brasil em 1994 e promulgada por Decreto em 1998; a Convenção das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, promulgada entre nós por Decreto em 1998; e o Protocolo de Kyoto, aprovado por Decreto e ratificado em 2002.

Esta perspectiva também se aplica em relação às normas internacionais sobre o meio ambiente marinho.

6.2.1. Meio Ambiente Marinho: Normativa Nacional

Informa Octaviano Martins (2007a) que, no Brasil, vários acidentes já degradaram o meio ambiente marinho nacional.

Citam-se, mais recentemente:

- Os vazamentos de óleo das refinarias da Reduc (Refinaria Duque de Caxias), no Rio de Janeiro em 2000, com derrame de três milhões de litros de óleo combustível na Baía de Guanabara, devido ao rompimento de um oleoduto;
- O acidente que culminou com o afundamento da plataforma P-36 na Bacia de Campos, em 2001, com consequente derramamento de óleo no mar; e
- O acidente com o navio NT Vicuna, de bandeira chilena, ocorrido em 2004, que explodiu três vezes e naufragou, provocando o derrame de aproximadamente quatro mil toneladas de três tipos de combustível (principalmente metanol) na Baía de Paranaguá, no Paraná (MARIANO, 2007; OCTAVIANO MARTINS, 2007a).

Nenhum dos acidentes ambientais em águas brasileiras, porém, teve as repercussões dos grandes acidentes internacionais marítimos (aqui já mencionados). Não obstante, a legislação brasileira sobre o meio ambiente marinho é uma das mais avançadas, exatamente por sua severidade (OCTAVIANO MARTINS, 2007a).

No plano internacional, o Brasil recebe as mais importantes convenções internacionais relativas à preservação do ambiente marinho e à segurança marítima, pois é membro da IMO e signatário das principais convenções internacionais que norteiam as regras de segurança marítima e prevenção da poluição marinha (OCTAVIANO MARTINS, 2007a).

Na Tabela 4, é possível observá-las.

Tabela 4 - Convenções internacionais sobre meio ambiente marinho adotadas pelo Brasil.

CONVENÇÕES INTERNACIONAIS	ADOÇÃO NO BRASIL
Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil por Danos Causados por Poluição por Óleo, de 1969	1976
Convenção Internacional Sobre Responsabilidade Civil Por Danos Causados Por Poluição Por Óleo (CLC, Civil Liability Convention), De 1969, Em Bruxelas	1977
Convenção sobre Prevenção de Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias (com emendas), de 1972	Promulgada em 1987 e ratificada em 1998
MARPOL 1973 e Protocolo 1978	Promulgada em 1978 e ratificada em 1998
Convenção de Basileia Sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos, 1989	Promulgada em 1992 e ratificada em 1993
Convenção Internacional sobre o Preparo, a Prevenção, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo, Londres (OPRC), 1990	1998

Fonte: OCTAVIANO MARTINS (2007a).

No que tange à legislação interna sobre acidentes ambientais marítimos e derramamento de petróleo, merecem destaque a normativa mais recentemente editada:

- A Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário (LESTA), regulamentada por Decreto em 1998 (RELESTA);
- A Lei de Crimes Ambientais (9.605, de 1998, já comentada);
- A Lei do Óleo (9.966, de 2000), que dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional. Estabelecendo os princípios básicos a serem obedecidos na movimentação de óleo e outras substâncias nocivas (em portos organizados, instalações portuárias, plataformas e navios em águas sob jurisdição nacional), esta Lei não pode ser esquecida pelos empreendimentos que exercem as atividades de E&P de petróleo; e

- As Normas da Autoridade Marítima (NORMAM), 01, 03, 04 (referente ao *port state control*), e 06 e 20 (referente à água de lastro) (OCTAVIANO MARTINS, 2007a; MARIANO, 2007; BEZERRA, 2005).

Em relação às atividades de E&P de petróleo, a Constituição Federal brasileira exige, no parágrafo 1º, Inciso IV, a realização de estudos ambientais prévios a essas atividades e o parágrafo 4º que trata da preservação ambiental da zona costeira, classifica-a como patrimônio nacional (BEZERRA, 2005).

Ainda quanto ao texto constitucional de proteção ambiental, merece destaque o parágrafo 3º do artigo 225 que deixa clara a responsabilidade penal e administrativa por danos ao meio ambiente, somando-se a essas duas, a responsabilização ambiental na esfera civil, “[...] de forma a perfazer as três esferas de responsabilidade por dano ambiental” (BEZERRA, 2005, p. 4).

A responsabilidade civil ambiental é objetiva, sendo este, conforme Bezerra (2005), um dos princípios basilares deste ramo do Direito. Para a configuração da responsabilidade basta a atividade lesiva, o dano e o nexo de causalidade entre um e outro, sem necessidade de se perquirir a culpa. O artigo 14, parágrafo 1º da Lei 6.938 é claro nesse sentido (BEZERRA, 2005). Afirma Bezerra (2005) que a responsabilidade administrativa é aferida de forma objetiva enquanto que a responsabilidade criminal se perfez subjetivamente.

Por oferecer risco ambiental, as atividades de E&P de petróleo no Brasil são regulamentadas e reguladas por agentes específicos, desenhando e caracterizando o setor de petróleo e gás no País, tal qual o conhecemos hoje. Estes agentes detêm os papéis mais importantes na execução e formulação das políticas relacionadas ou de regulação das atividades petrolíferas no País (ABPIP, 2010).

- **Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)** - criado em 1997, sua função é formular para a Presidência da República políticas e diretrizes nacionais para garantir o desenvolvimento e a correta exploração dos recursos energéticos do País;
- **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP)** - criada em 1998, tem como finalidade promover a regulação, a contratação, a fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do petróleo, do gás, e dos biocombustíveis cabendo, entre outras funções, a execução das determinações constantes da política nacional de energia para o setor em que se insere (ABPIP, 2010);

- **Ministério das Minas e Energia (MME)** - criado em 1960, pela Lei 3.782 (anteriormente, os assuntos de minas e energia eram de competência do Ministério da Agricultura). Extinto em 1990, o MME voltou a ser criado em 1992. Às suas áreas competentes, cabe: (i) promover estudos para conhecimento das bacias sedimentares, propondo diretrizes para as áreas a serem concedidas em licitação pela ANP (autarquia a ele vinculada); (ii) elaborar, propor e monitorar os planos plurianuais do setor de exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e gás natural; (iii) interagir com as agências reguladoras, além de concessionários da ANP, orientando quanto à política a ser seguida; (iv) coordenar e promover programas de incentivos e ações visando à atração de investimentos e negócios para os setores nacionais de petróleo, gás natural e combustíveis renováveis; (v) propor políticas públicas voltadas para a maior participação da indústria nacional, monitorar e estimular atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, nos setores de petróleo, gás natural e combustíveis renováveis, além de realizar, em conjunto com a ANP, o aproveitamento racional das reservas de hidrocarbonetos; e (vi) atuar como facilitador na interação entre o setor produtivo e as entidades ambientais. (ABPIP, 2010). Em 2004, foi criado pelo MME a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), prestadora de serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético;
- **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)** - ambos têm funções primárias, respectivamente, propor e executar as políticas nacionais de meio ambiente, especialmente no que diz respeito ao uso sustentável dos recursos ambientais, exercendo sobre ele fiscalização e controle. O CONAMA, em particular, regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente, constituindo-se de grande importância para a indústria petrolífera (ABPIP, 2010; BEZERRA, 2005);
- **Organismos Estaduais do Meio Ambiente (OEMAs)** - regulamentados de acordo com a Lei 6.803, de 1980, que favoreceu a criação da base legal para o licenciamento ambiental, dando poderes aos estados e municípios para criar seus próprios sistemas de licenciamento, são organismos que avaliam conjuntamente com a ANP e o IBAMA a viabilidade de E&P de petróleo e gás de áreas com restrições ambientais. (ABPIP, 2010);

- **Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ)** - criada em 2001 e vinculada ao Ministério dos Transportes, tem como finalidade regular os transportes aquaviários e as atividades portuárias.

Integram ainda o corpo de agentes envolvidos com a E&P de hidrocarbonetos a Marinha do Brasil, cuja função é fiscalizar as embarcações utilizadas em atividades relacionadas, assim como o tráfego nas águas jurisdicionais brasileiras, e a própria Petrobras, que após a abertura do setor de petróleo foi autorizada a constituir consórcios com empresas nacionais ou estrangeiras e livre para constituir subsidiárias, podendo associar-se a outras empresas, majoritariamente ou minoritariamente (ABPIP, 2010).

Segundo Bezerra (2005), a ANP e o IBAMA, particularmente, são organismos empenhados em tornar mais claros os aspectos da legislação ambiental brasileira, bem como a importância da proteção ambiental na indústria petrolífera. O trabalho conjunto desses dois órgãos na elaboração de guias de identificação de áreas ambientalmente sensíveis (já a partir do 5º round de licitações para a concessão de exploração de blocos de óleo e gás no Brasil, 2003) permitiu que fossem excluídas das licitações outras áreas nas quais as atividades de E&P de petróleo seriam insustentáveis.

No âmbito das atividades de E&P de petróleo *offshore*, outras leis e resoluções são também importantes, merecendo referência.

A Resolução CONAMA 001, de 1986, após cinco anos da edição da Política Nacional do Meio Ambiente, previu a elaboração de termos de referência pelo IBAMA,³⁰ que, segundo Bezerra (2005), são verdadeiros ajustes entre o órgão ambiental e o empreendedor, pois determinaram o escopo, os procedimentos e os critérios para a elaboração de estudos ambientais *lato sensu*.

A Resolução em comento estabeleceu as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, “[...] definindo

³⁰ Segundo Bezerra (2005), os termos de referência têm como conteúdo: a identificação da atividade da concessionária; a caracterização da atividade; a descrição geral da atividade; área de influência da atividade; diagnóstico ambiental (referindo-se ao meio ambiente físico, biótico e socioeconômico); a análise de riscos; a identificação e avaliação de impactos ambientais; problemas ambientais; e plano emergencial.

termos técnicos e procedimentos que hoje são amplamente utilizados nos licenciamentos ambientais” (MARCHIORO *et al*, 2005, p. 229).³¹

A Resolução CONAMA 23, de 1994, instituiu procedimentos específicos para o licenciamento das atividades de E&P de petróleo e gás natural, considerando desde a fase de perfuração até a produção (BEZERRA, 2005).

A Resolução CONAMA 237, de 1997, estabeleceu que, em matéria de exploração, perfuração e produção de óleo e gás *offshore*, é o IBAMA o órgão competente para o licenciamento ambiental (BEZERRA, 2005).

A Lei 9.478, de 1997, Lei do Petróleo, além das inovações anteriormente mencionadas (quebra do monopólio da Petrobras, criação da ANP e do CNPE), trouxe a possibilidade de aperfeiçoamento do licenciamento ambiental para as atividades de E&P de petróleo *offshore*, como instrumento da política ambiental brasileira (MARCHIORO *et al*, 2005).

Observa Bezerra (2005) que, até a promulgação desta Lei, o conceito de desenvolvimento sustentável nunca tinha sido discutido no setor petrolífero brasileiro, o que justificaria este aperfeiçoamento e suas orientações.

Na sequência, em 1999, o IBAMA cria o Escritório de Licenciamento das Atividades de Petróleo e Nuclear, que ofereceu sustentação para tanto. Segundo Marchioro *et al* (2005, p. 229):

A partir de então, os processos administrativos de licenciamento ambiental para a exploração, produção e escoamento de hidrocarbonetos em áreas marinhas são instruídos de acordo com diretrizes técnicas ambientais, sendo que a atividade de produção é especialmente avaliada no contexto de sistemas de produção e escoamento, e não de forma isolada, por plataforma.

A criação deste organismo, portanto, foi indispensável para o controle e elaboração das diretrizes de compatibilização das atividades de E&P *offshore* com a conservação dos recursos naturais marinhos (MARCHIORO *et al*, 2005).

Em 2000, a Resolução CONAMA 265 levou a ações de controle e prevenção da análise do processo de licenciamento ambiental das instalações industriais de petróleo e derivados

³¹ Os fundamentos do processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) foram estabelecidos nos Estados Unidos em 1969, quando o Congresso norte-americano aprovou a ‘*National Environmental Policy of Act*’, mais conhecida pela sigla NEPA, sancionada no ano seguinte. A NEPA é considerada o principal marco da conscientização ambiental, sendo tomada como uma resposta às pressões crescentes da sociedade organizada para que os aspectos ambientais passassem a ser considerados na tomada de decisão sobre a implantação de projetos capazes de causar significativa degradação ambiental. A AIA generalizou-se rapidamente nos Estados Unidos, assim como em outros países desenvolvidos e, pouco mais tarde, nos países em desenvolvimento, ajustando-se ao sistema de governo de cada jurisdição – país, região, local – onde foi introduzida. E mesmo onde não está prevista na legislação, tem sido aplicada por força das exigências dos organismos internacionais. (ROCHA *et al*, 2005).

localizados em território brasileiro, propiciando a elaboração de planos de contingência em caso de derramamentos de óleo (BEZERRA, 2005).

No mesmo ano, a Lei 9.985 instituiu o Sistema Brasileiro das Unidades de Conservação (SNUC), que possui disposição que obriga à adoção de medidas compensatórias ao dano ambiental (BEZERRA, 2005).

Um ano depois, a Resolução do CONAMA 293, de 2001, dispôs sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para acidentes por óleo originados em portos organizados, instalações portuárias ou terminais, dutos e plataformas, bem como suas respectivas instalações de apoio (BEZERRA, 2005).

Em 2004, a Resolução CONAMA 350 fez com que o sistema brasileiro de licenciamento ambiental passasse a contar com um procedimento específico para o licenciamento das atividades de aquisição de dados sísmicos marítimos ou zonas de transição. Por esta Resolução, o licenciamento ambiental da atividade sísmica foi regido com regras próprias e claras na direção do meio ambiente sustentável (BEZERRA, 2005).

Na indústria de petróleo *upstream*, o licenciamento ambiental, por ser o mais importante instrumento para que se atinjam os objetivos da Política Nacional de Meio Ambiente, é determinante nas atividades de E&P de petróleo *offshore* no Brasil no sentido de sua compatibilização com o fator ambiental, em especial quanto ao monitoramento ambiental dessas atividades.

Esses são o tema da próxima seção do estudo, que tem como foco o monitoramento ambiental das atividades de perfuração *offshore* de petróleo no Brasil.

7. LICENCIAMENTO AMBIENTAL E A FASE DE PERFURAÇÃO

O licenciamento ambiental é definido no artigo 1º, Inciso I, da Resolução 237 do CONAMA, de 1997, como:

[...] o procedimento administrativo pelo qual o órgão competente licencia a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso. (MARTINS, 2008, p. 44).³²

Trata-se de um procedimento administrativo, “[...] destinado à prestação de serviço público - que visa ao controle das obras e/ou atividades que possam resultar intervenções ao meio ambiente, definindo direitos e obrigações para o exercício das atividades licenciadas” (BEZERRA, 2005, p. 4).

No Brasil, por encontrar guarida na Constituição (no artigo 225, parágrafo 1º, Inciso IV) e no artigo 10 da Lei que estabelece as diretrizes da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/81), o licenciamento é uma obrigação legal prévia à instalação de empreendimentos ou atividades, que possui como uma de suas mais expressivas características a participação social na tomada de decisão, por meio de audiências públicas, como parte do processo de análise da licença de operação (PORTO *et al*, 2007).³³

Segundo Souza *et al* (2010), o licenciamento é a única ferramenta utilizada pelo Poder Público para conhecer e controlar as atividades utilizadoras de recursos naturais ou que sejam consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras. É através da emissão de licenças que o órgão ambiental estabelece as condições, restrições e medidas de controle “[...] que deverão ser obedecidas pelo empreendedor para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades” (MARIANO, 2007, p. 212). Pela Lei de Crimes Ambientais, as empresas que funcionam sem o licenciamento estão sujeitas às sanções ali previstas.

No Brasil, conforme o Decreto 88.351, de 1983, que regulamentou a Lei sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, há três tipos de licenciamento ambiental: o

³² Esta resolução contém em anexo uma listagem detalhada das atividades ou empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental.

³³ Segundo o IBAMA (2011), a audiência pública é uma das etapas da avaliação do impacto ambiental e o principal canal de participação da comunidade nas decisões em nível local. Esse procedimento consiste em apresentar aos interessados o conteúdo do estudo e do relatório ambiental, esclarecendo dúvidas e recolhendo as críticas e sugestões sobre o empreendimento e as áreas a serem atingidas. Sánchez (2010) afirma que os procedimentos de consulta pública se justificam porque os projetos com potencial de causar impactos ambientais significativos tendem a ser controversos. Com as audiências públicas, nas quais o projeto é divulgado antecipadamente e se dá publicidade ao relatório de impacto ambiental, criam-se mecanismos para que os cidadãos expressem suas preocupações e desse processo podem surgir modificações no projeto ou medidas mitigadoras ou compensatórias adicionais, que podem ser incorporadas às exigências da licença ambiental.

Licenciamento Prévio (LP), concedido na fase preliminar da atividade; o Licenciamento de Instalação (LI), concedido para autorizar o início da implantação do empreendimento impactante; e o Licenciamento de Operação (LO), concedido para autorizar, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada (ROCHA *et al*, 2005).

Informam Rocha *et al* (2005) que, dentre os países do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL), o Brasil é o único que exige licenciamento em três fases, quais sejam, planejamento, construção e operação. Muito embora no âmbito deste bloco econômico o processo de licenciamento ambiental adotado pelo Brasil, Paraguai e Uruguai possua semelhanças, a legislação brasileira é a mais completa e moderna.

A indústria do petróleo, devido ao alto risco de impactos ambientais ao longo de sua cadeia produtiva, é responsável por uma grande demanda de licenciamento ambiental (PORTO *et al*, 2007).

Na área de petróleo, o licenciamento ambiental é orientado desde o ano de 2003 por um guia, o ‘Guia de Licenciamento do Setor de Petróleo’, elaborado conjuntamente pela ANP e pelo IBAMA para os responsáveis pela implementação de empreendimentos de perfuração, pesquisa e produção de petróleo e ao público em geral, amplamente disponibilizado nas páginas da internet de ambas as instituições (PORTO *et al*, 2007).

A entrada em vigor deste guia, sempre atualizado com informações complementares, representou, na verdade, um aperfeiçoamento, pois, até 2002, o IBAMA apresentava uma estrutura pequena e inadequada para as avaliações do setor, uma vez que registrava grande carência de pessoal técnico especializado e uma frágil integração entre as diversas áreas relacionadas ao tema dentro da instituição (PORTO *et al*, 2007).

Importa destacar que também nesta época, por ocasião da 5ª Rodada de Licitações de áreas para exploração de petróleo e gás *offshore* no Brasil (5º Round), a ANP e o IBAMA elaboraram o ‘Guia para o Licenciamento Ambiental das Atividades de Perfuração de Óleo e Gás’, direcionado para as áreas costeiras e marinhas que apresentam maior suscetibilidade de impacto nesta fase. (ANP, 2003).³⁴ O Guia também é atualizado.

O licenciamento ambiental das atividades relacionadas à exploração de jazidas de combustíveis líquidos e gás natural ocorre em procedimento específico, regulamentado pela Resolução CONAMA 23, de 1994, que considera como atividades de exploração dessas

³⁴ Este Guia foi um aperfeiçoamento do primeiro Guia de Licenciamento Ambiental das Atividades de Perfuração de Óleo e Gás um ano antes, em 2002, por ocasião da 4ª Rodada de Licitações.

jazidas as de perfuração de poços para identificação das jazidas e suas extensões; produção para pesquisa sobre viabilidade econômica; e produção efetiva para fins comerciais (PORTO *et al*, 2007).

A Resolução 23 prevê a elaboração de Relatório de Controle Ambiental (RCA) para o licenciamento da fase de perfuração (terrestre ou marítima); de Estudo de Viabilidade Ambiental (EVA) para a licença prévia de produção para pesquisa e testes de longa duração; de Relatório de Avaliação Ambiental (RAA) para a produção de blocos exploratórios nos quais já houve produção; e Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para a licença de instalação, isto é, a produção em blocos onde ainda não houve produção.

Para a concessão de licenciamento de operação de atividade sísmica, é exigida elaboração de Estudo Ambiental (EA) (Resolução CONAMA 350) e após a sua aprovação a atividade de levantamento de dados sísmicos marítimos é autorizada (MARCHIORO *et al*, 2005; PORTO *et al*, 2007).

Na visão de Marchioro *et al* (2005, p. 230), esta regulamentação torna os procedimentos de licenciamento ambiental das atividades de exploração e produção de hidrocarbonetos “[...] bastante distintos dos procedimentos adotados para o licenciamento ambiental usual”.

Especificamente na fase de perfuração, o Relatório de Controle Ambiental visa à descrição desta atividade, riscos ambientais, impactos e medidas mitigadoras a serem tomadas (BEZERRA, 2005).

É composto de estudos dos aspectos concernentes à localização, operação e ampliação da atividade ou empreendimento e contém informações sobre a caracterização do ambiente de instalação; alvarás e documentos similares; e plano de controle ambiental identificando as fontes de poluição e degradação e as medidas de controle pertinentes, de conteúdo que varia de caso a caso (MARIANO, 2007).

Para a obtenção de Licença Prévia (LP), o empreendedor deve requerer o Termo de Referência para a elaboração do RCA, através de correspondência protocolada na Coordenação Geral de Petróleo e Gás (CGPEG), documento que apresenta o memorial descritivo do projeto, o mapa geo-referenciado de localização onde a atividade se realizará e o contrato de concessão do bloco ou campo (PORTO *et al*, 2007). Depois da apresentação do Termo à CGPEG, haverá consultas e pareceres, a emissão de um parecer técnico e a emissão da licença.

Essas etapas podem ser observadas no fluxograma abaixo.

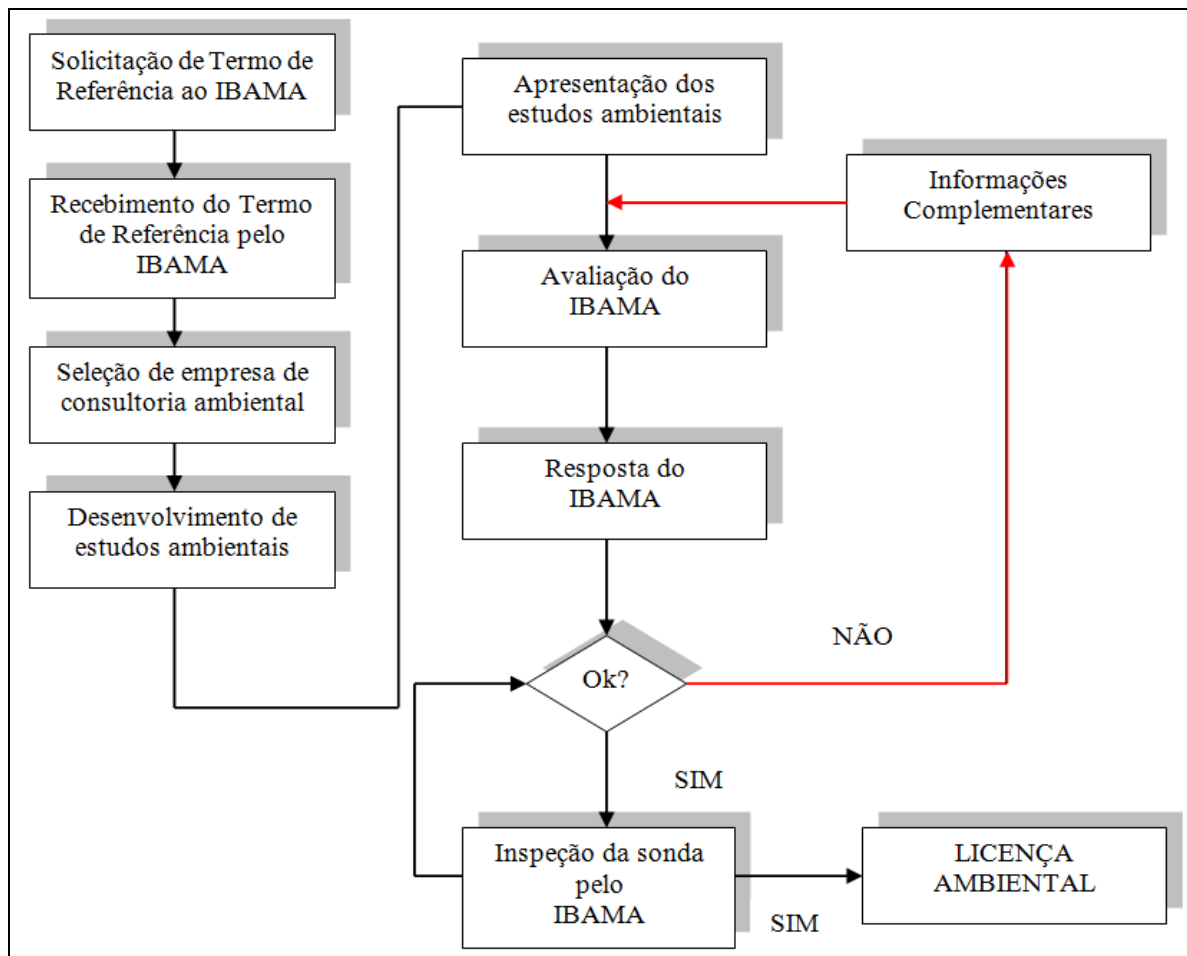


Figura 12 - Etapas do processo de licenciamento de perfuração.

Fonte: Adaptado de SOUZA *et al* (2010).

Theobald (citado por Souza *et al*, 2010) afirma que a perfuração *offshore* é atividade de alto risco tecnológico devido à permanente possibilidade de ocorrência de um acidente industrial maior.

Com efeito, o Guia para Licenciamento Ambiental das Atividades de Perfuração de Óleo e Gás da ANP e IBAMA (elaborado para a 8ª Round de licitações) estabelece os principais impactos das atividades de perfuração de poços de petróleo. Eles são resumidos Na Tabela 5 abaixo.

Tabela 5 - Principais Impactos Ambientais da Atividade de Perfuração *Offshore*.

Impactos Potenciais	Abrangência	Áreas Afetadas	Efeito
Pequenos vazamentos	Local (pontual)	Coluna d'água	Contaminação
Médios vazamentos	Local	Coluna d'água	Contaminação, mortalidade
Grandes vazamentos (<i>blowout</i>)	Regional	Coluna d'água Ecossistemas costeiros	Contaminação, perda de habitat, mortalidade
Impactos Efetivos	Abrangência	Áreas Afetadas	Efeito
Descarte de fluidos	Local	Coluna d'água e sedimento (organismos marinhos)	Contaminação, mortalidade
Descarte de cascalho	Local	Sedimento (organismos de fundo)	Perda de habitat, contaminação e mortalidade

Fonte: ANP (2006)

No entanto, há críticas quanto ao sistema brasileiro de licenciamento na fase de perfuração *offshore*. Souza *et al* (2010) citam dentre elas a de Schaffel, referente à padronização e adequação das análises, segundo a qual estaria faltando no Brasil uma regulamentação específica para o descarte dos resíduos que caracterizam a perfuração de poços marítimos de óleo e gás, além do percentual máximo de fluido de perfuração que pode estar agregado ao cascalho.³⁵

Dentre outras considerações, a autora sugere que haja uma padronização dos procedimentos dos testes de toxicidade quanto ao método e limites de toxicidade. Sugere ainda que os procedimentos dos testes de biodegradação, para fluidos de base sintética, sejam padronizados quanto ao método e limites de biodegradação; e dos procedimentos dos testes de bioacumulação, quanto ao método e limites de bioacumulação. Outra sugestão interessante é a catalogação de cascalho descartado, o que permitiria certa rastreabilidade para identificação de efeitos crônicos na biota marinha. (SOUZA *et al*, 2010, p. 6).

Souza *et al* (2010) observam, porém, que quanto à adequação e padronização das análises, consulta ao CGPEG apontou que muitas dessas vulnerabilidades vêm sendo eliminadas, através, por exemplo, da adoção de métodos e padrões estabelecidos para a emissão de laudos de toxidade aguda e crônica em organismos marinhos pré-determinados, como é o caso da adoção da Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 15.350, de 2006 como método para avaliação de toxicologia crônica e a 15.308, de 2006, para toxicologia aguda.

³⁵ As outras críticas mencionadas por esses autores são: morosidade na etapa de avaliação devido à inexistência de instrumentos básicos de gestão ou sua utilização precária (que comprometeria o cumprimento dos prazos estabelecidos); falta de planejamento quanto aos blocos que serão licitados (que iriam a leilão sem serem previamente submetidos a quaisquer avaliações ambientais, evidenciando a ausência da variável ambiental no planejamento); e a própria evolução da política ambiental (caracterizada por iniciativas, retrocessos e lacunas) (SOUZA *et al*, 2010).

E mencionam a Resolução CONAMA 357, de 2005, como outro marco regulatório importante para a fase de perfuração, pois dispôs sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabeleceu as condições e padrões de lançamento de efluentes, além de outras providências (SOUZA *et al*, 2010).

Considera-se, com Souza *et al* (2010) e com a própria ANP (2003, 2006), que o sistema de licenciamento ambiental das atividades de perfuração é recente no Brasil; trata-se de um processo ainda em evolução.

Não obstante, dentro desse sistema, o monitoramento ambiental é uma preocupação dos órgãos de licenciamento ambiental, eis que se relaciona ao controle e acompanhamento das condições ambientais nas atividades de E&P de petróleo (de modo a validar avaliações de impactos negativos identificados e/ou da eficiência de ações mitigadoras), além de servir como subsídio para novas proposições nesse sentido.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1. MONITORAMENTO AMBIENTAL DE ATIVIDADES DE PERFURAÇÃO OFFSHORE

De acordo com o Guia para o Licenciamento Ambiental das Atividades Marítimas de E&P de Petróleo e Gás Natural do IBAMA e ANP, a Coordenação Geral de Petróleo e Gás Natural (CGPEG) define, com a participação do empreendedor, os projetos ambientais necessários para o início do processo de licenciamento. Tais projetos devem apresentar uma estrutura pré-estabelecida pelo órgão licenciador, que inclui:

- Justificativa: descrição da situação e problemas a serem abordados, enfatizando os impactos a serem minimizados ou compensados;
- Descrição dos objetivos do projeto;
- Apresentação das metas vinculadas ao projeto pré-definido;
- Estabelecimento de indicadores ambientais para a determinação da eficiência do projeto durante o desenvolvimento da atividade;
- Identificação do público-alvo a ser atingido;
- Descrição da metodologia de desenvolvimento do projeto, explicitando claramente métodos e técnicas;
- Explicitação da inter-relação do projeto com outros e grau de interferência entre eles;
- Explicitação e atendimento a requisitos legais, normas e procedimentos aplicáveis;
- Descrição das etapas de execução do projeto;
- Descrição dos recursos necessários (físicos e humanos) necessários à implantação do projeto;
- Detalhamento das ações a serem implementadas em cada etapa (cronograma);
- Estabelecimento dos procedimentos de acompanhamento e avaliação de desempenho no cumprimento do projeto;
- Apresentação das instituições envolvidas com a responsabilidade durante a implantação do projeto;
- Apresentação da equipe técnica responsável pela elaboração do projeto;
- Apresentação da bibliografia utilizada na elaboração do projeto.

De acordo com o Termo de Referência do IBAMA, as medidas mitigadoras e compensatórias, incluem vários projetos, entre eles o de monitoramento ambiental.

Segundo Almeida (2006), monitoramento é a medição de variáveis e de processos, ao longo do tempo, relacionada com um problema específico.

Monitoramento ambiental é definido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2004) como o acompanhamento periódico (através de observações sistemáticas) de um atributo ambiental, de um problema ou situação, por meio da quantificação das variáveis que o caracterizam. Já pelo Guia de Procedimentos de Licenciamento Ambiental Federal do IBAMA (2002) como a coleta, com um propósito determinado, de medições ou observações sistemáticas e intercomparáveis, em uma série espaço-temporal, de qualquer variável ou atributo ambiental, que forneça uma visão sinóptica ou uma amostra representativa do meio ambiente. De acordo com este Guia, no contexto de uma avaliação de impacto ambiental, refere-se à medição das variáveis ambientais após o início da implantação de um projeto para documentar as alterações, basicamente com o objetivo de testar as hipóteses e previsões dos impactos e as medidas mitigadoras.³⁶

O monitoramento ambiental inclui observações e medições de parâmetros físicos, químicos, geológicos e biológicos, “[...] de acordo com um planejamento previamente definido e metodologias comparáveis, com o objetivo de coletar informações sobre a qualidade do ambiente (ALMEIDA, 2006, p. 187). E determina os desvios entre normas preestabelecidas (referenciais) e as variáveis medidas (IBGE, 2004).

Trata-se de uma parte essencial de toda atividade de gestão ambiental, desde a instalação do empreendimento ou atividade, passando pela fase de operação até sua desativação, até porque a avaliação de impactos ambientais (AIA) não termina quando um projeto recebe aprovação na forma de uma licença ambiental (SÁNCHEZ, 2010). Segundo Sánchez (2010, p. 101), pelo contrário:

[...] o processo de avaliação prossegue durante todo o período de vida do empreendimento, ou seja, as etapas de implantação, de operação e mesmo de desativação, incluindo as modificações que usualmente ocorrem durante o funcionamento de todo empreendimento. O princípio norteador do AIA, de *avaliar as consequências futuras das decisões presentes*, é aplicável a todas as decisões tomadas no âmbito de um empreendimento. (grifos do autor).

No Brasil, a primeira iniciativa de monitoramento ambiental de atividades de E&P de petróleo (pela Petrobras) ocorreu no final da década de 1980 na Bacia Sedimentar de Campos, tendo surgido especificamente em função das exigências da Fundação Estadual de Engenharia

³⁶ Informa o mesmo Guia que medidas mitigadoras são aquelas que um empreendimento toma para mitigar, isto é, reduzir (ou mesmo eliminar) algum procedimento que possa causar prejuízos ao meio ambiente, antes que isso ocorra. (IBAMA, 2002).

do Meio Ambiente (FEEMA), atual INEA, com vistas ao licenciamento do Gasoduto Enchova-Cabiúnas e da Estação de Tratamento de Efluentes de Cabiúnas (ALMEIDA, 2006).

Informa Almeida (2006, p. 188) que, já naquela época, ficou evidente a necessidade de implementar um programa de monitoramento ambiental para a região como um todo, visto que um estudo isolado para licenciar cada plataforma “[...] não seria suficiente para se conhecer e entender a dinâmica e a variabilidade natural do ambiente, além da ação dos empreendimentos e das atividades na região”.

Hoje, o monitoramento, ao lado da supervisão, da auditoria e da documentação, tem sido reconhecido como atividade essencial para assegurar a implementação satisfatória das condições de licença ambiental e o atendimento aos requisitos legais. De acordo com Sánchez (2010), a articulação dessas atividades na forma de planos de gestão ambiental, já previstos no Estudo de Impacto Ambiental (EIA), promove a integração entre o planejamento e a gestão ambiental.

Diga-se que, conforme Sánchez (2010), este aspecto é semelhante com os requisitos de um sistema de gestão ambiental, particularmente o modelo preconizado pela Norma ISO 14001 (parte da série ISO 14000), resultando de necessidades praticamente idênticas (o que não é por acaso), quais sejam: (i) gerir o empreendimento com observância aos requisitos legais (e demais requisitos aplicáveis); e (ii) demonstrar o cumprimento desses requisitos. A ISO 14001 é parte da série ISO 14000.³⁷

No que respeita à fase de perfuração, vários projetos são exigidos pela ELPN/IBAMA (Atual CGPEG/IBAMA), entre eles o de monitoramento ambiental, como parte das medidas mitigadoras e compensatórias a serem tomadas pelos empreendedores (SCHAFFEL, 2002).

Na Tabela 6 abaixo é possível observar cada um deles e seus respectivos objetivos.

³⁷ A *International Organization for Standardization* (ISO) é organização internacional fundada em 1947 que objetiva a criação de normas internacionais de padronização que representam e traduzem o consenso de diferentes países. Dentre as diversas áreas da ISO, estão as normas de certificação ambiental (ANDREOLI, 2002).

Tabela 6 - Projetos exigidos pela CGPEG na atividade de perfuração.

PROJETOS	OBJETIVOS
Projeto de Controle da Poluição	Identificar e classificar os rejeitos típicos gerados pelas atividades de perfuração indicando o tratamento e disposição final adequada para cada um
Projeto de Monitoramento Ambiental	Monitorar os meios físico e biótico na área de influência da atividade de perfuração, antes, durante e depois de sua realização
Projeto de Comunicação Social	Apresentar a atividade de perfuração marítima às comunidades da área de influência do empreendimento, informando os cronogramas, potenciais impactos ambientais, e projetos mitigadores e compensatórios
Projeto de Treinamento dos Trabalhadores	Apresentar aos trabalhadores envolvidos os meios físico, biótico e antrópico onde se desenvolverá a perfuração, bem como os impactos ambientais decorrentes desta atividade e formas de minimizá-los, gerenciamento de resíduos, noções sobre legislação ambiental e conservação de energia e detecção e contenção de vazamentos
Projeto de Desativação da Atividade	Prever a desativação da unidade, bem como os cuidados ambientais a serem tomados para o abandono dos poços perfurados

Fonte: SCHAFFEL (2002)

Como se pôde observar, um Projeto de Monitoramento Ambiental (PMA) na fase perfuração visa à monitoração e avaliação das características físicas, químicas e biológicas das áreas de influência ao longo da atividade.

De acordo com Schaffel (2002), os objetivos de um projeto de monitoramento ambiental são:

- Monitorar os meios físico e biótico na área de influência da atividade de perfuração;
- Gerenciar e destinar adequadamente qualquer tipo de resíduo gerado pela plataforma;
- Divulgar o empreendimento de perfuração às comunidades da área de influência; e
- Instruir os trabalhadores da plataforma sobre os riscos ambientais que a atividade da qual fazem parte apresenta.

A CGPEG/IBAMA exige (para a obtenção da LP) que sejam implantados no mínimo cinco projetos de controle e monitoramento, nos quais devem se materializar as medidas mitigadoras e compensatórias propostas aos impactos identificados por esta atividade. Trata-se, assim, de prática indispensável para se dimensionar a magnitude dos impactos exercidos pela perfuração, levando a alterações do meio ambiente marinho.

Os parâmetros a serem monitorados são definidos com base nos elementos da biota que possam ser afetados e na composição dos fluidos de perfuração que serão utilizados, sendo que as não conformidades identificadas em relação à biota devem ser reportadas. Explica Schaffel (2002, p. 109) que nesse processo:

São coletadas durante a perfuração da última fase do poço (onde se usam fluidos potencialmente mais tóxicos) amostras de fluido de perfuração para a realização de testes de toxicidade. Devem ser descritos os métodos de coleta, armazenamento e análise das amostras colhidas. São fixadas datas e frequências para ocorrência dos monitoramentos que devem ser realizados antes, durante e depois da atividade de perfuração. Deve ser considerado o monitoramento adicional em caso de acidentes.

Ainda de acordo com a autora, o monitoramento do meio biótico, realizado por um especialista, reporta todas as alterações ambientais em relação à fauna marinha decorrentes da perfuração (principalmente as de interesse comercial, ameaçadas de extinção e aquelas protegidas por lei) e alterações na estrutura da comunidade bentônica, espécies incrustantes da plataforma e contaminação da biota por metais pesados (SCHAFFEL, 2002).

Em relação ao monitoramento do meio físico precisam ser verificados os impactos e alterações sobre a qualidade da água e sedimentos. Deste modo, avaliam-se na água: a toxicidade aguda e crônica nos fluidos de perfuração e água de produção; caracterização físico-química do teor de metais pesados no fluido de perfuração e água de produção descartados; sólidos em suspensão; turbidez; produtividade primária; carbono orgânico total; a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO); hidrocarbonetos poliaromáticos; hidrocarbonetos alifáticos totais; salinidade; temperatura da água e oxigênio dissolvido (SCHAFFEL, 2002). Já nos sedimentos são avaliados, o teor de metais pesados; textura; granulometria; carbono orgânico total; hidrocarbonetos poliaromáticos; e hidrocarbonetos alifáticos totais (SCHAFFEL, 2002).

Para Schaffel (2002, p. 103), a exigência de implantação dos projetos de monitoramento é muito importante e necessária, pois:

[...] como a atividade de perfuração de poços marítimos em águas profundas não apresenta impactos operacionais significativos sobre o meio ambiente, os operadores não teriam motivação espontânea para desenvolver projetos de monitoramento biótico e sociais, estando resguardados por uma matriz de impactos em sua maioria localizados, temporários e de baixa significância.

Além disso, o monitoramento ambiental na perfuração é importante porque retrata os impactos ambientais da atividade sobre a biota local (avaliando os efeitos do descarte de cascalhos e de fluidos), contribuindo para a formação de um banco de dados a respeito das águas da região.

No âmbito corporativo, a Norma ISO 14001 (da série ISO 14000) possibilita uniformizar as rotinas e os procedimentos necessários para a certificação ambiental a partir do cumprimento de um roteiro padrão válido internacionalmente, que, conforme Grummt Filho & Watzlawick (2008), reforça o atendimento integral da legislação local e visa à melhoria contínua de processos e do próprio sistema.

A Norma orienta, exemplifica e detalha as informações necessárias para a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Nesse contexto, o SGA é a forma pela qual a empresa se mobiliza, interna e externamente, “[...] para a conquista do desempenho ambiental desejado” (GRUMMT FILHO & WATZLAWICK, 2008, p. 2).

Maimon (*apud* GRUMMT FILHO & WATZLAWICK, 2008) afirma que a gestão ambiental é um conjunto de procedimentos para gerir ou administrar uma organização na sua interface com o meio ambiente. Essencialmente voltada para as organizações (companhias, corporações, firmas, empresas ou instituições) consiste no conjunto de políticas, programas e práticas administrativas e operacionais que levam em conta a saúde e a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente por meio da eliminação ou minimização de impactos e danos ambientais decorrentes do planejamento, implantação, operação, ampliação, realocação ou desativação de empreendimentos ou atividades, incluindo-se todas as fases do ciclo de vida.

Afirmam Grummt Filho & Watzlawick (2008, p. 3) que, no contexto organizacional, a gestão ambiental:

[...] não é somente uma forma de fazer com que as organizações evitem problemas com inadimplência legal e restrições ou riscos ambientais, como também uma forma de adicionar-lhes valor, principalmente considerando-se que, atualmente, em todo processo de fusão e aquisição de empresas, o passivo ambiental associado, bem como seu desempenho ambiental atual são utilizados como forte argumento de negociação. Além disso, o valor das ações de empresas também pode ser drasticamente alterado por seu histórico ambiental. Isso tem feito com que as organizações busquem aprimorar seu desempenho ambiental.

Segundo Andreoli (2002), o SGA se constitui ferramenta para identificação de oportunidades de melhorias que reduzem os impactos das atividades empresariais sobre o meio ambiente. Suas principais vantagens são: a minimização de custos (reduzidos pela eliminação de desperdícios, racionalização de recursos humanos, físicos e financeiros e pela conquista da conformidade ambiental); de riscos; melhoria organizacional; e criação de diferencial competitivo.

Ainda conforme este autor, a implementação do SGA possibilita também a precisa identificação dos passivos ambientais³⁸ (que em alguns casos criam impasses e até inviabilizam negócios) e fornece subsídios ao seu gerenciamento.

Esses procedimentos promovem a segurança legal, a minimização de acidentes, passivos e riscos através de uma gestão ambiental sistematizada que permite a sua integração à gestão dos negócios. Essa atitude melhora a imagem da empresa, aumenta a produtividade, promove novos mercados e ainda melhora o relacionamento com fornecedores, clientes e comunidade. (ANDREOLI, 2002, p. 66).

Mas avaliam Grummt Filho & Watzlawick (2008) que, para que o SGA seja bem sucedido, a empresa deve levar em consideração os aspectos ambientais ligados aos processos de produção, aos produtos e serviços que oferece. E que cabe à administração a responsabilidade sobre a definição de uma política ambiental que se tornará o eixo central do Sistema de Gestão Ambiental, bem como pelo comprometimento entre partes envolvidas e a implementação de projetos.

A Norma ISO 14001 (da série ISO 14000) define os principais estágios de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), conforme detalhado na Tabela 7. O monitoramento está incluído entre eles.

Tabela 7 - Principais estágios do SGA segundo a ISO 14001.

ESTÁGIO	DESCRIÇÃO
Comprometimento e política	Estabelecimento de política ambiental, apropriada à natureza e escala dos impactos e comprometida com a melhoria contínua e com o atendimento à legislação, garantindo monitoramento e comunicação.
Planejamento	Definição das atividades necessárias para a adequação ambiental através da identificação dos aspectos e impactos ambientais em relação aos requisitos legais; estabelece os objetivos, avalia alternativas, define as metas e elabora os Programas de Gestão Ambiental (PGA) necessários para o alcance dos objetivos e metas ambientais que visam apoiar o cumprimento.
Implementação	Início do desenvolvimento do plano de ação, estabelecendo responsabilidades, procedimentos operacionais, desenvolvendo treinamentos, comunicação, documentação, controles operacionais e um plano de emergência.
Avaliação	Através de monitoramento e medições dos indicadores ambientais que evidenciem que as metas estão sendo alcançadas. Estabelecimento de procedimento para registros das não conformidades e das respectivas ações corretivas e preventivas. O processo deve ser avaliado através de um programa de auditorias.
Revisão	Análise crítica do SGA, definindo modificações necessárias à sua otimização e efetividade e verificando o cumprimento de metas ambientais. O estágio de revisão conclui o ciclo de melhoria contínua que caracteriza o SGA.

Fonte: ANDREOLI (2002)

³⁸ Andreoli (2002) afirma que passivo ambiental pode ser definido como o montante da avaliação contábil dos custos ambientais atuais e futuros necessários para o resgate das pendências da empresa em relação à legislação ambiental. Os principais custos que geralmente compõem o passivo ambiental são: (i) multas, taxas e impostos a serem pagos em face da inobservância de requisitos legais; (ii) custos da implantação de procedimentos e/ou tecnologias que possibilitem o atendimento às não conformidades; e (iii) dispêndios necessários à recuperação de áreas degradadas e indenização à população afetada.

Subsume-se, por todo exposto, que uma atitude proativa por parte dos empreendedores e operadores não é apenas necessária, mas bem vinda, cabendo-lhes o papel de antecipar-se às exigências do licenciamento ambiental, bem como naquilo que concerne ao monitoramento ambiental das atividades de perfuração *offshore*.

No próximo item é apresentado o estudo de caso de um projeto de monitoramento ambiental de atividade de perfuração *offshore* na Bacia de Campos realizado pela empresa Statoil.

8.2. MONITORAMENTO AMBIENTAL NA STATOIL

8.2.1. Statoil no Brasil

A empresa norueguesa Statoil opera em diversas partes do mundo. É a maior operadora em águas profundas e a terceira comercializadora mundial de petróleo. Externamente, a companhia hoje está entre os maiores fornecedores mundiais de petróleo e gás: produz ao todo cerca de dois milhões de barris/dia de petróleo (próximo à produção da Petrobras, que é da mesma ordem), dos quais 1,5 milhão de barris diários são extraídos do Mar do Norte, no lado norueguês (VIANA, 2008; ORDOÑEZ, 2011).

No Brasil, está presente no campo de Peregrino, na Bacia de Campos, Rio de Janeiro, e detém participações nas Bacias de Camamu-Almada, Jequitinhonha e Espírito Santo (em parceria com a Petrobras), Campos (em parceria com a Repsol e Anadarko) e Santos (em parceria com a Petrobras e Repsol) (ANP, 2010).

A Figura abaixo ilustra os ativos da empresa no Brasil.

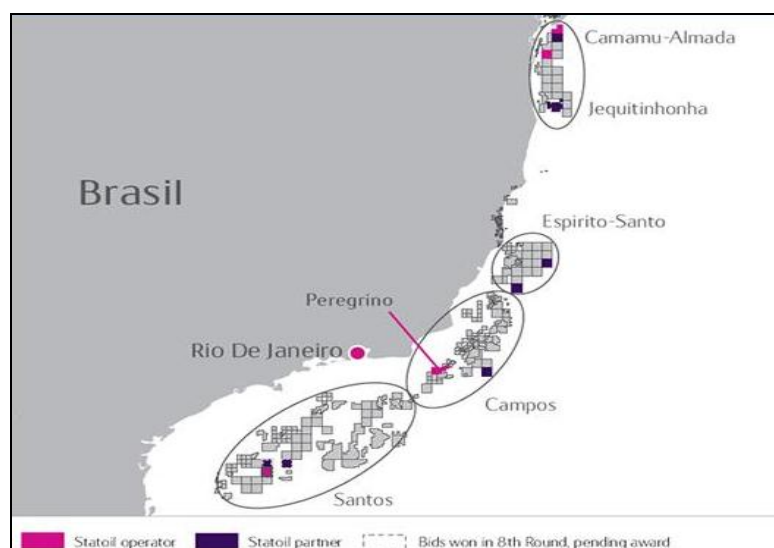


Figura 13 - Presença da Statoil no Brasil.

Fonte: STATOIL (2011).

Conforme anteriormente mencionado, por sua importância, focam-se as atividades da companhia no campo de Peregrino.

Foi descoberto em 1994, o campo de Peregrino, localizado na Bacia de Campos, que dista 85 km da costa (53 milhas). O reservatório, localizado nos blocos BM-C-7 e BM-C-47, se estende por uma lâmina d'água de 95 metros a até 135 metros, está a 2,3 mil metros de profundidade e possui área total de 535 km². Trata-se de um campo de óleo pesado, localizado conforme destacado em vermelho na próxima Figura.



Figura 14 - Localização do Campo de Peregrino.

Fonte: PGS (2011).

Em 2005 a Statoil adquiriu 50% da descoberta do campo. Posteriormente, adquiriu, por 1,8 bilhão de dólares (mais valor adicional de 300 milhões de dólares em impostos), os 50% restantes do Projeto Peregrino no Brasil, originalmente pertencentes à norte-americana *Anadarko Petroleum*, hoje não operando mais no País (adicionalmente, adquiriu a participação de 25% da Anadarko na descoberta de Kaskida em águas profundas no Golfo do México)³⁹ (VIANA, 2008).

O ano de 2008 foi um marco para empresa, uma vez que a CGPEG/IBAMA concedeu a Licença Prévia do eferido campo. Pouco tempo depois, o IBAMA concederia à companhia a autorização para iniciar as atividades da fase de perfuração de poços para desenvolvimento integral do campo (100%).

³⁹ Kaskida é uma das maiores descobertas de petróleo e gás em águas profundas no Golfo do México americano em anos recentes. Localiza-se no Bloco 292 do *Canyon Keathley*, onde a Statoil já detém várias concessões exploratórias. (VIANA, 2008).

À época da aquisição, o presidente da Statoil no Brasil considerou-a extremamente positiva, pois colocaria a companhia num novo patamar, fortalecendo a implantação de suas estratégias no Brasil, além de adicionar uma nova e importante operação a seu portfólio internacional (VIANA, 2008).

Constituindo-se no maior campo internacional da companhia e seu maior projeto fora da Noruega, Peregrino foi considerado um campo gigante de óleo pesado pelas reservas esperadas em cerca de 500 milhões de barris, excluindo possibilidades de incrementos já identificados, de 500 para 700 milhões de barris. Estimou-se que este valor seria elevado com novas perfurações em mais dois campos adjacentes a Peregrino (SIQUEIRA, 2011; VIANA, 2008).

Esses campos foram identificados pela Statoil através de sísmica 3D de alta resolução, adquirida em 2007, e do primeiro poço perfurado posteriormente. Algumas das reservas foram comprovadas pela perfuração de um novo poço neste mesmo ano, sendo que, na época, mais poços de delimitação seriam necessários para comprovar potenciais reservas adicionais nas extensões sudoeste e sul do campo (VIANA, 2008).

Os investimentos iniciais em Peregrino totalizaram 2,5 bilhões de dólares para a implementação da produção. Segundo Ordoñez (2011), a previsão total de investimentos da Statoil para seus projetos em Peregrino, no período de 2008 a 2016, é de entre cinco a 10 bilhões de dólares.

Na primeira fase, a companhia estabeleceu um conceito de trabalho que conta com duas plataformas fixas (Peregrino A e Peregrino B) e uma flutuante, *Floating Production, Storage and Offload Unit* - FPSO, construída a partir de um petroleiro de ‘casco zero’, isto é, novo e sem utilização anterior, para posterior conversão em uma grande unidade flutuante de produção (VIANA, 2008).

A Figura 15 ilustra este conjunto de plataformas.

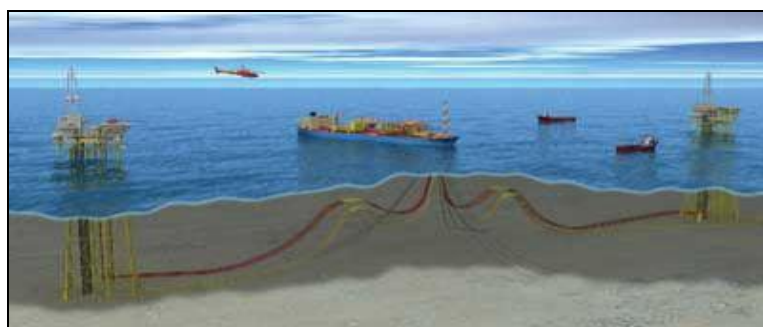


Figura 15 - Visão das plataformas Statoil em Peregrino.

Fonte: TERDRE (2011).

No detalhe abaixo, a instalação de uma plataforma fixa de Peregrino.



Figura 16 - Plataforma fixa de Peregrino.
Fonte: STATOIL (2011).

A plataforma FPSO foi construída na Indonésia (tendo seus 15 módulos integrados em Cingapura) pela empresa dinamarquesa Maersk FPSOs, sendo fretada por um período de 15 anos, com opção para mais 15, e previsão inicial de funcionamento para a produção de petróleo em janeiro de 2011 (FRANÇA, 2011).

Com 58 metros de largura e 345 metros de comprimento, tem capacidade para processar 100 mil barris/dia de óleo, além de estocar 1 milhão e 600 mil barris; é equipada com tecnologia inovadora de separação de óleo e gás, areia e água e de geração de energia. Possui dois trens de produção e três caldeiras a vapor para processamento de óleo bruto pesado (SINGH, 2010; COSTA, 2011). A Figura 17 ilustra a FPSO Peregrino.



Figura 17 - FPSO Maersk Peregrino.
Fonte: COSTA (2011).

Em fevereiro de 2010, iniciou-se a instalação dos módulos de perfuração e alojamento das duas plataformas fixas para exploração do campo, contando com duas jaquetas de 100 metros de altura e 6,7 toneladas de peso, com sondas de perfuração dedicadas (CARRARA,2011).

Em maio de 2010, a Statoil vendeu, por três bilhões de dólares, 40% da participação de Peregrino para o grupo chinês Sinochen, transação autorizada pelo governo brasileiro e aprovada pela ANP.

Em abril de 2011, iniciou a produção de petróleo em Peregrino. Por sua alta viscosidade, previa-se inicialmente que apenas um décimo dos recursos poderia ser extraído. No entanto, com a utilização de água em alta pressão, é possível prever um aumento aproximado de 20% no índice de extração (STATOIL, 2011).

O primeiro poço produziu um total de 12 mil barris/dia, com previsão de produção de 100 mil barris/dia em 12 meses, o que corresponde a 5% dos 1,96 milhão de barris de óleo equivalente que a Statoil extrai diariamente em todo o mundo (STATOIL, 2011; SIQUEIRA, 2011).

Segundo Ordoñez (2011), estima-se que quando atingir este volume a companhia se tornará a segunda maior produtora de petróleo e gás no País, superando a Shell, que produz cerca de 40,4 mil barris/dia e a Chevron, com 32,4 mil barris/dia, ambas atuando também na Bacia de Campos. Nesta ocasião previa-se a entrada em operação de um novo poço a cada quatro semanas.

Em maio de 2011, a Statoil anunciou que duas perfurações de avaliação realizadas na região sul de Peregrino (*Peregrino South*) apontavam para de 150 milhões a 300 milhões de barris de petróleo recuperáveis, descoberta considerada de alto impacto pela companhia, pois tornaria mais próximo o desenvolvimento da segunda fase de exploração do campo.

Mais recentemente, novas descobertas de reservas de petróleo realizadas em maio e junho de 2011 fizeram com que a Statoil passasse a considerar o planejamento de uma nova plataforma do tipo FPSO para a região, ampliando o sistema de produção já existente em Peregrino (LORENZI, 2011). Deste modo, as perfurações bem sucedidas no sul do bloco podem originar uma nova FPSO, vinculada ao sistema já existente, que, o compondo, concretizaria e anteciparia a expansão da área para a segunda etapa de operações, antes estimada para 2015 (SIQUEIRA, 2011).

Segundo Ortiz Neto & Shima (2008), a grande contribuição da Statoil para o segmento de E&P *offshore* relaciona-se principalmente às tecnologias sísmica e de perfuração empregadas pela companhia, que constituíram um sistema setorial inovador no setor.

No que respeita à perfuração a Statoil desenvolveu a chamada ‘perfuração horizontal’ *offshore*, tecnologia empregada para viabilizar a exploração de alguns campos de Ekofisk (inviabilizada até então devido à sua grande amplitude horizontal), no campo de petróleo Grane e no de Gullfaks (ORTIZ NETO & SHIMA, 2008; SINGH, 2010).

Tradicionalmente, emprega-se a perfuração vertical nos poços, a partir de plataformas instaladas acima da cabeça do poço. Hoje, porém, com o desenvolvimento dessa tecnologia pela Statoil, a plataforma pode ficar numa posição fixa e guiar a perfuradora horizontalmente em direção a formações geológicas situadas a milhares de metros de distância (ORTIZ NETO & SHIMA, 2008).

A perfuração horizontal refere-se basicamente à perfuração de um número de poços em diferentes direções a partir do mesmo local, para melhor drenagem do campo. (SINGH, 2010). Ao perfurar poços horizontalmente, os reservatórios são melhor escoados, de modo que mais petróleo é extraído, sendo mais fácil também alcançar bolsões de óleo e de gás. (STATOIL, 2011). Obtém-se, desta forma, melhor produtividade e vazão de escoamento.

Finalizada em 1991 e rapidamente difundida, a perfuração horizontal foi introduzida em toda indústria petrolífera, pois, além da amplitude horizontal, amplia a viabilidade econômica da exploração de campos constituídos por diferentes rochas, onde algumas destas, por serem mais sólidas do que outras, serão mais facilmente perfuradas diante da alteração do sentido da perfuração, até a posição horizontal (ORTIZ NETO & SHIMA, 2008).

Em Peregrino, a Statoil pretende perfurar 37 poços com a tecnologia horizontal (30 poços de produção e sete poços injetores de água) maximizando a recuperação do petróleo, em função de sua alta viscosidade (STATOIL, 2011).

Esta tecnologia pode ser observada na Figura 18 e na Figura 19.



Figura 18 - Perfuração Horizontal.
Fonte: TAM (2011).



Figura 19 - Perfuração Horizontal.
Fonte: STATOIL (2011).

8.3. MONITORAMENTO DA ATIVIDADE DE PERFURAÇÃO NO CAMPO DE PEREGRINO, BACIA DE CAMPOS

A campanha de perfuração que vem sendo executada pela Statoil desde setembro de 2010 contempla a perfuração de 37 poços de desenvolvimento, perfurados através de duas plataformas fixas (Peregrino A e Peregrino B). O processamento dos hidrocarbonetos produzidos pelos poços é realizado pelo FPSO Maersk Peregrino, que também escoar a produção de óleo para navios-aliviadores.

A Figura 20, a seguir, apresenta o mapa geo-referenciado de localização do Campo de Peregrino e das plataformas fixas Peregrino A e Peregrino B e do FPSO Maersk Peregrino.

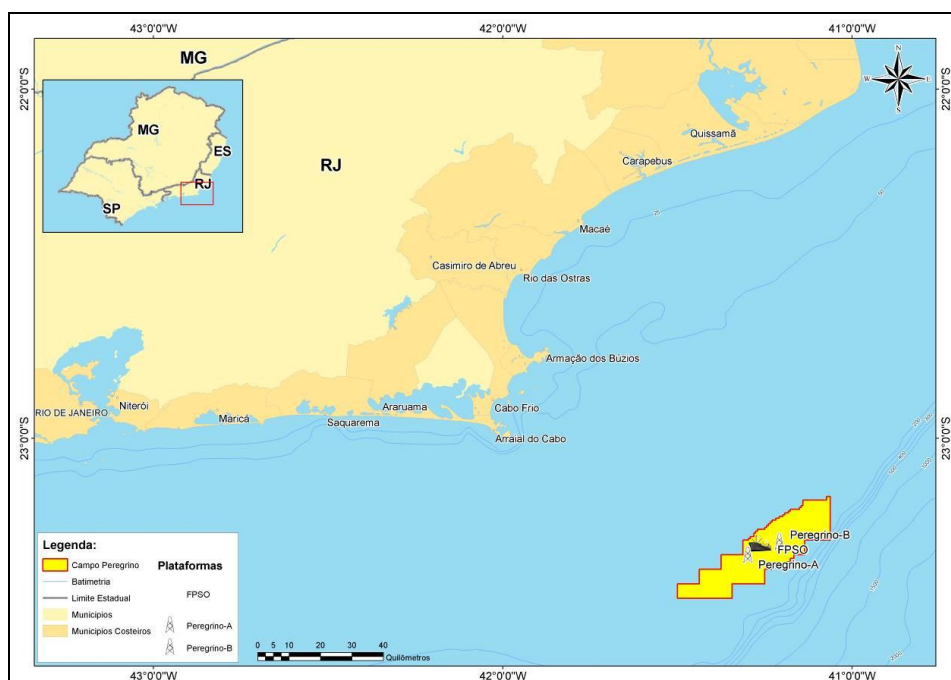


Figura 20 - Localização das plataformas Peregrino A, Peregrino B e do FPSO Maersk Peregrino.
Fonte: STATOIL (2011).

Durante as atividades exploratórias no campo de Peregrino, constatou-se que o referido campo possui no leito marinho grande concentração de algas calcárias, formando uma espécie de banco.

A presença de algas calcárias em amostras obtidas durante as campanhas de monitoramento ambiental realizadas durante a perfuração do poço exploratório 1-ENC-1-RJS (ENCAN/ENSR, 2004), bem como a presença de substrato duro registrada em campanhas de monitoramento posteriores (ENCAN/ENSR, 2004; ENCAN/ENSR, 2005 e ENCAN/ENSR, 2006) geraram a necessidade de um estudo mais aprofundado sobre a ocorrência de algas calcárias.

Dentre as ações executadas à época destacam-se a campanha de *site survey*, quando foram realizados mapeamentos por sísmica rasa, sonar de varredura lateral, batimetria multi-feixe, além de filmagens submarinas e coletas geotécnicas. Adicionalmente, uma campanha de *Baseline Ambiental* contemplou a coleta de amostras de sedimento com busca-fundo e draga biológica. Destaca-se que a partir dos estudos realizados à época da elaboração do EIA/RIMA para licenciamento ambiental da atividade foi possível alterar o projeto original das plataformas fixas Peregrino A e Peregrino B, resultando na relocação da plataforma Peregrino A, a fim de se evitar a instalação da unidade nas proximidades dos bancos algais.

Esses estudos demonstraram que a área de ocorrência dessas algas no Bloco BM-C-7 é relativamente muito pequena em relação às amplas ocorrências na plataforma continental da região SE, conforme pode ser observado nos mapas já apresentados durante o processo de licenciamento ambiental. Adicionalmente, foi possível constatar que os depósitos de algas calcárias existentes na área mapeada estão adaptados às condições naturais de *stress*, provocadas por assoreamento de sedimentos lamosos.

Estudos posteriores de modelagem matemática realizados com as volumetrias de fluidos e cascalhos estimadas para os 37 poços previstos permitiram a sobreposição das pilhas de deposição à área de ocorrência das algas calcárias, demonstrando que mesmo considerando condições conservativas de volume, transporte e deposição, não são esperadas acumulações de cascalho sobre o banco de algas provenientes da perfuração dos poços.

A Figura 21 apresenta o mapa integrado com as pilhas resultantes das modelagens e o mapeamento dos bancos de algas calcárias. Ressalta-se que os resultados das modelagens matemáticas realizadas demonstraram que os efeitos da perfuração são sentidos de forma mais representativa apenas nas imediações das plataformas fixas.

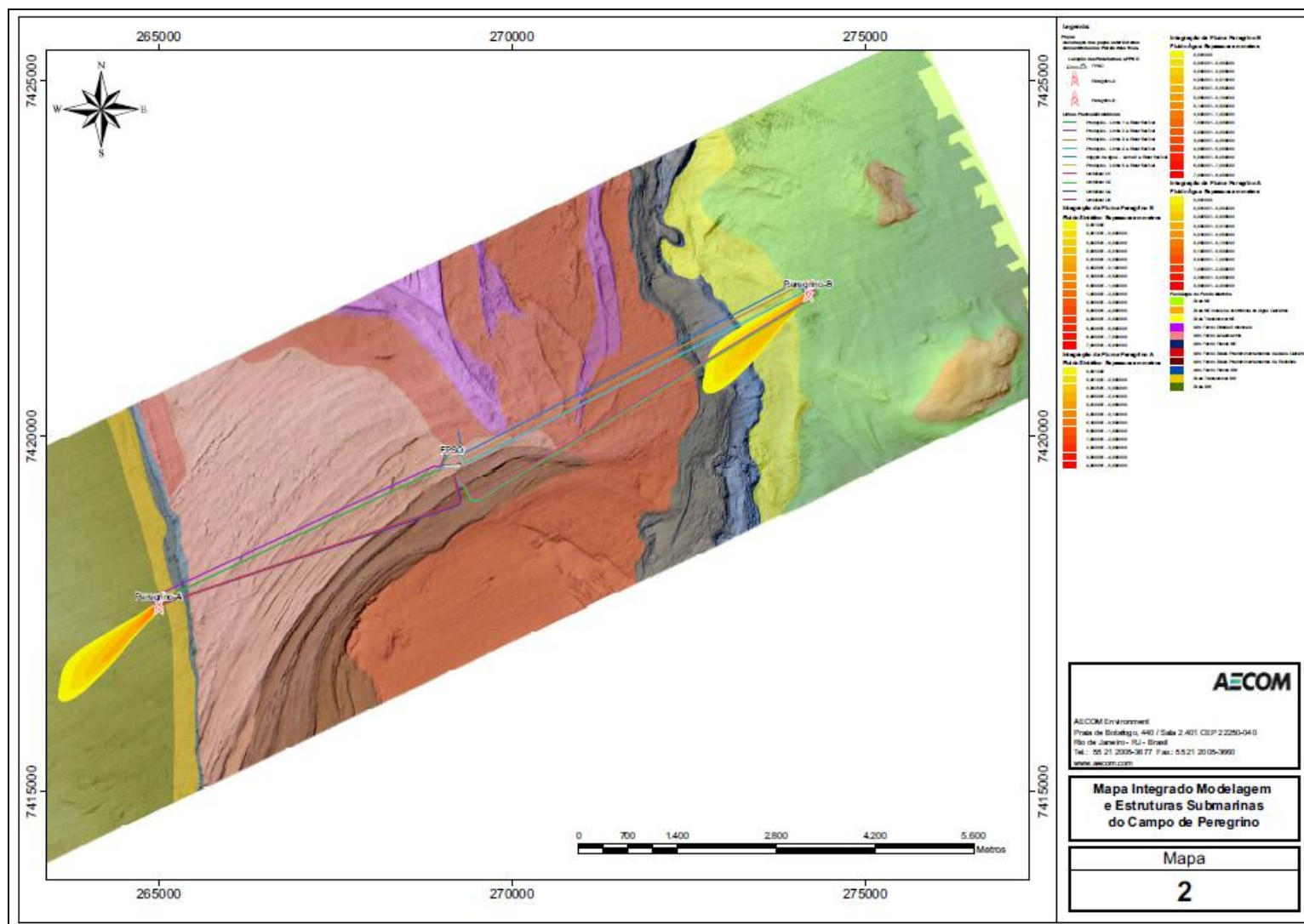


Figura 21 - Mapa integrado das modelagens e presença de estruturas carbonáticas no Campo de Peregrino.

Fonte: STATOIL (2011).

8.3.1. Algas Calcárias

Os ambientes formados por algas calcárias são relativamente abundantes em algumas partes do mundo, especialmente em grande parte dos sistemas marinhos rasos. Possuem crescimento extremamente lento: cerca de 1mm por ano, ou seja, nódulos com 10cm de diâmetro médio podem ter em torno de 100 anos de idade (METRI, 2006; METRI & ROCHA, 2008). Mantendo grande quantidade de organismos associados, as algas calcárias têm importante papel na oferta de habitats e proteção de organismos (METRI, 2006).

No Brasil, os bancos de algas calcárias coralinas (algas vermelhas ou *Rhodophyta Corallinales*), particularmente frequentes na costa, representam o maior ambiente deposicional de carbonato do mundo. Absorvendo e imobilizando o carbono, têm importante papel no ciclo global de carbono devido à retenção do lançamento deste elemento na atmosfera sob a forma de CO₂ (METRI, 2006).

Nas regiões nordeste e sudeste do País, as grandes extensões de bancos de algas calcárias nodulares de vida livre (banco de rodolitos, que são concentrações de nódulos de algas vermelhas coralíneas), alcançando quilômetros sobre a plataforma continental entre 20 e 80 metros de profundidade, têm indiscutível importância biológica, já que suportam grande diversidade de organismos associados (grande número de espécies) (METRI, 2006; METRI & ROCHA, 2008).

A biodiversidade desses bancos compara-se à dos recifes de coral em termos de estrutura e diversidade de espécies: sua heterogeneidade aumenta a quantidade de microhabitats potenciais, aumentando, por consequência, o número de espécies capazes de colonizá-los.⁴⁰ (METRI, 2006; METRI & ROCHA, 2008).

De acordo com Metri & Rocha (2008, p. 11):

Além da alta diversidade da fauna associada aos rodolitos, que reflete a grande produtividade secundária deste ecossistema, este ambiente é um importante local de recrutamento de invertebrados e peixes, tendo em vista a grande concentração de larvas e juvenis normalmente observada. Chernes, garoupas e badejos, peixes de grande interesse comercial, utilizam o banco como local de reprodução e alimentação.

⁴⁰ Segundo Metri (2006), na Europa, estudos de um programa de pesquisa específico sobre bancos de rodolitos, o Biomaerl, envolvendo Reino Unido, França, Espanha e Malta, encontraram 460 espécies de animais (particularmente poliquetos, crustáceos e moluscos) e 63 espécies de algas associadas a esses bancos.

Trata-se, portanto, de um ecossistema relevante pela fauna associada, pelos processos biológicos que estruturam suas populações e pelas repercussões sobre outros organismos marinhos vivos (METRI, 2006).

Segundo Metri & Rocha (2008), são raros no Brasil estudos envolvendo os fatores ambientais que estruturam os bancos de algas calcárias, sua taxonomia e ecologia e a biota a eles associada.

O grupo das algas calcárias possui 31 a 34 gêneros e cerca de 300 a 500 espécies e ocorrem em todos os níveis batimétricos da zona fótica. Nenhum outro tipo de alga marinha ocupa tão ampla diversidade de *habitats*, desde a zona intermarés até profundidades em torno de 200 m, as maiores registradas para as algas. Existe grande similaridade de aparência entre tipos filogeneticamente distintos das algas calcárias, tornando difícil sua classificação (METRI, 2006; METRI & ROCHA, 2008).

As algas calcárias da Bacia de Campos são algas vermelhas que precipitam em suas paredes celulares carbonato de cálcio e magnésio, sob a forma de cristais de calcita. Elas formam crostas endurecidas superpostas. São, por natureza, vegetais fotossintéticos e precisam da luz para sua sobrevivência e desenvolvimento (ENCAN/ENSR, 2004; ENCAN/ENSR, 2005 e ENCAN/ENSR, 2006).

Esta necessidade tem duas consequências essenciais: só podem permanecer vivas na crosta mais externa e se estiverem na superfície do fundo marinho. A película viva, superficial, da crosta algácea, é reconhecida pela cor rosa avermelhada; a parte interna morre e perde a coloração, conforme demonstrado por exemplares coletados no Campo de Peregrino durante a campanha de *Baseline* (Figura 22) (ENCAN/ENSR, 2004; ENCAN/ENSR, 2005 e ENCAN/ENSR, 2006).

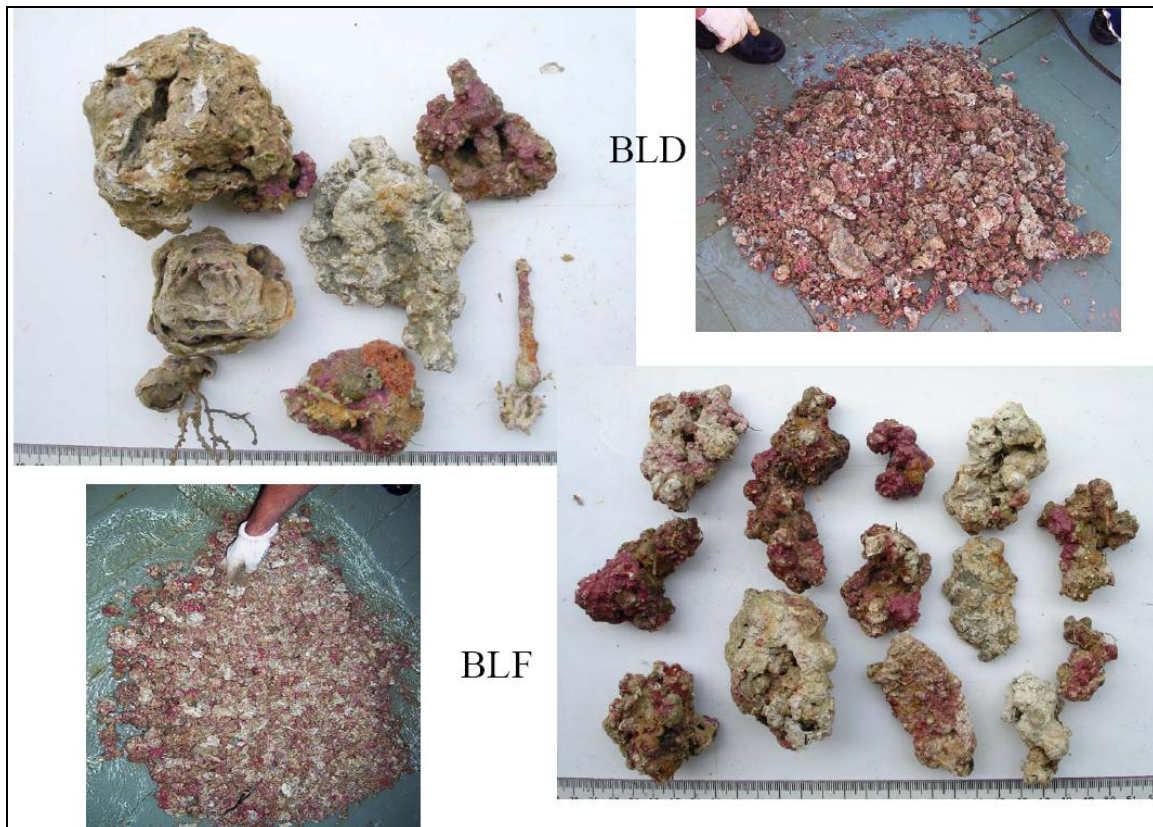


Figura 22 - Nódulos e crostas calcárias mostrando camadas externas avermelhadas formadas por algas vivas, campanha *Baseline* ambiental (2006).

Fonte: STATOIL (2010).

A necessidade de luz solar para os processos fotossintéticos limita a faixa batimétrica de ocorrência das algas. Os bancos de algas calcárias apresentam sempre uma profundidade ideal de desenvolvimento, ou seja, a profundidade na qual os talos das algas aproveitam melhor a intensidade e a qualidade da luz é muito variável. Assim, os bancos naturais só apresentam o mesmo aspecto nas condições ideais de seu ambiente. Isto se traduz pela importância relativa das frações vivas/mortas no sedimento (STENECK, 1986).

As formas livres, tais como rodolitos, nódulos e *maerl* (talos ramificantes) são abundantes em regiões com fortes correntes de fundo. São frequentes em zonas de baixa herbivoria e susceptíveis às incrustações de algas foliáceas e dos invertebrados (STENECK, 1986). O crescimento dos nódulos calcários (rodolitos) se dá concomitantemente ao rolamento pelo fundo.

Portanto, algas calcárias em forma de nódulos são indicadoras de movimentação do fundo. Se assim não fosse, a alga tenderia a crescer em formato laminar, pois não

poderia se expandir em todas as direções, já que uma de suas faces permaneceria sempre na sombra (voltada para baixo).

As algas calcárias são abundantes na plataforma continental brasileira por uma extensão de aproximadamente 4.000 km, sem descontinuidades importantes desde o rio Pará até as imediações de Cabo Frio, onde ocorrem na plataforma média e externa. A existência de amplas ocorrências de algas calcárias na plataforma continental N-NE foi mostrada desde a década de 1960 por pesquisadores do Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco (KEMPF, 1970).

Tendo em vista o conhecimento atual da ocorrência dos bancos de algas calcárias no Campo de Peregrino, o projeto de monitoramento é focado em itens ainda pouco aprofundados nos estudos já realizados, como a composição da fauna associada às algas e sua sensibilidade às atividades de perfuração, em especial a possíveis exposições à deposição de fluidos e cascalhos oriundos da atividade, através de testes específicos realizados em algas cultivadas em laboratório.

8.3.1.1. Distribuição

As algas calcárias são abundantes na plataforma continental brasileira por uma extensão de aproximadamente 4.000 km, sem descontinuidades importantes desde o rio Pará até as imediações de Cabo Frio, onde ocorrem na plataforma média e externa. A existência de amplas ocorrências de algas calcárias na plataforma continental N-NE foi mostrada desde a década de 1960 por pesquisadores do Instituto Oceanográfico - UFPE (KEMPF, 1970). O potencial de exploração econômica destas algas, comparando-as com o *maerl* francês, foi descrito por KEMPF (1974).

Levantamentos regionais posteriores mostraram que a plataforma continental brasileira representa a mais extensa cobertura de sedimentos carbonáticos. Estes sedimentos de modo geral ocupam os setores médio e externo da plataforma, sendo representados por areias e cascalho constituídos por algas calcárias ramificadas, maciças ou em concreções, artículos de halimeda, moluscos, briozoários e foraminíferos bentônicos (COUTINHO, 1994). Podem se apresentar sob diversas formas: (i) algas livres (*free living*), na forma de nódulos (rodolitos) ou talos ramificantes (*maerl*), podendo cobrir amplas áreas da plataforma continental entre 20 e 50m de profundidade; (ii) algas em placas sobre substrato duro, formando recifes algáceos (ex: algal *ridges*); (iii) algas em placas sobre sedimentos inconsolidados, inclusive em sedimentos lamosos.

Estudos posteriores em maior detalhe mostraram grandes variações dos tipos morfológicos das algas calcárias em função da profundidade de ocorrência e dos setores geográficos ao longo da plataforma continental brasileira. Um exemplo disto é a existência de amplos depósitos de algas do gênero *Halimeda* no Nordeste e a inexistência destes depósitos na região SE; a presença de rodolitos maciços em certas áreas contrastando com outras onde ocorrem apenas rodolitos ramificados do tipo *maerl* ou a participação de briozoários que podem ser predominantes em certas áreas como na plataforma continental norte do ES.

Foram também constatados na região N-NE a existência de bancos localizados com alturas de até 20m formados por algas calcárias livres (tipo *maerl*), desenvolvendo-se diretamente sobre fundo de areias quartzosas.

Durante a Expedição Revizee Central I, levantamentos por sonar de varredura lateral realizados em profundidades de 60 a 80m, entre o cabo de São Tomé e Abrolhos mostraram que na maior parte da região os sedimentos são de natureza carbonática composto por algas calcárias (DIAS & JEVEAUX, 1996).

Coletas de fundo por dragas biológicas evidenciaram crostas algáceas, aproximadamente planas e superpostas, de espessuras variadas (milimétricas a centimétricas) dependendo da área de ocorrência. Foi proposta por esses autores uma classificação para os diversos tipos de crostas (i) crostas finas laminares, quebradiças, intercaladas com lamas terrígenas (cabo de São Tomé) (ii) Crostas grossas laminares, (iii) crostas grossas globulosas (Itapemirim). Dr. Robert Steneck (comunicação verbal) identificou nessas crostas globulosas encontradas na borda da plataforma, ao largo de Itapemirim/ES, o gênero *Titanoderma*, (iv), crostas nodulares muito grossas (va), nódulos (rodolitos) maciços (vb), nódulos corroídos e perfurados, e (vi) blocos maciços irregulares com 30 -40 cm de comprimento existentes no topo dos montes submarinos (ex: Banco Besnard). Afloramentos submersos de arenitos de praia (*beach rocks*) são frequentes em toda a região percorrida, principalmente ao longo da faixa de 70m de profundidade.

Coimbra *et al.*(2000) dataram amostras de crostas de algas calcárias, coletadas próximo à plataforma de Pampo (Bacia de Campos), a 110 m de profundidade pelo método de MAS (*Accelerator Mass Spectrometry*). O material carbonático estava intercalado com lama carbonática, contendo foraminíferos. Essas seções indicam as incrustações de algas vermelhas como um dos responsáveis pela liga existente entre os

grãos bioclásticos (fragmentos de algas, alguns moluscos, briozoários e foraminíferos). A datação por Carbono 14 classificou idades de 1210 ± 80 anos para a base e 1004 ± 80 a 930 ± 80 anos para a superfície das crostas. Essas idades parecem indicar uma interrupção do crescimento do foramol a aproximadamente 1000 anos, representando uma mudança na produção oceânica de carbonatos. O taxa de sedimentação calculada como $0,076 \text{mm/ano}$ pode ser associada a pulsos de produção relacionados a ressurgências e correntes de borda de plataforma na área da plataforma externa, refletindo intervalos recorrentes de desenvolvimento carbonático.

Segundo Kowsmann e Costa (1979), os depósitos carbonáticos inconsolidados da plataforma continental brasileira envolvem contribuições holocênicas e modernas. Todavia, é admissível que parte de seus componentes seja produto do retrabalhamento de sedimentos mais antigos. A história evolutiva desses depósitos carbonáticos parece obedecer ao seguinte modelo: nas áreas onde não havia influência fluvial, a sedimentação carbonática era contínua, e se interrompia somente durante as glaciações quaternárias, quando ocorria uma exposição subaérea da plataforma continental. Nessas condições, os depósitos carbonáticos foram localmente recortados por cursos fluviais que atravessavam toda a plataforma. Rios como o Amazonas, Pará, São Francisco, Jequitinhonha e Paraíba do Sul, entre outros, conectavam-se diretamente aos seus cânions, transportando as cargas sedimentares para oceano profundo, além dos limites da plataforma carbonática.

8.4. PROJETO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL DAS ALGAS CALCÁRIAS DE PEREGRINO (*PEREGRINO ENVIRONMENTAL AND CALCARIOUS ALGAE PROJECT, PEMCA*)

Durante o processo de licenciamento ambiental da empresa, os dados provenientes das campanhas exploratórias foram encaminhados para o IBAMA. À luz dos resultados conclusivos acerca da ocorrência de um banco de algas calcárias na área onde as plataformas futuramente se instalariam, a CGPEG/IBAMA emitiu um Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA nº 266 solicitando um Projeto adicional como parte do Projeto de Monitoramento Ambiental anteriormente aprovado para a concessão da Licença de Operação para Perfuração (Anexo A).

O objetivo geral do referido projeto era descrever a comunidade bêntica nas áreas com ocorrência de algas calcárias no Campo de Peregrino, além de determinar a extensão do efeito em caso de exposição a cascalhos de perfuração, aumentando o

conhecimento sobre este particular ecossistema. Para atender a solicitação da CGPEG, o referido projeto teve como objetivos específicos:

- Efetuar a caracterização taxonômica da comunidade fitobentônica (morfortipos/espécies de algas calcárias incrustantes) e de sua fauna associada. Realizar culturas em laboratório das espécies algais relevantes;
- Caracterizar as condições ambientais locais (caracterização do sedimento, penetração de luz, temperatura, salinidade e parâmetros oceanográficos), bem como monitorar visualmente as algas calcárias através de um conjunto de dispositivos de observação instalado no fundo oceânico (*Lander*). Adicionalmente, avaliar a qualidade do cascalho depositado nas proximidades das unidades de perfuração através de armadilhas de sedimento (*sediment traps*);
- Estabelecer, através de testes de laboratório, a extensão do efeito sobre o crescimento de rodolitos encontrados no Campo de Peregrino quando expostos a deposição de cascalhos de perfuração e diferentes intensidades luminosas; e
- Reavaliar os resultados da modelagem da deposição do cascalho através da comparação com os valores de sedimentação e condições oceanográficas encontradas neste projeto.

O monitoramento teve como metas:

- Realizar campanhas de caracterização das algas calcárias e de sua fauna associada para posterior cultivo em laboratório de espécies selecionadas;
- Caracterizar as condições ambientais bem como do sedimento e registrar a presença de algas calcárias através de registros fotográficos e vídeos;
- Determinar a extensão do eventual efeito da deposição do material oriundo da perfuração sobre as algas calcárias cultivadas em laboratório; e
- Efetuar a reavaliação dos resultados do modelo matemática de deposição de cascalho face os resultados obtidos no projeto.

Os indicadores ambientais do atendimento às metas propostas estão descritos a seguir:

- Resultados das análises qualitativas da flora e fauna bentônica e de seu cultivo;
- Resultados das análises das condições ambientais, da caracterização do sedimento e do monitoramento visual das algas;

- Avaliação do efeito da deposição de material particulado (alteração da turbidez) através de parâmetros de sobrevivência das algas; e
- Resultados da reavaliação da modelagem de cascalho.

De forma a facilitar a análise e avaliação dos objetivos propostos, o Projeto de Monitoramento foi dividido em diferentes fases, a saber: Fase I - Obtenção de Informações Básicas sobre as Comunidades Algais; Fase II- Implementação dos testes de laboratório e avaliação dos resultados obtidos.

Devido à sua complexidade e abrangência, o Projeto de Monitoramento das Algas Calcárias conta com a participação de diversas instituições de pesquisa e laboratórios, com diversas atribuições, a saber:

- LABTOX Tecnologia Ambiental: responsável pelo cultivo das algas e fauna associada bem como pelos experimentos de sedimentação sobre as algas;
- IEAPM (Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, da Marinha do Brasil): coleta de amostras biológicas e manutenção das algas em laboratório;
- Jardim Botânico do Rio de Janeiro: Revisão bibliográfica, avaliação taxonômica das algas e fauna associada;
- Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP): construção e operação do conjunto de dispositivos de fundo (*Lander*);
- Institute of Marine Research (IMR), Noruega: desenvolvimento de tecnologia para o *Lander* e avaliação de resultados abióticos;
- SINTEF, Brasil/Noruega: Design e construção dos sistemas de testes laboratoriais; e
- METAS, Norway - Marine Ecosystem Technology AS: desenvolvimento, construção e instalação do *Lander* e de seus sensores.

- **Fase I - Obtenção de Informações Básicas sobre as Comunidades Algais**

A coleta de informações básicas sobre as comunidades bênticas e as condições locais no Campo de Peregrino está sendo realizada através de coleta de amostras biológicas, avaliação de parâmetros físicos e químicos e a realização de culturas em laboratório. Essa fase objetiva proporcionar o conhecimento necessário para a definição dos equipamentos e procedimentos de teste que permitam determinar a extensão dos efeitos da perfuração sobre a comunidade de rodólitos.

Desta forma, nesta primeira etapa, são previstas as seguintes ações:

- Revisão da literatura disponível sobre a ocorrência e biologia das algas calcárias;
- Avaliação taxonômica das comunidades algais e zoobentônicas;
- Avaliação do plâncton;
- Culturas de espécies algais selecionadas em laboratório;
- Estruturação da comunidade bentônica (fito + zoobentos); e
- Medição de parâmetros abióticos para avaliação das condições ambientais locais no Campo de Peregrino.

8.5. REVISÃO DA LITERATURA CIENTÍFICA DISPONÍVEL

A revisão da literatura disponível refere-se aos eventuais impactos potenciais causados por distúrbios sedimentares sobre as algas calcárias e espécies de fauna e infauna associadas, em termos de biologia e biodiversidade. Esta avaliação foi feita pelos pesquisadores do Jardim Botânico do Rio de Janeiro e está sendo utilizada para embasar a avaliação dos resultados obtidos em cada fase do projeto.

8.6. AVALIAÇÃO DAS ALGAS CALCÁRIAS E ZOOBENTOS

Campanhas de Campo

A coleta de material biológico foi realizada em nove estações oceanográficas em áreas previamente delimitadas como de ocorrência representativa de algas calcárias no Campo de Peregrino, tendo sido a primeira campanha de campo realizada pela Statoil em junho de 2010. A malha amostral para as coletas realizada nesta 1ª Campanha é apresentada na Figura 23, a seguir, onde também pode ser observada a localização à época do *Lander* e do *sediment trap*.

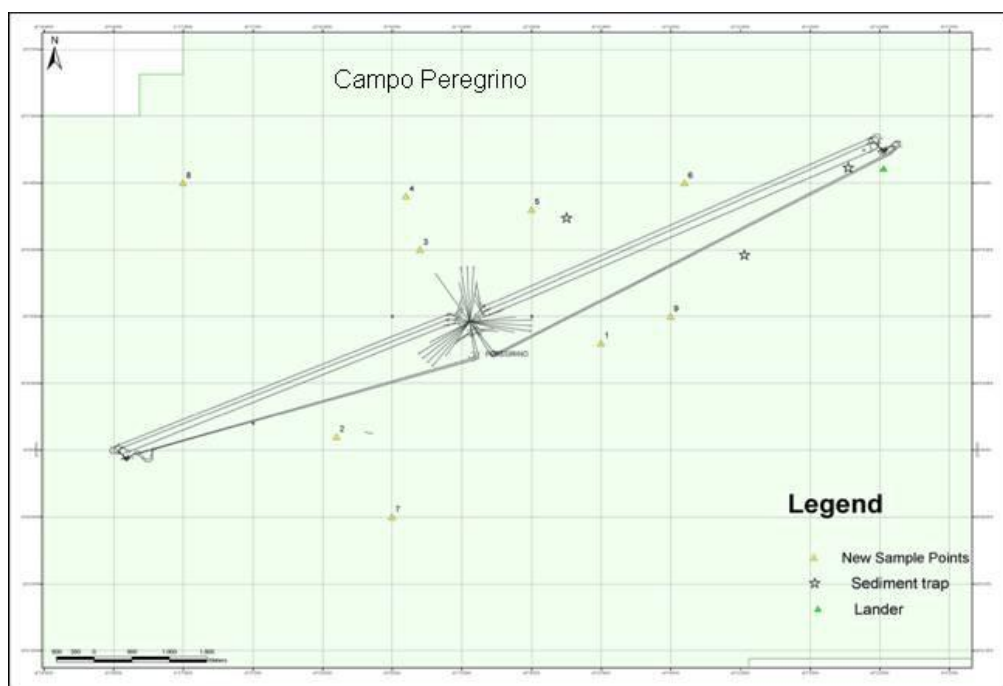


Figura 23 - Malha amostral realizada na 1ª Campanha.

Fonte: STATOIL (2011).

Cabe ressaltar que a malha amostral para a coleta de material biológico não é fixa, sendo as estações de coleta estabelecidas a bordo durante a campanha, a partir da seleção de áreas de maior ocorrência das algas calcárias já mapeadas.

Além da primeira campanha, até o momento foram realizadas outras duas campanhas para coleta de amostras de algas calcárias e espécies associadas, uma no terceiro trimestre de 2010 e no segundo trimestre de 2011.

Na segunda e terceira campanhas foram realizadas amostragens em 19 estações de monitoramento, de forma a estabelecer uma área de amostragem mais representativa e um mapeamento mais acurado da biodiversidade do assoalho oceânico da região do campo de Peregrino. Os resultados destas duas campanhas ainda não estão disponíveis, tendo em vista o esforço laboratorial necessária para avaliação das amostras coletadas, e serão apresentados no próximo relatório anual do PEMCA.

Dois métodos foram utilizados para a coleta de rodolitos. O primeiro método utilizado foi um amostrador do tipo “busca-fundo” (“Van-Veen”) (Figura 24B) para amostragens pontuais, tendo sido coletadas amostras em quatro estações (estações 3, 4, 5 e 8 - em réplicas), sendo um total de 24 amostras coletadas. O segundo método utilizado foi a draga biológica (Figura 24A), tendo sido realizado um total de 15 dragagens realizadas.

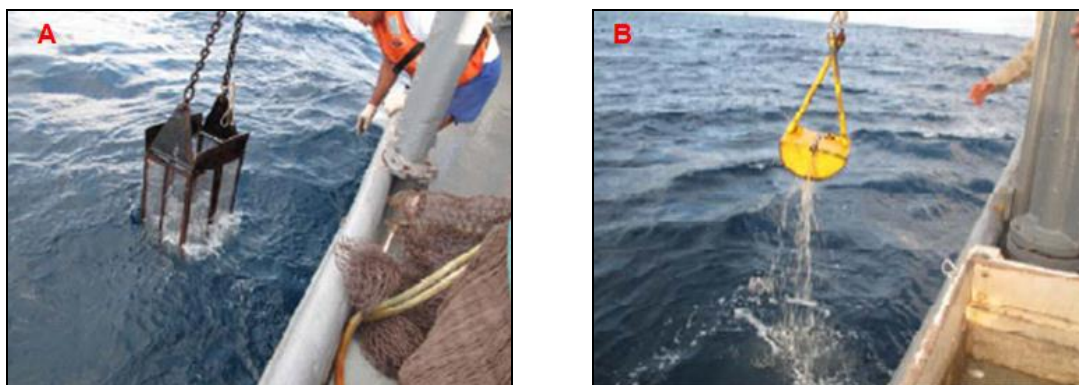


Figura 24 - Amostradores utilizados na coleta de algas calcárias. (A) Draga Biológica; (B) Busca-fundo (“Van-Veen”).

Fonte: STATOIL (2011).

A Figura 25, a seguir, apresenta um exemplo do material bentônico coletado nas campanhas, com grande predomínio de rodolitos de algas calcárias.



Figura 25 - Exemplo de material bentônico coletado nas campanhas.

Fonte: STATOIL (2011).

São previstas outras duas campanhas de campo para coleta de material biológico, totalizando seis campanhas, sendo que a campanha realizada no ano de 2011, cujos dados ainda não estão disponíveis, e outras duas a serem realizadas em meados de 2012.

A bordo da embarcação, os rodolitos foram separados do restante do material coletado, sendo armazenados os sacos plásticos e acondicionados em caixas térmicas. As amostras foram mantidas aeradas e sob temperatura constante (15°C), monitorada continuamente, durante todo o transporte.

As amostras coletadas de algas calcárias e da fauna associada foram encaminhadas para o Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ), para o Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) e LABTOX.

A fauna associada na superfície (epifauna), entre e dentro dos rodolitos (infauna e endofauna) é triada e quantificada pelos grandes grupos taxonômicos (Crustáceos, Poríferos, Equinodermas, Anelídeos e Moluscos).

8.7. AVALIAÇÃO DO PLÂNCTON

Campanhas de Campo

Além das campanhas realizadas para coleta de material bentônico, são previstas duas campanhas oceanográficas para avaliação da taxa de sedimentação e da comunidade planctônica. A primeira campanha para avaliação do plâncton foi realizada em abril de 2010, cuja malha amostral é apresentada na Figura 26 abaixo. Uma nova campanha oceanográfica é prevista para o primeiro semestre de 2012.

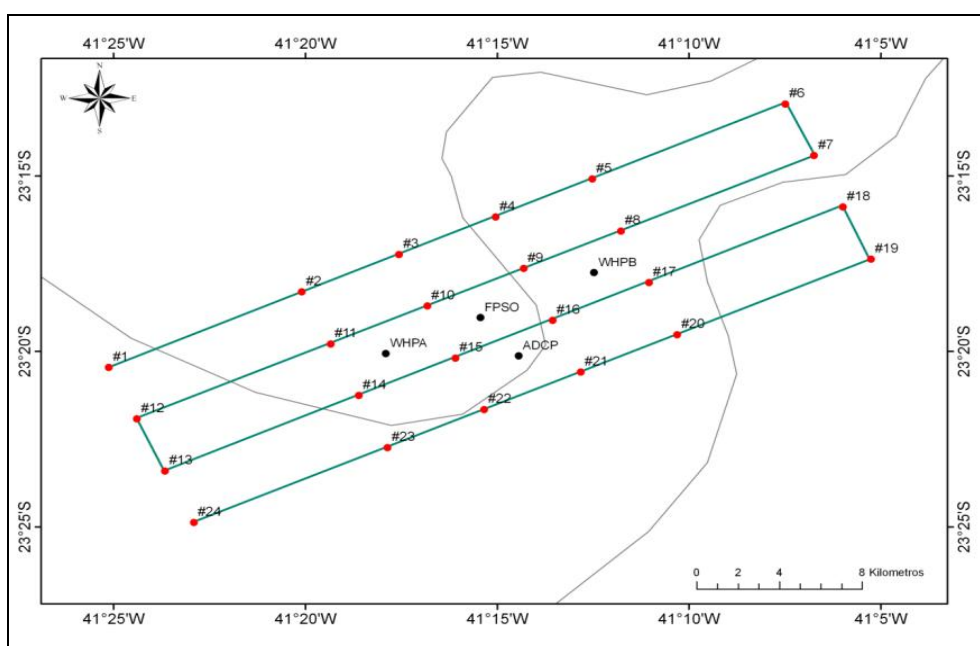


Figura 26 - 1ª Campanha oceanográfica (*Baseline*) para avaliação das comunidades planctônicas.

Fonte: STATOIL (2011).

Durante a 1ª Campanha de plâncton, um equipamento do tipo LOPC (*Laser Optical Plankton Counter*), foi fundeado 10 m acima do fundo oceânico. Um Micro-CTD (*Conductivity, Temperature, Depth*) foi acoplado ao LOPC a fim de gerar perfis verticais de temperatura e salinidade. Arrastos verticais de plâncton foram realizados com redes cônicas de malha 200 µm ao longo da coluna d'água (Figura 27).



Figura 27 - Lançamento do LOPC/Micro CTD (A) e das redes cilíndrico-cônicas (B) na 1ª Campanha oceanográfica (*Baseline*) para avaliação das comunidades planctônicas.

Fonte: STATOIL (2011).

As amostras coletadas pelos arrastos foram preservadas em formol tamponado a 4%, sendo obtidas alíquotas através de um subamostrador Motoda, as quais foram analisadas em laboratório utilizando um ZooScan. As amostras escaneadas são usadas para avaliar a composição e o tamanho das partículas encontradas nas amostras de plâncton.

8.8. CULTURA DAS ALGAS EM LABORATÓRIO

Após a coleta, as algas são mantidas vivas em caixas com água do mar e transportadas para a base do IEAPM, localizada em Arraial do Cabo - RJ. Posteriormente, estas amostras são secas na sombra ou fixadas em solução de formaldeído a 4% com água do mar, sendo armazenadas em caixas plásticas cobertas por sacos plásticos pretos para manter a coloração dos espécimes durante o transporte e estudo no laboratório do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (Figura 28).



Figura 28 - Cultura das algas em laboratório. (A) Amostras armazenadas em caixas plásticas cobertas por sacos plásticos pretos para manter a coloração dos espécimes durante o transporte e estudo no laboratório do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (B) Nas amostras coletadas foram observadas características externas de cada morfótipo. (C) Cortes em micrótomo rotatório para preparo de lâminas histológicas. (D) Caracterização da morfologia interna das algas no microscópio ótico.

Fonte: STATOIL (2011).

As amostras de algas calcárias foram divididas entre a JBRJ e a IEAPM, a cultura de espécies associadas foram executadas pela LabTox. As pesquisas realizadas pelo IEAPM levaram em consideração as condições ambientais (de luz e temperatura), enquanto que no JBRJ as pesquisas tiveram um enfoque na composição da água do mar e nutrientes.

As algas calcárias encontradas vivas durante as campanhas são selecionadas para identificação taxonômica e cultivo em laboratório. Experimentos de cultura das algas e espécies incrustadas estão sendo feitos pelo JBRJ e LABTOX, após serem preliminarmente acondicionadas no IEAPM (Figura 29).

Os experimentos são realizados de forma a simular as condições ambientais do banco de algas calcárias do campo de Peregrino (Temperatura 15°C e incidência luminosa de 16μmol), conforme resultados iniciais dos parâmetros físicos avaliados.



Figura 29 - Cultivo das algas em laboratório.
Fonte: STATOIL (2011).

8.9. ESTRUTURAÇÃO DA COMUNIDADE BENTÔNICA (FITO + ZOOBENTOS)

A atividade “estruturação da comunidade” significa identificar as espécies dominantes nessa comunidade bêntica e descrever as possíveis relações concorrentes com base na sua relativa abundância. A biomassa das espécies incrustadas vivas e material morto serão considerados para determinar sua contribuição para a composição da estrutura de rodolitos.

Análises multivariadas serão usadas para distinguir agrupamentos da fauna e flora. A fauna identificada será depositada nas coleções biológicas do Instituto de Biologia e Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

8.10. MEDIÇÃO DE PARÂMETROS ABIÓTICOS PARA AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS LOCAIS

▪ *Lander*

Em paralelo à avaliação biológica, a medição dos parâmetros abióticos para avaliação das condições ambientais na área e caracterização do habitat das algas calcárias está sendo realizada através de um conjunto de dispositivos de observação denominado *Lander*.

O *Lander*, equipamento de alta tecnologia para a medição de parâmetros abióticos no oceano, foi desenvolvido de forma pioneira pela parceria entre o *Institute of Marine Research*, na Noruega, e o Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. O

Lander funciona como um observatório de fundo, a partir do qual diversos parâmetros físicos, físico-químicos e oceanográficos são constantemente medidos. Além disso, câmeras instaladas no equipamento permitem acompanhar visualmente as condições locais no fundo oceânico bem como possíveis interferências sobre as comunidades bentônicas.

O monitoramento através de um observatório de fundo apresenta diversas vantagens em relação ao monitoramento tradicional com coleta de amostras. Pode ser citado o monitoramento contínuo em tempo real dos parâmetros selecionados, além de uma menor interferência com as condições locais, por interferir minimamente com o ambiente. Além disso, este tipo de equipamento permite um acompanhamento de longo prazo dos parâmetros medidos.

O *Lander* apresenta cerca de 2,5 m de diâmetro circular, 2,5 m de altura e um peso de 2,5 ton (Figura 30). Os sensores e equipamentos instalados no *Lander* permitem a medição dos parâmetros temperatura, salinidade, perfil de Correntes (por ADCP), turbidez, intensidade luminosa e monitoramento visual por câmeras.



Figura 30 - *Lander*. As setas em vermelho indicam a localização da *time lapse* câmera e de seu *flash* para monitoramento visual.

Fonte: STATOIL (2011).

O *Lander* foi instalado pela primeira vez a 250 m a sul da plataforma Peregrino B no dia 01 de maio de 2010 pelo navio Skandi Waveney. Cabe ressaltar que por motivos técnicos não foi possível a instalação do ADCP para medição de correntes neste

primeiro lançamento do *Lander*. No entanto, um ADCP Continental foi devidamente instalado no segundo lançamento do *Lander*.

A Figura 31 apresenta o *Lander* durante a instalação no Campo de Peregrino.

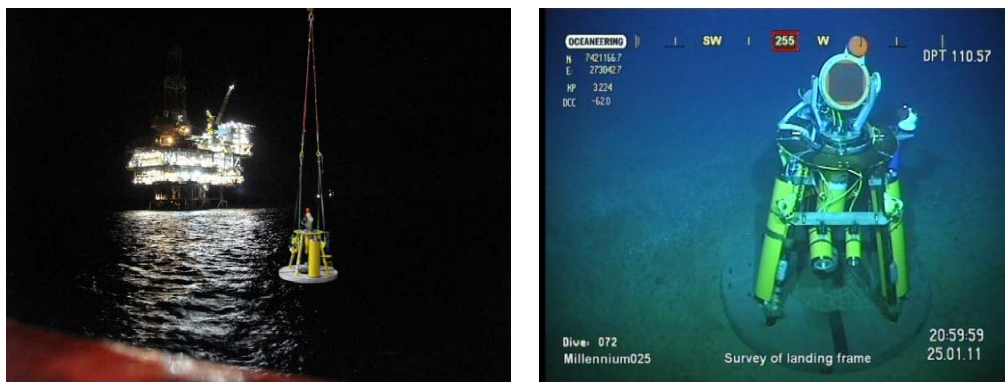


Figura 31 - Instalação do *Lander* nas proximidades da Plataforma Peregrino B.

Fonte: STATOIL (2011).

O *Lander* foi recuperado em dezembro de 2010, quando foram feitos alguns serviços de reparos e manutenção, para corrigir as falhas de operação ocorridas. Em janeiro de 2011, foi reposicionado sendo situado a uma distância de 1.400 m a sudoeste da Plataforma B, em uma área com uma concentração relativamente alta de algas calcárias no assoalho oceânico. Havia a intenção de instalar uma bóia de comunicação para a transferência de dados em tempo real, mas essa operação precisou ser adiada devido a uma ruptura no cabo de fibra óptica entre o *Lander* e a bóia.

Devido aos imprevistos técnicos ocorridos, o *Lander* foi recuperado novamente em agosto de 2011 e reinstalado, junto com a boia de comunicação, no ano de 2011.

▪ *Time Lapse Camera*

O *Lander* é equipado também com equipamento fotográfico de alta resolução, uma *Time Lapse Camera* com *flash* independente. Os registros fotográficos têm como objetivo a identificação de espécies associadas aos rodolitos bem como o monitoramento das condições locais ao longo do tempo, a fim de identificar possíveis alterações.

De forma complementar à avaliação das imagens obtidas pelo *Lander*, foram selecionadas e avaliadas pelos pesquisadores do IO-USP e FUNDESPA imagens registradas durante as filmagens realizadas por ROV no Campo de Peregrino, em fevereiro de 2007, pela AECOM (ex-ENSR), tendo sido avaliados um total de 34 horas de filmagens em um total de 30 km de *transects*.

Foram selecionadas 200 imagens aleatórias de cada um dos 11 habitats identificados previamente como ocorrentes na área avaliada, após o mapeamento realizado no local (vide Figura 22). Neste estudo complementar foram utilizados dois métodos: contagem aleatória realizada pelo *software* CPCe V4.0 (KOHLER & GILL, 2006) e contagem do total da megafauna vágil (*Stomatopoda, Holothuroidea and Asteroidea*) de todas as filmagens.

A determinação da composição, cobertura e avaliação estatística da comunidade bêntica foi realizada a partir das planilhas Excel obtidas após processamento com o CPCe *software* (*Coral Point Count with Excel extensions*).

As imagens obtidas pelo ROV na campanha de 2007 também foram utilizadas para avaliação das comunidades nectônicas ocorrentes no local. A partir da observação de todas as filmagens, foram extraídas imagens *still* juntamente com as informações de localização, data, número de indivíduos, etc., que foram utilizadas para a identificação das espécies nectônicas. Os nomes comuns para as espécies identificadas foram reportados com base nos registros do *FishBase* (2011).

▪ ***Sediment Trap - Armadilha de sedimentos***

Os *sediment traps* (ou armadilhas de sedimentos) instalados no Campo de Peregrino têm como objetivo analisar através de uma FlowCAM® a morfologia, volume e tamanho das partículas sedimentadas. Cada *sediment trap* utilizado no PEMCA possui diâmetro de 91 cm, 164 cm de largura e uma área superficial vertical de 0,66 m². O seu *design* inclui ainda bóias bênticas para flutuação, cabos de Perlon e de Nylon, além de uma poita de 3.250 kg, conforme ilustração a seguir (Figura 32).

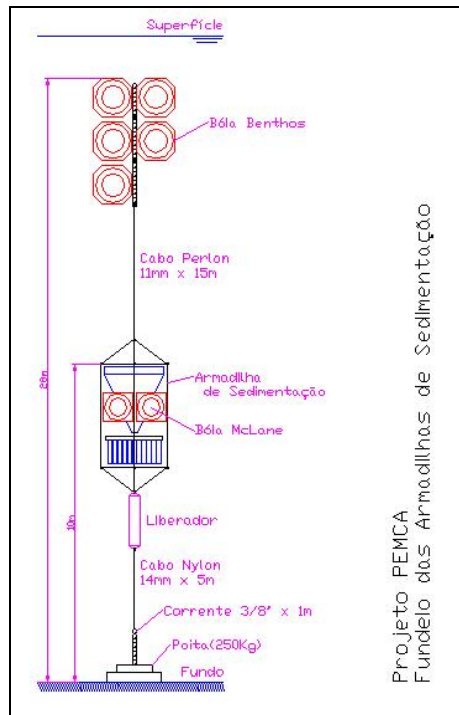


Figura 32 - Design do *sediment trap* utilizado no PEMCA.
 Fonte: STATOIL (2010).

A instalação do *sediment trap* no Campo de Peregrino pode ser observada na Figura 33. Após a instalação, o equipamento fica a 10m acima do fundo oceânico.

Em cada lançamento são instalados três *Sediment traps*. O primeiro lançamento ocorreu em no dia 20 de junho de 2010, e coletaram amostras durante um período de três meses. Os coletores de sedimentos foram recuperados e reinstalados em outubro de 2010.

Não houve descarte de cascalhos e fragmentos durante este primeiro período de amostragem, as análises das amostras coletadas proporcionaram uma visão excelente da sedimentação na área de estudo, sem a influência da atividade de perfuração. As amostras coletadas são analisadas para detecção de traços de metal e hidrocarbonetos (STATOIL, 2011).

A segunda operação ocorreu em janeiro de 2011, a terceira em abril de 2011 (quando não foi possível recuperar o *sediment trap* 2 - ST2 e instalar o *sediment trap* 1 - ST1) e a quarta em agosto de 2011, quando os *sediment traps* foram recuperados e relançados.

Os dados obtidos no terceiro lançamento ainda estão em análise e serão apresentados no próximo relatório do PEMCA.



Figura 33 - *Sediment trap* no momento de sua instalação no Campo de Peregrino.
Fonte: STATOIL (2011).

Cada armadilha coleta 21 amostras que são preservadas com HgCl₂. Após o recolhimento do equipamento, as amostras são divididas em 10 partes iguais através de um fracionador do tipo WSD-10 e acondicionadas para as análises morfológicas posteriores.

A FlowCAM® em seu modo *Autoimage* captura imagens das partículas e estima suas medidas morfológicas. Inicialmente, uma fração de 1/10 do material coletado pela malha de 600 µm foi analisada. No entanto, o material retido na malha e avaliado sob microscópio não apresentou partículas superiores a 600 µm. Desta forma, optou-se por malhas menores de 300 e 100 µm. As imagens foram analisadas com o *software* associado Visual SpreadSheet, e foram reunidas manualmente de acordo com os diferentes tipos de partículas.

A recuperação das amostras de sedimento coletadas pelos *sediment traps* é feita periodicamente no verão e inverno. No material coletado serão feitas análises granulométricas, de Carbono e Nitrogênio, além da avaliação de eventual presença de barita (sulfato de bário).

▪ ***Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP)***

Além das medições dos parâmetros oceanográficos realizadas pelo *Lander*, em paralelo, a Statoil instalou um ADCP de 250 kHz em outubro de 2009 (coordenadas Lat: 23°20'S, Long: 041°14'W) para a realização de medições de baseline das correntes oceânicas locais, sendo sua recuperação feita em setembro de 2010, o que proporcionou a medição de um ano de correntes oceânicas de ótima qualidade.

O ADCP foi configurado para medição da velocidade e direção das correntes, além da temperatura da água do mar, a cada 30 minutos. Os dados foram medidos a cada 5m entre as profundidades de 3 e 93 m. A localização do *mooring* é apresentada na Figura 34, a seguir.

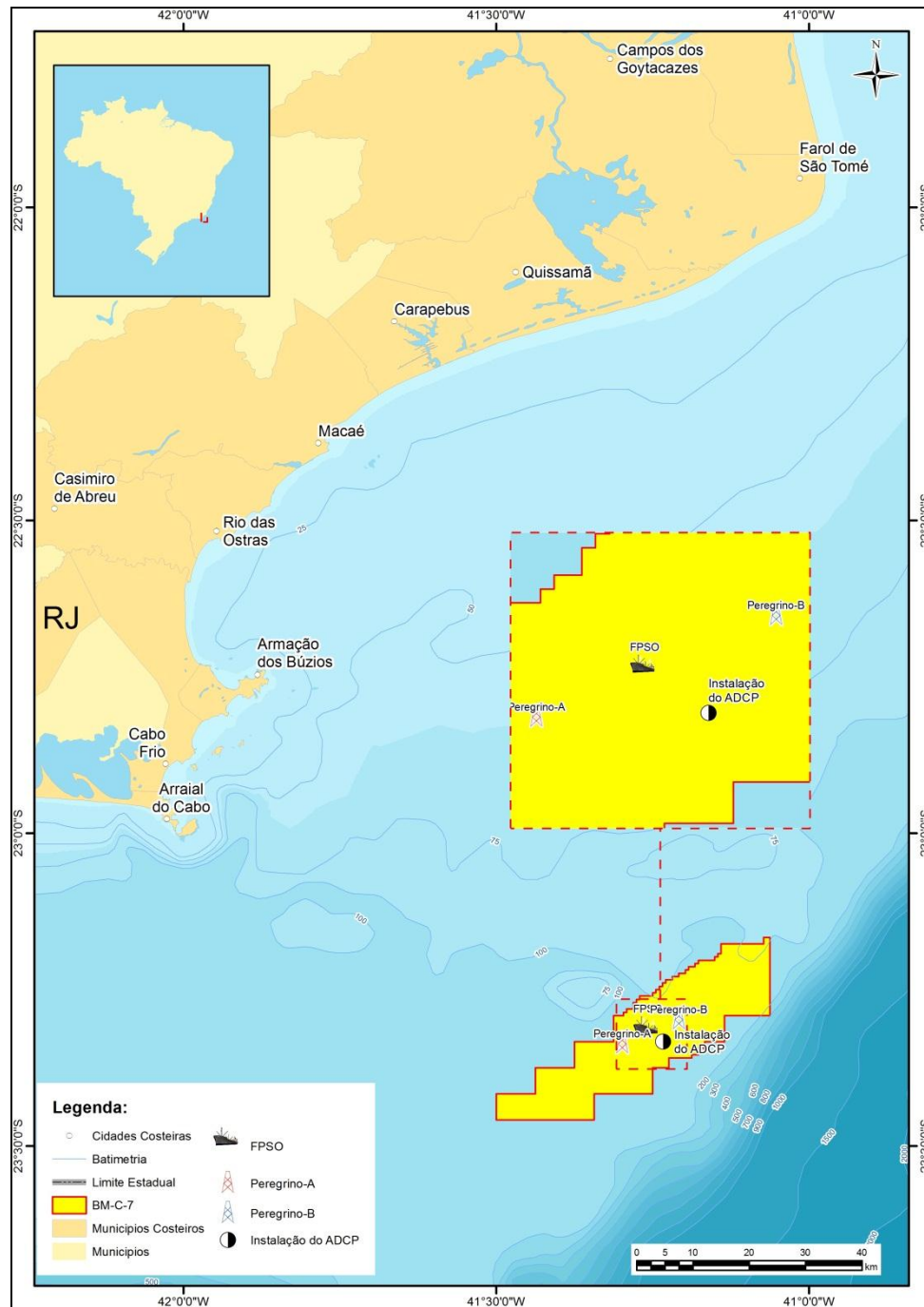


Figura 34 - Localização do ADCP instalado em outubro de 2009 e recolhido em setembro de 2010.
 Fonte: STATOIL (2010).

Cabe ressaltar que a obtenção contínua das forçantes oceanográficas (temperatura, salinidade e perfilagem de correntes), poderá ser utilizada em futuras modelagens matemáticas da dispersão de cascalho e fluido de perfuração no Campo de Peregrino.

▪ **Fase II - Implementação dos testes de laboratório e avaliação dos resultados obtidos**

Nesta etapa, serão definidos os requisitos bióticos e abióticos (luz, qualidade da água, nutrientes, condições hidrodinâmicas, temperatura e pressão), para a construção dos equipamentos e realização dos testes laboratoriais de sedimentação. Esta etapa do projeto está sendo realizada em parceria entre o IEAPM e o SINTEF.

Adicionalmente, testes laboratoriais estão sendo realizados através da exposição das algas a diferentes níveis de soterramento e turbidez, estabelecendo os limites máximos associados a alterações de turbidez. Com base nos resultados desses testes e nas informações colhidas durante a atividade de Biologia Básica, o Labtox desenvolverá um protocolo de teste para avaliar os efeitos da exposição das algas calcárias no campo de Peregrino a detritos de perfuração.

O acompanhamento de procedimentos inclui a análise e manutenção da qualidade da água, sedimento, correntes e níveis de luz nos tanques de tratamento. A amostragem e análise incluem a medição das respostas das algas calcárias através da leitura de fluorescência e medição das taxas de crescimento marginal e cumulativo das amostras de rodólitos.

As influências do grau de turbidez e soterramento por sedimentos nas algas calcárias e fauna associada serão testadas em experimentos multi-fatoriais. A capacidade de recuperação das algas calcárias será testada comparando amostras sob estresse a amostras não estressadas variando o intervalo de exposição e cessão do estresse (WILSON *et al*, 2004).

Análises de variâncias (Anova e Ancova) serão empregadas para testar diferenças significativas entre os diversos tratamentos, depois de testadas as premissas de normalidade e homogeneidade (ZAR, 1984).

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer de muitos séculos, a concepção de natureza subjugada aos usos humanos corroborou a ideia de um meio ambiente infinito e imutável, e consolidou a expansão capitalista (MIRRA 2005). Por esta ótica, todos os recursos naturais disponíveis estiveram a serviço das necessidades do desenvolvimento e do progresso. Em função desta crença, ações sem a correta avaliação de suas consequências, foram cometidas contra o meio ambiente.

Em virtude das primeiras evidências de insustentabilidade planetária é que o homem começou a compreender que o meio ambiente é parte intrínseca da construção de uma sociedade equilibrada e que a sua degradação coloca em risco a vida.

Nesta época, conforme revisado na pesquisa, o modelo de desenvolvimento até então dominante, cuja feição privilegiou apenas o campo econômico e a lucratividade dos agentes econômicos, passou a ser amplamente questionado por grupos de estudos, organismos internacionais e sociedade civil em geral.

Hoje, o fator ambiental é uma realidade que não pode ser desprezada, bem como é pacífica a ideia que os diferentes agentes econômico-sociais (empresas, instituições, companhias) precisam considerá-lo em qualquer de suas operações. Não obstante o risco que todas as atividades realizadas por esses agentes apresentam ao meio ambiente, é clara a percepção de que a sustentabilidade é uma exigência da qual nenhum deles pode fugir.

Esta perspectiva é reforçada pelo aumento do número de medidas legislativas adotadas como ferramentas de controle e fiscalização ao uso sustentável dos recursos, mas também a formas mais seguras e de menor grau de efeito antropogênico a exploração de recursos finitos. (GUERRA *et al*, 2006). A normalização de medidas de proteção a qualidade ambiental, e acordos, estabelecidos entre nações em função da ampliação do entendimento de que para as questões ambientais, não se limitam as fronteiras entre os países, e sim se conectam em uma rede complexa e dinâmica por todo o planeta.

Neste sentido a indústria de E&P de óleo e gás, há muitos anos consolidada, busca atender à demanda por petróleo e seus derivados, ainda em curso e possivelmente nas próximas décadas. Em função das dificuldades de novas descobertas deste recurso em terra, direciona seus esforços à descoberta de reservas localizadas *offshore*, hoje o maior

nicho deste mercado, inclusive no Brasil, onde já atuam ou para onde estão se dirigindo as grandes companhias petrolíferas internacionais que pretendem operar no pré-sal.

A E&P de petróleo *offshore*, entretanto, possui riscos ao meio ambiente marinho e costeiro. Neste trabalho, foram descritos os riscos ambientais mais destacados pela literatura, às águas oceânicas, ao ecossistema, biota e organismos vivos, em todas as suas fases, desde o levantamento de dados sísmicos até o descomissionamento do poço ou campo. Por esta razão, são rigorosos os mecanismos e instrumentos de proteção ao meio ambiente marinho, nomeadamente legislações e procedimentos para o licenciamento de empreendimentos e atividades.

O monitoramento ambiental é parte desse sistema normativo e de licenciamento e, particularmente, uma ferramenta compatível com as preocupações que envolvem riscos e impactos ambientais das atividades de E&P de óleo e gás *offshore*. Trata-se de um procedimento relevante, tanto para ampliação do conhecimento do ambiente marinho onde se instala, como também é uma ferramenta importante para a mitigação e ou compensação dos efeitos negativos dessas atividades quanto para a determinação de eventuais desvios em que as empresas possam incorrer em relação às normas vigentes. Daí também sua importância para as próprias operadoras, o que evidencia a necessidade de incorporar esta prática a seus sistemas internos de gestão ambiental.

O monitoramento ambiental da fase de perfuração *offshore*, pelos riscos e impactos inerentes ou associados a esta atividade, não é menos importante, sobretudo quando se trata de intervenção em ambientes marinhos particularmente sensíveis, como é o caso do banco de algas calcárias localizado no campo de Peregrino, na Bacia de Campos, onde a Statoil, que é a empresa em estudo, realiza atualmente suas operações no Brasil.

A Tabela 8 evidencia as principais diferenças entre o Projeto de Monitoramento Ambiental atualmente executado pela Statoil e o que se vem sendo comumente solicitado pelo IBAMA/CGPEG no âmbito do projeto supramencionado para outras empresas que realizam perfuração de poços marítimos na Bacia de Campos.

Tabela 8 - Comparação entre os parâmetros ambientais pertinentes ao Projeto de Monitoramento Ambiental realizado pela Statoil e de outras empresas perfurando na Bacia de Campos.

Parâmetros ambientais solicitados no Termo de Referência elaborado pelo IBAMA/CGPEG para licenciamento de atividades de perfuração de poços offshore	Operadoras atuando na Bacia de Campos	Statoil
Caracterização ecotoxicológica dos fluidos de perfuração <i>Caracterizar a toxicologia dos fluidos de base aquosa, não aquosa e complementares.</i>	X	X
Volumes de fluido e cascalho descartados <i>Monitorar os volumes de fluido e cascalho descartados e analisar a granulometria dos cascalhos gerados.</i>	X	X
Registro das forçantes do modelo hidrodinâmico <i>Medição das correntes marítimas e ventos.</i>	X	X
Interações das atividades com a fauna marinha <i>Monitorar a presença de mamíferos marinhos nas imediações das unidades.</i>	X	X
Monitoramento da qualidade do sedimento: <i>Granulometria, teor de carbonatos, metais (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn e V), nitrogênio total, fósforo total, Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (HTP) e Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA), razão C:N:P.</i>	X	X
Biota bentônica <i>Classificação no menor nível taxonômico possível (Filo, Classe, Ordem, Família, etc).</i>	X	X
Monitoramento de plâncton <i>Utilização de técnica de monitoramento com o LOPC (Laser Optical Plankton Counter), fundeado 10 m acima do fundo oceânico, com um Micro-CTD (Conductivity, Temperature, Depth) acoplado. Realização de arrastos verticais de plâncton ao longo da coluna d'água.</i>	NA	X
Cultura de algas em laboratório <i>Cultivo de algas calcárias coletadas na área de estudo, e mantidas sob condições similares, com o objetivo de monitorar efeitos diversos em experimentos de laboratório.</i>	NA	X
<i>Time Lapse Camera</i> <i>Identificar as espécies associadas aos rodólitos e monitorar as condições locais ao longo do tempo, a fim de identificar possíveis alterações em função do empreendimento.</i>	NA	X
Armadilha de sedimentos <i>Analisar através de uma FlowCAM® a morfologia, volume e tamanho das partículas sedimentada.</i>	NA	X
<i>Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP)</i> <i>Medir a velocidade e direção das correntes, além da temperatura da água do mar, entre 3 a 93 metros de profundidade.</i>	NA	X

O subprojeto de monitoramento ambiental da perfuração de poços nesta região, solicitado de forma inédita à companhia pelo IBAMA como parte do licenciamento para suas operações (Anexo A), reforça a perspectiva de maior customização do referido projeto levando em consideração a sensibilidade e as características ambientais das áreas de atuação de cada empresa nas Bacias sedimentares brasileiras. De caráter particular e direcionado ao ecossistema onde estão sendo realizadas as atividades da Statoil, constitui importante iniciativa neste âmbito no Brasil. Ademais, é imperativo destacar que a utilização da tecnologia de monitoramento ambiental em tempo real não

foi solicitada no âmbito do licenciamento ambiental para nenhuma empresa de óleo e gás perfurando poços marítimos na Bacia de Campos no último ano.

Dado a seu pioneirismo, mais do que isso, a solicitação revela uma nova abordagem do próprio órgão licenciador brasileiro, pois demonstra maior acuidade com o meio ambiente marinho do País e também maior controle sobre as empresas que aqui atuam neste setor.

Por outro lado, conforme foi relatado nesta pesquisa, a resposta da Statoil a esta solicitação não foi menos animadora, pois a companhia empregou e vem empregando tecnologia e metodologia próprias e inovadoras de monitoramento no Projeto PEMCA, abrindo novas possibilidades neste campo, inclusive para adoção por outras operadoras no Brasil e no mundo, o que é visto como uma tendência.

Por constituir-se em uma alternativa à metodologia tradicional de monitoramento, muito mais moderna e em consonância com as atuais exigências em relação à conservação do meio ambiente (não só legais, mas também da opinião pública), considera-se o PEMCA um projeto de grande importância para a indústria de E&P de petróleo *offshore*, visão que também se estende a seus primeiros resultados, constantes no Relatório Preliminar de acompanhamento do projeto e no Relatório de novembro de 2011.

Ações de monitoramento ambiental como as que foram apresentadas possivelmente trarão maior eficiência à prevenção e mitigação de danos ambientais.

Frente ao que vem sendo realizado no Campo de Peregrino, é esperado que o IBAMA adote não só a metodologia, mas como a tecnologia empregada pela companhia norueguesa para outros empreendedores nas diversas bacias da costa brasileira.

10. CONCLUSÃO

A pesquisa sobre o Projeto de Monitoramento Ambiental na etapa de perfuração de poços marítimos de óleo e gás no Brasil: um estudo de caso na Bacia de Campos, Rio de Janeiro, demonstra:

- Que ocorrem impactos ambientais negativos sobre o meio ambiente, em especial: a ancoragem da plataforma; o descarte de cascalho e fluido de perfuração no entorno de poço as comunidades biológicas; o descarte de esgoto sanitário pré-tratado e o vazamento de óleo no mar oriundo da plataforma ou das embarcações de apoio;
- A existência de diversos mecanismos e instrumentos de proteção ao meio ambiente e a consolidação da aplicação das normas nacional e internacional sobre o meio ambiente marinho indicando uma grande evolução na regulação do setor no Brasil;
- Que o monitoramento ambiental no âmbito do licenciamento do E&P na fase de perfuração *offshore* vem se modernizando e se adaptando às necessidades crescentes de conhecimento sobre o ambiente marinho, alcançando um novo patamar de metodologias amostrais e experimentais;
- Que, em relação aos monitoramentos rotineiros realizados por outras empresas do Setor de Óleo e Gás, o Projeto PEMCA se destaca uma vez que constitui um valioso banco de dados para o Ibama e a comunidade científica a respeito da biota presente nas bacias sedimentares marítimas do país, especificamente no caso de águas profundas e distantes da costa, cujas comunidades bentônicas carecem de estudos específicos. Outro ponto positivo a ser destacado se relaciona ao melhor entendimento da relação aspecto/impacto concernente às atividades de perfuração *offshore* uma vez que a tecnologia empregada utiliza como recurso o monitoramento em tempo real;
- O PEMCA é um conceito de monitoramento, pioneiro no Brasil, que funciona como um observatório de fundo, a partir do qual diversos parâmetros físicos, físico-químicos e oceanográficos são constantemente medidos. Além disso, câmeras instaladas no equipamento permitem acompanhar visualmente as condições locais no fundo oceânico, bem como possíveis interferências sobre as comunidades bentônicas. Desta forma o monitoramento implementado pela

Statoil, apresenta características adicionais aquelas usualmente solicitadas pela CGPEG/IBAMA para outras operadoras na Bacia de Campos.

- Que o monitoramento ambiental executado pela empresa Statoil no Campo de Peregrino, na Bacia de Campos, poderá se tornar um modelo a ser seguido em novos licenciamentos ambientais, sobretudo em regiões onde predominam bancos de algas calcárias.

11. REFERÊNCIAS

ABPIP, Associação Brasileira dos Produtores Independentes de Petróleo e Gás. **Políticas e Estratégias para o Desenvolvimento da produção Independente de Petróleo e Gás**. Rio de Janeiro, novembro de 2010.

ALEIXO, Luiz Alexandre; TACHIBANA, Toshi-Ichi; CASAGRANDE, Douglas. Poluição por Petróleo: formas de introdução de petróleo e derivados no ambiente. **Revista Integração**, Ano XIII, n. 49, pp. 159-166, São Paulo, abril/maio/junho de 2007.

ALMEIDA, Luiz Cláudio Carvalho de. Responsabilidade civil ambiental *offshore*. **Revista da Faculdade de Direito de Campos**, Ano VII, n. 9, pp. 145-252, dezembro de 2006.

ANDREOLI, Cleverson V. Gestão Ambiental. In: MENDES, Judas Tadeu Grassi (org.). **Gestão Empresarial**. Curitiba: FAE Business School, 2002.

ANP, Agência Nacional do Petróleo. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br> > Acesso em dezembro de 2010

ANP, Agência Nacional do Petróleo. **Guia para Licenciamento Ambiental das Atividades de Perfuração de Óleo e Gás - 5ª Rodada de Licitações**. 2003. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/meio/guias/5round/index2.htm> > Acesso em setembro de 2011.

ANP, Agência Nacional do Petróleo. **Guia para Licenciamento Ambiental das Atividades de Perfuração de Óleo e Gás - 8ª Rodada de Licitações**. 2006. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br/meio/guias/5round/index2.htm> > Acesso em setembro de 2011.

ARAÚJO, Giovanni Moraes de. **Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional OHSAS 18.001 e ISM Code Comentadas**. Rio de Janeiro: Gerenciamento Verde, 2006.

BARACHO JÚNIOR, José Alfredo de Oliveira. **Responsabilidade Civil por Dano ao Meio Ambiente**. Belo Horizonte: Del Rey, 2000.

BEZERRA, Luiz Gustavo Escorcio. A Indústria brasileira de petróleo upstream e a proteção ambiental: arcabouço jurídico e breves reflexões. **Anais...** 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. 2005. Salvador, 02 a 05 de outubro de 2005.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 1, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/conama/> > Acesso em julho de 2011.

BRASIL, IBAMA, **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis**. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/> > Acesso em agosto de 2011.

Informação ELPN/IBAMA n. 012/03. Impactos Ambientais da Atividade de Prospecção Sísmica Marítima. Rio de Janeiro, 2003.

Informação Técnica Conjunta n. 169/2006. Recomendação de Áreas de Exclusão para Realização de Pesquisas Sísmicas. Rio de Janeiro, 2006.

CALSING, Renata de Assis. O Protocolo de Quioto e o direito ao desenvolvimento sustentável. **Revista Jurídica**, vol. 6, n. 71, pp. 1-11, Brasília, Presidência da República, abril de 2005.

CAPANEMA, Bruna; QUEIROZ, Josiane. **Navio de Pesquisa Sísmica.** Relatório de Projeto I. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica (DENO). Rio de Janeiro, EP/UFRJ, 2009.

CARDOSO, Eleonora Ribeiro. Subsídio - um instrumento econômico de política ambiental: usos e limitações. **Anais... XLII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, SOBER/UFMT, 2004.** Cuiabá, 2004.

CARRARA, Nelsiane. Statoil: investimento no país em responsabilidade social e desenvolvimento tecnológico. **Portal Marítimo.** 07/10/2010. Disponível em: < <http://portalmaritimo.com/2010/10/07/statoil-investimento-no-pais-em-responsabilidade-social-e-desenvolvimento-tecnologico/> > Acesso em outubro de 2011.

CASTRO, Eduardo Viveiros de. Diversidade Socioambiental. In: **Almanaque Brasil Socioambiental 2008.** São Paulo: Instituto Socioambiental (ISA), 2008.

CASTRO JUNIOR, Osvaldo Agripino de. Direito Marítimo, Lex Mercatoria e Lex Marítima: breves notas. **Cadernos da Escola de Direito e Relações Internacionais**, vol. 1, n. 12, pp. 84-101, Curitiba, UNIBRASIL, 2010.

COIMBRA, M M.; BARBOSA C.F.; SOARES Gomes A.; SILVA C.G.; RIOS-NETTO, A.; MUELLER, K. A.A., 2000. **MAS-C14 Measurements for the carbonate platform of the offshore Campos Basin, Rio de Janeiro State, Brazil.** Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 172 (2000) 589-591.

CORNIGLION, Ricardo Ghizi; NOGUEIRA, Guilherme Dantas. Petróleo e Hegemonia: dilema estratégico do novo século. **Anais... 1º Encontro Nacional da Associação Brasileira de Relações Internacionais (ABRI).** 2007. Brasília, 25 a 27 de julho de 2007.

CORRÊA, Iran Carlos Stalliviere; TOLDO JÚNIOR, Elírio Ernestino. Aplicação de imagens de sonar de varredura lateral na interpretação ambiental em uma árvore exploratória marítima - Bacia de Campos-RJ, Brasil. **Anais... XI Congresso Latinoamericano de Ciencias Del Mar.** 2005. Viña Del Mar, 16 a 20 de mayo de 2005.

COSTA, Diego. Peregrino recebe aval do IBAMA. **Universo do Petróleo**, 08/04/2011. Disponível em: < <http://www.universodopetroleo.com.br> > Acesso em setembro de 2011.

COSTA, Leonardo Miranda de Paula; BRAUN, Guilherme Araújo. **Navio de Perfuração para Águas Profundas**. Relatório de Projeto I. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica (DENO). Rio de Janeiro, EP/UFRJ, 2008.

COSTA, Ricardo Cunha da; PIRES, Victor Hugo; LIMA, Guilherme Penin Santos de. Mercado de embarcações de apoio marítimo às plataformas de petróleo: oportunidades e desafios. **BNDES Setorial**, n. 28, pp. 125-146, Rio de Janeiro, setembro de 2008.

COUTINHO PN., 1994. **Sedimentos carbonáticos da Plataforma continental brasileira**. Revista de Geologia, Fortaleza 6:65-73.

CRAPEZ, Mirian Araújo Carlos. Efeitos dos hidrocarbonetos de petróleo na biota marinha. In: MORAES, Rosane B.C. *et al.* **Efeitos de Poluentes em Organismos Marinhos**. São Paulo: Arte & Ciência, 2001.

DALLA COSTA, Armando João; SOUZA-SANTOS, Elson Rodrigo de. As jazidas petrolíferas do pré-sal: marco regulatório, exploração e papel da Petrobras. **Boletim Economia & Tecnologia**, Ano 5, vol. 19, pp. 146-161, Curitiba, UFPR, outubro/dezembro de 2009.

DANTAS, Luís Adelson. **Modelo de Gestão Baseado na Conformidade Legal de Plataformas de Petróleo operando em Águas Jurisdicionais Brasileiras**. 101 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

DE BORTOLI, Andreyra. Sociedade, globalização, riscos ambientais globais e desenvolvimento sustentável. **Boletim Jurídico**, Ano V, número 254, Uberaba, 3 de dezembro de 2007. Disponível em: < <http://www.boletimjuridico.com.br/doutrina/texto.asp?id=1889> > Acesso em julho de 2011.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. São Paulo: Gaia, 2004.

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2008.

DIAS, G.T.M.; JEVEAUX, J.L., 1996. **Tipos de fundo da plataforma continental se revelados em levantamentos por sonar de varredura lateral e dragagens durante a expedição REVIZEE Central 1-2ª etapa**. Apresentação em painel no XXXIX Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador.

ENSR/ENCAN BRASIL. **Relatório do Programa de Monitoramento Ambiental do Bloco BM-C-7 - Poço 1-ENC-1-RJS**. ENCAN BRASIL Ltda, set. 2004.

ENSR/ENCAN BRASIL. **Relatório do Programa de Monitoramento Ambiental do Bloco BM-C-7 - Poço 3-ENC-2-RJS**. ENCAN BRASIL Ltda, abr. 2005.

ENSR/ENCAN BRASIL. **Relatório do Programa de Monitoramento Ambiental do Bloco BM-C-7 - Poços 3-ENC-3-RJS e 3-ENC-4-RJS**. ENCAN BRASIL Ltda, mar. 2006.

FELDMANN, Fabio (coord.). **Entendendo o Meio Ambiente**. Vol. I. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 1997.

FERMAN, Ricardo K. S.; ANTUNES, Adelaide. Requisitos ambientais e acesso a mercados: o setor de defensivos agrícolas. **Revista Brasileira de Política Internacional**, vol. 51, n. 2, pp. 26-38, Brasília, julho/dezembro de 2008.

FERRO, Fernando; TEIXEIRA, Paulo. **Os Desafios do Pré-Sal**. Série Cadernos de Altos Estudos, n. 5. Brasília: Câmara dos Deputados, 2009.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Saraiva, 2010.

FONSECA, Fúlvio Eduardo. A convergência entre a proteção ambiental e a proteção da pessoa humana no âmbito do Direito Internacional. **Revista Brasileira de Política Internacional**, vol. 50, n. 1, pp. 121-138, Brasília, janeiro/junho de 2007.

FRANÇA, Martha San Juan. Statoil investe em pesquisa ambiental no litoral do Rio. **Rio Negócios**. 28/02/2011. Disponível em: < <http://rio-negocios.com/statoil-investe-em-pesquisa-ambiental-no-litoral-do-rio/> > Acesso em outubro de 2011.

FREITAS, Carlos Machado de *et al.* Acidentes de trabalho em plataformas de petróleo na Bacia de Campos, Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, vol. 17, n. 1, pp. 117-130, Rio de Janeiro, janeiro/fevereiro de 2001.

GARRARD, Greg. **Ecocrítica**. Brasília: UNB, 2006.

GIBSON, Graeme. **The decommissioning of offshore oil and gas installations: a review of current legislation, financial regimes and the opportunities of shetland**. The Netherlands: KIMO, Kommunenes Internasjonale Miljøorganisasjon, 2002.

GODARD, Olivier. A gestão integrada dos recursos naturais e do meio ambiente: conceitos, instituições e desafios de legitimação. In: VIEIRA, Paulo Freire; WEBER, Jacques (orgs.). **Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental**. São Paulo: Cortez, 2002.

GOMES, Abílio S.; PALMA, Jorge J.C.; SILVA, Cleverson G. Causas e consequências do impacto ambiental da exploração dos recursos minerais marinhos. **Brazilian Journal of Geophysics**, vol. 18, n. 3, pp. 447-454, Rio de Janeiro, 2000.

GOMES, G. et al. **A nova integração refino-petroquímica: oportunidades e desafios para a petroquímica brasileira**. Apresentado na “Rio Oil & Gas Expo and Conference 2006”, realizada no Rio de Janeiro, em setembro de 2006.

GREENPEACE. **Mudanças do Clima, Mudanças de Vidas**: como o aquecimento global já afeta o Brasil. São Paulo: Greenpeace Brasil, 2006.

GRIMONI, José Aquiles Baesso; GALVÃO, Luiz Cláudio Ribeiro; UDAETA, Miguel Edgar Morales. **Iniciação a Conceitos de Sistemas Energéticos para o Desenvolvimento Limpo**. São Paulo: EDUSP, 2004.

GRUMMT FILHO, Alvaro; WATZLAWICK, Luciano Farinha. Importância da certificação de um SGA-ISO 14001 para empresas. **Revista Lato Sensu**, n. 6, pp. 1-15, Unicentro, 2008.

GUERRA, Sinclair Mallet Guy; MACEDO, Gustavo de Conti; CARVALHO NETO, Tania María de Castro. Revolução Científica, tecnológica e energética: a influência sobre o pensamento econômico dos séculos XVI e XVII. **Revista Galega de Economía**, vol. 15, núm. 2, p. 1-15, Santiago de Compostela, 2006.

GUSMÃO, Luiz Guilherme de Sá. Recursos Energéticos. In: SERAFIM, Carlos Frederico Simões; CHAVES, Paulo de Tarso (orgs.). **O Mar no Espaço Geográfico Brasileiro**. Coleção Explorando o Ensino. Geografia. Volume 8. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2005.

HARVEY, David. **Condição Pós-moderna**: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. São Paulo: Loyola, 2006.

HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin. **Energia e Meio Ambiente**. São Paulo: Thomson Learning, 2003.

HOBBSAWM, Eric J. **A Era das Revoluções**: Europa 1789 - 1848. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2009.

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Guia de Procedimentos do Licenciamento Ambiental Federal**. Brasília: IBAMA, 2002.

IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), 2010. **Parecer Técnico IBAMA nº 266/10**. Licenciamento Ambiental do Sistema de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás Natural no Campo de Peregrino (Bloco BM-C-7), Bacia de Campos.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro, 2004.

International Energy Agency - IEA, 2009. **World Energy and the IEA's World Energy Outlook 2009 Report**

JUNIOR, Cirilo. Nova descoberta do pré-sal pode dobrar reservas de petróleo no Brasil. **Folha de São Paulo**, 29 de outubro de 2010.

JURAS, Ilidia A.C. Martins. **Medidas de Prevenção de Acidentes com Navios Petroleiros**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2002.

KEMPF M., 1970. **Notes on the benthic bionomy of the N-NE Brazilian Shelf**. Mar. Biol. 5(3): 213-224.

KEMPF M., 1974. **Perspectives d'Exploitation des fonds de maerl du Plateau Continental du NE du Brésil**. II Coll. Intern. Exploitation des Oceans. Bordeaux, France 2: 1-17.

KOHLER, K. E E S.M. GILL. 2006. **Coral Point Count with Excel Extensions (CPCe): A Visual Basic Program for the Determination of Coral and Substrate Coverage Using Random Point Count Methodology**. Computers & Geosciences 32 . 1259-1269.

KOWSMANN, R.O.; COSTA, M.P.A. 1979. **Sedimentação quaternária da margem continental brasileira e áreas oceânicas adjacentes**. Rio de Janeiro, PETROBRAS, CENPES, DINTEP, In: PROJETO REMAC. Mapa faciológico dos sedimentos superficiais da plataforma; e da sedimentação quaternária no oceano profundo. Série projeto REMAC (nº 8).

LEFF, Enrique. **Epistemologia Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2006.

LEMOS, Luiz Antonio; VIGNAL, Bruno. Os principais regimes de E&P na indústria de petróleo e gás ao redor do mundo. **Revista TN Petróleo**, Ano XII, n. 76, pp. 102-104, Rio de Janeiro, janeiro/fevereiro de 2011.

LOPES, Flávia Caheté. **O Conflito entre a Exploração Offshore de Petróleo e a Atividade Pesqueira Artesanal**. 2004. 57 f. Monografia de Bacharelado. Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 2004.

LORENZI, Sabrina. Statoil estuda mais uma FPSO para expandir Pelegrino. **Jornal O Globo**, Economia, 05 de outubro de 2011.

MARCHESI, Iury Guimarães. **Supply-boat para a Indústria Petrolífera e Infraestrutura Portuária**: uma análise do caso do Estado do Espírito Santo. 2010. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Administração do Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

MARCHIORO, Gabriel B. *et al.* Avaliação dos impactos da exploração e produção de hidrocarbonetos no Banco dos Abrolhos e adjacências. **Revista Megadiversidade**, vol. 1, n. 2, pp. 225-310, Belo Horizonte, outubro de 2005.

MARIANO, Jacqueline Barboza. **Proposta de Metodologia de Avaliação Integrada de Riscos e Impactos Ambientais para Estudos de Avaliação Ambiental Estratégica do Setor de Petróleo e Gás Natural em Áreas Offshore**. 2007. 592 f. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MARTINS, Juliana Xavier Fernandes. A importância dos princípios constitucionais ambientais na efetivação da proteção ao meio ambiente. **Revista ANAP Brasil**, Ano 1, n. 1, pp. 34-52, São Paulo, julho de 2008.

MARTINS, Rúbia. Direito Marítimo e Meio Ambiente: análise sobre a eficácia dos princípios do poluidor pagador e da precaução na preservação do meio ambiente marinho internacional. **Anais...** V ENANPAS, Encontro Nacional da ANPAS, 2010. Florianópolis, 04 a 07 de outubro de 2010.

MATOS, M.R. *et al.* Estudo do desgaste de cortadores PDC (Polycrystalline Diamond). **Revista Matéria**, vol. 14, n. 1, pp. 759-766, Rio de Janeiro, abril de 2009.

MAZZUOLI, Valério de Oliveira. A proteção internacional dos Direitos Humanos e o Direito Internacional do Meio Ambiente. **Revista Amazônia Legal**, Ano 1, n. 1, pp. 169-196, Cuiabá, janeiro/junho de 2007.

METRI, Rafael. **Ecologia de um banco de algas calcárias da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, SC, Brasil**. 2006. 125 f. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Zoologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

METRI, Rafael; ROCHA, Rosana Moreira da. Bancos de algas calcárias, um ecossistema rico a ser preservado. **Revista Natureza & Conservação**, vol. 6, n. 1, pp. 8-17, Curitiba, abril de 2008.

MILARÉ, Edis. **Direito do Ambiente**: doutrina, jurisprudência, glossário. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2007.

_____. Princípios Fundamentais do Direito do Ambiente. **Revista Justitia**, vol. 59, n. 181/184, pp. 134-151, São Paulo, janeiro/dezembro de 1998.

MIRRA, Álvaro Luiz Valery. Ação civil pública em defesa do meio ambiente: a representatividade adequada por entes intermediários legitimados para a causa. In: MILARÉ, Edis (coord.). **A Ação Civil Pública Após 20 anos**: efetividade e desafios. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

MME, Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia**. Brasília., 2007.

MONTEIRO, Aline Guimarães. **Metodologia de Avaliação de Custos Ambientais provocados por Vazamento de Óleo**: estudo de caso do Complexo REDUC-DTSE. 2003. 293 f. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

MORAES, Rosane B.C. Introdução: estudos sobre poluição marinha: importância e perspectivas. In: MORAES, Rosane B.C. *et al.* **Efeitos de Poluentes em Organismos Marinhos**. São Paulo: Arte & Ciência, 2001.

MOURA, Luiz Antônio Abdalla de. **Economia Ambiental**: gestão de custos e investimentos. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2003.

MOURA, M.A.M.; VIEIRA, M.S. Poluição de Ecossistemas Aquáticos: atividades marítimas. **Revista O Biológico**, vol. 72, n. 1, pp. 75-84, São Paulo, janeiro/junho de 2010.

OCTAVIANO MARTINS, Eliane Maria. A Segurança marítima *vis-à-vis* desenvolvimento sustentável. **Revista CEJ**, vol. 11, n. 37, pp. 103-107, Brasília, abril/junho de 2007a.

_____. Desenvolvimento sustentável e transportes marítimos. **Revista Direitos Fundamentais e Democracia**, vol. 1, n. 1, pp. 1-16, Curitiba, janeiro/junho de 2007b.

OLSEN, Bernt Rydland. Consumo e extinção globalizados: o caso do bacalhau. In: **Almanaque Brasil Socioambiental 2008**. São Paulo: Instituto Socioambiental (ISA), 2008.

ORDOÑEZ, Ramona. Statoil inicia produção de petróleo no Brasil. **Jornal O Globo**, Economia, 11 de abril de 2011.

ORTIZ NETO, José Benedito; DALLA COSTA, Armando João. A Petrobras e a exploração de petróleo *offshore* no Brasil: um approach evolucionário. **Revista Brasileira de Economia**, vol. 16, n. 1, pp. 95-109, Rio de Janeiro, janeiro/março de 2007.

ORTIZ NETO, José Benedito; SHIMA, Walter Tadahiro. Trajetórias tecnológicas no segmento *offshore*: ambiente e oportunidades. **Revista de Economia Contemporânea**, vol. 12, n. 2, pp. 301-332, Rio de Janeiro, maio/agosto de 2008.

PGS, Petroleum Geo-Services. **BM-C-7**. Disponível em: < <http://www.pgs.com> > Acesso em setembro de 2011.

PIOVESAN, Flávia. **Direitos Humanos e o Direito Constitucional Internacional**. Caderno de Direito Constitucional. Porto Alegre: EMAGIS, Escola de Magistratura do Tribunal Regional Federal da 4ª Região, 2006.

_____. **Direitos Humanos e o Direito Constitucional Internacional**. São Paulo: Saraiva, 2010.

PIQUET, Rosélia. As Relações entre as escalas global e local em uma região brasileira: o Norte Fluminense. **Anais... XI Coloquio Internacional de Geocritica**. 2010. Buenos Aires, 02 a 07 de maio de 2010.

PORTO, Anna Carolina Carrano Henriques; PORTO, Rodrigo Amaral do Patrocínio; BONE, Rosemarie Bröker. Licenciamento das atividades de exploração e produção de petróleo. **Anais... 4º PDPETRO**, 2007. Campinas, 21 a 24 de outubro de 2007.

RAMOS, Maria das Graças O.; AZEVEDO, Márcia Rejane de Queiroz A. **Ecosistemas Brasileiros**. Vol. 1. Campina Grande: EDUEP, 2009.

ROCHA, Ednaldo Cândido; CANTO, Juliana Lorensi do; PEREIRA, Pollyanna Cardoso. Avaliação de impactos ambientais nos países do MERCOSUL. **Revista Ambiente & Sociedade**, vol. 8, n. 2, pp. 147-160, julho/dezembro de 2005.

RODRIGUES, Marcelo Abelha. **Elementos do Direito Ambiental**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

ROIG, Carla de Almeida; SILVA, Ivan Prado; GUERRA, Sinclair Mallet-Guy. Eficiência energética e o retorno às energias renováveis no século XXI. **Revista OIDLES**, Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social, vol. 3, n. 7, pp. 13-23, Málaga, Diciembre de 2009.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. Avaliação de impacto ambiental e seu papel na gestão de empreendimentos. In: VILELA JÚNIOR, Alcir; DEMAJOROVIC, Jacques (orgs.). **Modelos e Ferramentas de Gestão Ambiental**: desafios e perspectivas para as organizações. São Paulo: SENAC, 2010.

SCHAFFEL, Silvia Blajberg. **A Questão Ambiental na Etapa de Perfuração de Poços Marítimos de Óleo e Gás no Brasil**. 2002. 147 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

SILVA, José Afonso da. **Direito Ambiental Constitucional**. São Paulo: Malheiros, 2007.

SILVA, Renato Saraiva Lima da; MAINIER, Fernando B. Descomissionamento de sistemas de produção *offshore* de petróleo. **EPC Journal**, Ano 1, n. 3, pp. 55-69, Niterói, julho de 2009.

SILVEIRA, Benedito Inácio da. **Produção de Biodiesel**: análise e projeto de reatores químicos. São Paulo: Biblioteca 24 horas, 2011.

SINGH, Gurdip. Statoil sends FPSO to Peregrino off Brazil. **Offshore**, 29/07/2010. . Disponível em: < <http://www.offshore-mag.com> > Acesso em setembro de 2011.

SIQUEIRA, Cláudia. Dose dupla em Peregrino. **Revista Brasil Energia**, Ano 30, edição 365, Rio de Janeiro, abril de 2011.

SOARES, Guido Fernando Silva. Dez anos após Rio-92: o cenário internacional, ao tempo da cúpula mundial sobre desenvolvimento sustentável (Johanesburgo, 2002). **Revista Amazônia Legal**, Ano 1, n. 1, pp. 123-168, Cuiabá, janeiro/junho de 2007.

_____. **Direito Internacional do Meio Ambiente**: emergência, obrigações e responsabilidades. São Paulo: Atlas, 2003.

_____. Direitos Humanos e Meio Ambiente. In: AMARAL JÚNIOR, Alberto do; PERRONE-MOISÉS, Cláudia (orgs.). **Cinquentenário da Declaração dos Direitos do Homem**. São Paulo: EDUSP, 1999.

SOUZA, Marcelle Rodrigues de; CARVALHO, Paulo Roberto dos Santos; VALLE, Rogerio de Aragão Bastos do. Novas tendências do licenciamento ambiental das atividades de perfuração de poços de petróleo *offshore*. **Anais...** Congresso Internacional de Administração 2010. Ponta Grossa, 20 a 24 de setembro de 2010.

STATOIL. **Annual and Sustainability Report**. 2009. Disponível em: < <http://www.statoil.com> > Acesso em setembro de 2011.

_____. **Peregrino**. Disponível em: < <http://www.statoil.com> > Acesso em setembro de 2011.

STENECK R., 1986. **The Ecology of coralline Algal crusts: convergent pattern and adaptative strategies** *Ann. Ver.Ecol. Syst* 1986 17273-303.

TAM International. **CAP + PC: Horizontal Radius Cementing**. Disponível em: < <http://www.tamintl.com> > Acesso em outubro de 2011.

TEIXEIRA, Isabella Mônica Vieira. **O Uso da Avaliação Ambiental Estratégica no Planejamento da Oferta de Blocos para Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural no Brasil: uma proposta**. 2008. 302 f. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

TERDRE, Nick. Statoil transfers proven Norwegian techniques to draw out Peregrino's heavy crude. **Offshore**, 01/07/2011. Disponível em: < <http://www.offshore-mag.com> > Acesso em setembro de 2011.

THEODORO, Suzi Huff; CORDEIRO, Pamora M. Figueiredo; BEKE, Zeke. Gestão Ambiental: uma prática para medir conflitos socioambientais. **Anais...** II Encontro da ANPPAS, Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. 2004. Indaiatuba, 26 a 29 de maio de 2004.

THOMAS, José Eduardo. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

TINÔCO, Rodrigo Cromwell Cavancanti. Forma de compensação aplicada ao dano ambiental provocado por derramamento de petróleo na região de alto-mar. **Anais...** 2º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. 2003. Rio de Janeiro, 15 a 18 de junho de 2003.

TOLOMEI, Lucas Britto. A Constituição Federal e o meio ambiente. **Revista Direito Net**, 24 de junho de 2005, pp. 1-10.

TOMMASI, Luiz Roberto. **Meio Ambiente & Oceanos**. São Paulo: SENAC, 2008.

VEIGA, José Eli da. **Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2010.

VIANA, Cassiano. 100% Peregrino. **Revista TN Petróleo**, n. 58, p. 61, Rio de Janeiro, janeiro/fevereiro de 2008.

_____. Uma odisseia submarina. **Revista TN Petróleo**, n. 59, pp. 20-40, Rio de Janeiro, março/abril de 2008.

VIEIRA, Arley Gonçalves. Sustentabilidade no século XXI: uma ação social que trará retornos. **Revista CEPPG**, n. 22, pp. 171-186, Catalão, 1º semestre de 2010.

VIGLIANO, Ricardo. Antes do Primeiro Óleo. **Revista Brasil Energia**, Ano 30, Rio de Janeiro, outubro de 2010.

VINATEA-ARANA, Luis Alejandro. **Aquicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aquicultura brasileira**. Florianópolis: UFSC, 1999.

ZAR, JH 1984. **Biostatistical analysis**. 2ª edição. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 718p.

WACHS SUBSEA. **Platform Decommissioning**. Houston, Texas. Disponível em: <<http://www.ehwachs.com/Wachs-Subsea/industry/303s-Subsea-Decommissioning-34.html>> Acesso em julho de 2011.

WCE, World Commission on Employment. **Our Common Future**. Oxford University Press, 1987.

WILSON, S., BLAKE, C., BERGES, J.A. AND MAGGS, C.A. 2004. **Environmental tolerances of free-living coralline algae (maerl): implications for European marine conservation**. *Biological Conservation*, 120: 283-293.

ANEXO



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS
NATURAIS RENOVÁVEIS
DIRETORIA DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL
COORDENAÇÃO GERAL DE PETRÓLEO E GÁS

Assunto: Licenciamento Ambiental do Sistema de Produção e Escoamento de Petróleo e Gás

Natural no Campo de Peregrino (Bloco BM-C-7), Bacia de Campos

Empreendedor: StatoilHydro Petróleo Brasil Ltda.

Processo nº: 02022.001967/2006-80

I - INTRODUÇÃO

O presente parecer técnico apresenta a análise dos documentos “Resposta ao Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA No 209/10” e a complementação da Resposta ao Parecer Técnico CGPEG/DILIC/IBAMA Nº 209/10” encaminhados para subsidiar o requerimento de Licença de Operação por meio dos Ofícios SBRHSE- IBAMA-L-00023/10, de 13.08.10, SBR-HSE-IBAMA-L-00025/10, de 23.08.10 e SBR-HSE-IBAMA-L- 00025/10, de 28.08.10, com o objetivo de fornecer subsídios técnicos ao IBAMA para o deferimento ou indeferimento do requerimento da referida licença.

.....

II.7 - MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS

Ressalta-se que para a etapa de produção deverão ser apresentados projetos específicos (Projeto de Monitoramento Ambiental, Projeto de Comunicação Social, Projeto de Controle da Poluição, Projeto de Educação Ambiental dos Trabalhadores, Projeto de Educação Ambiental, Projeto de Desativação).

II.7.1 - Projeto de Monitoramento Ambiental

6.3. Subprojeto III - Interação das Atividades com a Fauna Marinha

A empresa solicitou que esta Coordenação reavalie a necessidade de implementação deste subprojeto, tendo em vista que a atividade não terá impactos significativos sobre o plâncton e o nécton da região. Embora a coordenação discorde parcialmente desta

afirmação, tendo em vista que os impactos da perfuração sobre cetáceos e tartarugas não são ainda bem definidos e plenamente conhecidos para se chegar a esta conclusão - o que por si só já enseja um monitoramento - entende-se todavia, que de fato o bentos é uma comunidade severamente impactada pela atividade, muito mais do que se possa esperar para a comunidade nectônica.

Sendo assim, considerando que a atividade se destina à produção e, portanto, se prolongará por grande período de tempo, esta CGPEG concorda com a retirada deste subprojeto, propondo um subprojeto alternativo que foque no impacto sobre os bancos de algas calcárias que se encontram sob a locação do FPSO e entre as locações das plataformas.

Este projeto seria de grande relevância, pois seria o pioneiro dentro do processo de licenciamento de petróleo no Brasil e uma grande oportunidade de estudar a estrutura ecológica e monitorar os impactos das atividades de perfuração e produção sobre uma comunidade marinha de ampla ocorrência e grande importância na plataforma continental brasileira. Principalmente em se considerando que os estudos sobre estas comunidades são raros no mundo e no Brasil.

Sendo assim esta Coordenação propõe a realização de um subprojeto que caracterize a estrutura da comunidade faunística e florística dos bancos de algas calcárias na área sob influência da atividade, bem como monitore as características físico-químicas dos mesmos por um período de tempo significativo e conclusivo.

Para isto, a empresa deverá elaborar um projeto específico no prazo de 45 dias. O mesmo será apresentado como condicionante da licença ora pleiteada e executado como parte do projeto de monitoramento da fase de operação para a obtenção da Licença de Operação da Produção do Campo de Peregrino.