

AVALIAÇÃO ESTRATÉGICA DO RISCO À BIODIVERSIDADE (AERB) NOS
PLANOS E PROGRAMAS DA E&P *OFFSHORE* DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL
NO BRASIL

Katia Cristina Garcia

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM PLANEJAMENTO
ENERGÉTICO.

Aprovada por:

Prof. Emilio Lebre La Rovere, D.Sc.

Prof. Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas, D.Sc.

Prof. Sérgio Luiz Costa Bonecker, D.Sc.

Prof. Gilson Brito Alves Lima, D.Sc.

Prof. Arlindo Philippi Jr., D.Sc.

Dr. Alvaro Bezerra de Souza Jr., D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JULHO DE 2007

GARCIA, KATIA CRISTINA

Avaliação Estratégica do Risco à Biodiversidade (AERB) nos planos e programas da E&P *offshore* de petróleo e gás natural no Brasil [Rio de Janeiro] 2007

XVIII, 293 p.29,7 cm (COPPE/UFRJ, D.Sc., Planejamento Energético, 2007)

Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

1. Avaliação Ambiental Estratégica

2. Risco à biodiversidade

3. Petróleo e gás natural

I. COPPE/URFJ II. Título (série)

Aos meus pais, que sempre fizeram da minha vida as suas vidas, que fazem das minhas alegrias, as suas alegrias, e que vibram com minhas conquistas como se fossem suas. O que sou é um presente de vocês para mim, e o que me tornei é o meu presente para vocês, com todo o meu amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à CAPES pelo auxílio financeiro que viabilizou este trabalho, ao Prof. Emilio Lèbre La Rovere pela paciente e preciosa orientação, e aos demais professores do Programa de Planejamento Energético por todo o conhecimento transmitido.

Agradeço aos ilustres membros da Banca de Avaliação por aceitar integrá-la, especialmente ao Alvaro, por toda a força e ajuda desde o início da tese.

Agradeço aos funcionários da COPPE/UFRJ e, em particular, aos do PPE, Sandrinha, Simone, Cláudia, Paulo e Fernando, por sempre estarem dispostos e disponíveis para ajudar.

Agradeço aos colegas do Programa de Planejamento Energético (PPE), especialmente às amigas LÍlian e Joyce, com quem pude compartilhar as dúvidas, questionamentos, ansiedades e alegrias do doutorado e de nossas vidas. Aos amigos do Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente (LIMA), especialmente à Dani, Fabiana, Leonídio, Carmem e Luigi, pela ajuda nos momentos mais complicados. À Vivian, André, Denise, Martha, Flávia, Daniel e Diego, pelo carinho e pela oportunidade de ter convivido e trabalhado com vocês. Agradeço ainda às amigas que fiz no LIMA - Heliana, Anelise e Izabella - que transformaram cada dia de convivência em um aprendizado, uma lição e uma lembrança que guardarei em meu coração por toda a vida.

Agradeço aos mais novos colegas do CEPEL, Elvira, Fernanda, Damázio, Silvia Helena, Paulo César, Denise, Alexandre, Luciana, Fábio e Valdir, pela amizade, pelo apoio incondicional, e por levantarem minha moral nos momentos de angústia nas vésperas da defesa. Agradeço também ao Paulo César e Daniel, pela ajuda técnica com os mapas dos estudos de caso.

Agradeço ainda os meus queridos amigos, Simone, Cláudia, Fernanda, Eduardo Hering e Paula, que sempre apoiaram cada decisão minha, e que se mantiveram presentes, mesmo quando eu estava ausente, devido à dedicação à tese.

Com carinho agradeço a minha família, pela compreensão durante os momentos de ausência. Ao meu irmão, por tudo que me ensinou e que ainda me ensina, e a minha querida irmã, parceira em todos os momentos, ainda que a distância não nos permita compartilhá-los fisicamente. Agradeço também a minha sobrinha, Rosie Maria, por trazer mais luz, paz e alegria aos meus dias.

Por fim, agradeço ao meu amor, Marcello, não só pelos conselhos, ajuda técnica, acadêmica e emocional nestes anos de doutorado, mas acima de tudo, por sua simples presença ao meu lado, essencial para a minha vida e para minha felicidade.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

AVALIAÇÃO ESTRATÉGICA DO RISCO À BIODIVERSIDADE (AERB) NOS
PLANOS E PROGRAMAS DA E&P *OFFSHORE* DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL
NO BRASIL

Katia Cristina Garcia

Julho/2007

Orientador: Emilio Lèbre La Rovere

Programa: Planejamento Energético

O objetivo da tese é propor uma metodologia de avaliação dos riscos à biodiversidade - decorrentes de liberações acidentais de hidrocarbonetos - nas instâncias de planos e programas, denominada Avaliação Estratégica do Risco à Biodiversidade (AERB), como parte integrante de estudos de Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) da exploração e produção (E&P) *offshore* de petróleo e gás natural no Brasil. Mostra-se que a incorporação da avaliação não apenas dos impactos decorrentes da operação normal, mas também do risco à biodiversidade nos estudos de AAE pode fornecer importantes subsídios ao processo de tomada de decisão de escolha de alternativas locais e tecnológicas que compõe os planos e programas da E&P *offshore*, reduzindo o risco de danos à biodiversidade. Para validar a metodologia proposta são apresentados dois estudos de caso, um real, aplicado na instância de programas, na Bacia de Camamu-Almada, na Bahia, e outro simulado, para a instância de planos, na Bacia do Espírito Santo, região de Abrolhos.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

STRATEGIC BIODIVERSITY RISK ASSESSMENT (SBRA) OF THE OFFSHORE OIL
AND GAS EXPLORATION AND PRODUCTION (E&P) PLANS AND PROGRAMS IN
BRAZIL

Katia Cristina Garcia

July/2007

Orientador: Emilio Lèbre La Rovere

Program: Energetic Planning

This thesis proposes a methodological framework, called Strategic Biodiversity Risk Assessment (SBRA), within Strategic Environmental Assessment (SEA), as a way to efficiently incorporate the risks to biodiversity caused by accidental spills into the strategic levels of offshore oil and gas E&P decision-making process. Moreover, this approach can also indicate the exclusion (or postponement) of bidding areas with extreme environmental sensitivity, as well as the choices for environmental-friendly E&P technologies. In order to exemplify this methodological framework application, two case studies are presented, one of the offshore O&G development program in southern Bahia state, Northeast of Brazil, and other of the offshore development plan in Abrolhos region, Brazil.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO I: E&P de Petróleo e Gás Natural <i>Offshore</i> e os danos à biodiversidade...	6
1.1 Definições e conceitos básicos.....	9
1.1.1 Biodiversidade.....	9
1.1.2 Ameaças à biodiversidade.....	16
1.1.3 Risco.....	18
1.1.4 Incidente e acidente.....	19
1.2 Riscos à biodiversidade e a E&P <i>offshore</i> de petróleo e gás natural.....	19
1.2.1 Riscos aos manguezais.....	33
1.2.2 Riscos aos corais.....	37
1.3 Acidentes com danos à biodiversidade no setor de petróleo e gás natural no Brasil	42
1.3.1 Acidente do oleoduto na Baía de Guanabara.....	42
1.3.2 Acidente na plataforma P-36.....	44
1.3.3 Acidente do navio Nordic Marita.....	45
CAPÍTULO II: Mecanismos de proteção e conservação da biodiversidade no Brasil.	48
2.1 Evolução histórica da proteção e conservação da biodiversidade.....	48
2.1.1 Destaques no período colonial até o final da década de 1950.....	49
2.1.2 Destaques na década de 1960.....	50
2.1.3 Destaques na década de 1970.....	51

2.1.4 Destaques na década de 1980.....	57
2.1.5 Destaques na década de 1990.....	64
2.1.6 Destaques a partir do ano 2000, rumo ao século XXI.....	71
CAPÍTULO III: Risco à biodiversidade nos estudos de AAE da E&P <i>offshore</i> de petróleo e gás natural.....	82
3.1 O risco à biodiversidade no processo de tomada de decisão da E&P <i>offshore</i> de petróleo e gás natural no Brasil.....	86
3.2 AAE na E&P <i>offshore</i> de petróleo e gás natural.....	101
3.2.1 Os riscos à biodiversidade nos estudos de AAE na E&P de petróleo e gás natural no mundo.....	106
3.2.1.1 O caso do reino Unido.....	108
3.2.1.2 O caso do Canadá.....	118
3.2.1.2.1 AAE no leste canadense (Nova Scotia, Newfoundland & Labrador).....	118
3.2.1.2.2 AAE no oeste canadense (British Columbia).....	124
3.2.1.3 O caso da Austrália.....	126
3.2.2 Considerações sobre a experiência internacional.....	135
CAPÍTULO IV: Avaliação Estratégica do Risco à Biodiversidade (AERB).....	141
4.1 Princípios norteadores da AERB.....	141
4.2 AAE e AERB.....	146
4.3 Metodologia de AERB.....	150
CAPÍTULO V: AERB na instância de programas: estudo de caso no litoral sul da	

Bahia.....	180
5.1 Linha de base.....	182
5.1.1 Componentes do risco à biodiversidade.....	184
5.1.1.1 Severidade das conseqüências dos eventos acidentais.....	184
5.1.1.2 Frequência de ocorrência dos eventos acidentais.....	190
5.1.2 Componente da E&P de petróleo e gás natural no litoral sul da Bahia.....	190
5.2 Definição dos cenários.....	194
5.2.1 Cenários de desenvolvimento da E&P.....	194
5.2.2 Cenários acidentais.....	197
5.3 Análise das conseqüências.....	203
5.4 Suporte à decisão.....	208
CAPÍTULO VI: AERB na instância de programas: estudo de caso no banco de Abrolhos.....	213
6.1 O estudo da CI.....	215
6.2 A metodologia da AERB.....	218
6.2.1 Linha de base.....	219
6.2.1.1 Componentes do risco à biodiversidade.....	219
6.2.1.1.1 Severidade das conseqüências dos eventos acidentais.....	219
6.2.1.1.2 Frequência de ocorrência dos eventos acidentais.....	225
6.2.1.2 Componente da E&P de petróleo e gás natural na região de Abrolhos.....	225

6.2.2 Definição dos cenários.....	233
6.2.2.1 Cenários de desenvolvimento da E&P.....	233
6.2.2.2 Cenários acidentais.....	234
6.2.3 Análise das conseqüências.....	235
6.2.4 Suporte à decisão.....	237
6.3 Comentários finais.....	237
CONCLUSÕES.....	239
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	244
ANEXO I.....	260
ANEXO II.....	267
ANEXO III.....	287

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Eventos acidentais de destaque no setor de petróleo e gás natural no Brasil	4
Figura 1.1: Biomas brasileiros	7
Figura 1.2: Diversidade biológica genética, de espécies e de ecossistemas	14
Figura 1.3: Esquema de Underwood & Peterson indicando as medidas para avaliação de alterações na biodiversidade	21
Figura 1.4: Alterações na biodiversidade causadas por um dado poluente no meio aquático	22
Figura 1.5: Distribuição mundial dos manguezais	34
Figura 1.6: Diagrama simplificado de um ecossistema de recife de coral	38
Figura 2.1: Mapeamento da reserva da biosfera da mata atlântica	52
Figura 2.2: Mapa dos sítios do Patrimônio Mundial Natural no Brasil	55
Figura 2.3: Categorias de classificação da Lista Vermelha	67
Figura 2.4: Número total de espécies criticamente em perigo no Brasil	68
Figura 2.5: Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no nordeste brasileiro	78
Figura 3.1: Demanda mundial de energia primária por tipo de combustível	82
Figura 3.2: Bacias sedimentares brasileiras	87
Figura 3.3: Processo de tomada de decisão das atividades de E&P de petróleo e gás natural no Brasil	89
Figura 3.4: Áreas de E&P ofertadas em cada rodada de licitação de blocos exploratórios	98

Figura 3.5: Etapas gerais da AAE	105
Figura 3.6: Áreas <i>offshore</i> cobertas pela agenda de AAEs do DTI	110
Figura 3.7: Mapa do Canadá	119
Figura 3.8: Nova Scotia e Newfoundland	120
Figura 3.9: Bacias petrolíferas da província de British Columbia	124
Figura 3.10: Permissões para E&P na Austrália	129
Figura 3.11: Avaliação de riscos	133
Figura 4.1: Esquema geral de uma avaliação de riscos	152
Figura 4.2: Exemplo de matriz de riscos	153
Figura 4.3 Metodologia da AERB proposta	158
Figura 5.1: Área de estudo no litoral sul da Bahia	181
Figura 5.2: Sensibilidade ambiental do Litoral Sul da Bahia – área de estudo	183
Figura 5.3: Áreas atuais de concessão na Bacia de Camamu-Almada	194
Figura 5.4: Alternativas tecnológicas/locacionais	195
Figura 5.5: Alternativas dominantes (círculo amarelo) e dominadas (círculo vermelho) para o cenário BR2	210
Figura 6.1a: Blocos de E&P e o Banco de Abrolhos	214
Figura 6.1b: Região do Banco de Abrolhos	215
Figura 6.2 Áreas protegidas no Banco de Abrolhos	223
Figura 6.3: Áreas de concessão na Bacia do Espírito Santo na quinta rodada antes da exclusão	228

Figura 6.4: Áreas de concessão na Bacia do Espírito Santo na quinta rodada após a exclusão	229
Figura 6.5: Áreas de concessão na Bacia do Espírito Santo na sexta rodada	230
Figura 6.6: Áreas de concessão na Bacia do Espírito Santo na sétima rodada	231
Figura 6.7: Áreas de concessão na Bacia do Espírito Santo na oitava rodada	232

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1: Consequências biológicas da contaminação por hidrocarbonetos	25
Tabela 1.2: Índice de Sensibilidade do Litoral o petróleo e seus derivados e características do litoral	29
Tabela 1.3: Comparação da classificação de sensibilidade adotada pela NOAA com a proposta para o Brasil	30
Tabela 1.4: Respostas gerais dos manguezais aos derramamentos de óleo	36
Tabela 2.1: Sinais vitais do Hotspot Mata Atlântica	60
Tabela 2.2: Diversidade e endemismo do Hotspot Mata Atlântica	61
Tabela 2.3: Sinais vitais do Hotspot Cerrado	61
Tabela 2.4: Diversidade e endemismo do Hotspot Cerrado	62
Tabela 2.5: Espécies terrestres ameaçadas	69
Tabela 2.6: Alvos costeiros e marinhos selecionados para definição das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade na zona costeira e marinha	80
Tabela 2.7: Principais convenções internacionais relacionadas à biodiversidade ratificadas pelo Brasil	81
Tabela 3.1: Bacias sedimentares brasileiras terrestres	88
Tabela 3.2: Bacias sedimentares brasileiras marítimas	88
Tabela 3.3: Licenças expedidas e relatórios exigidos pelos órgãos ambientais	91
Tabela 3.4: Variáveis controláveis e não controláveis	93
Tabela 3.5: Decisões e questões chave sobre a biodiversidade nas diferentes instâncias do processo de tomada de decisão na E&P <i>offshore</i> de petróleo e gás natural no Brasil	96

Tabela 3.6: Critérios para classificação dos efeitos das atividades de E&P <i>offshore</i>	113
Tabela 3.7: Exemplos de critérios de severidade para atributos com alterações na biodiversidade	134
Tabela 4.1: Exemplos de categorias de Frequências	152
Tabela 4.2: Exemplos de categorias de consequência	153
Tabela 4.3: Frequência de ocorrências acidentais <i>offshore</i> no mundo (ocorrências em cada 1000 instalações <i>offshore</i> por ano)	161
Tabela 4.4: Número de liberações acidentais <i>offshore</i> no mundo	162
Tabela 4.5: Possíveis Cenários de Desenvolvimento das atividades de E&P <i>offshore</i>	169
Tabela 4.6: Exemplo de tabela padrão de avaliação preliminar de riscos à biodiversidade para as atividades de E&P	170
Tabela 4.7: Critério e valores atribuídos para avaliação do componente severidade das consequências dos eventos acidentais	175
Tabela 4.8: Valores atribuídos à frequência dos eventos acidentais	176
Tabela 4.9: Classificação dos níveis de risco à biodiversidade	176
Tabela 5.1: Unidades de Conservação na área de estudo	188
Tabela 5.2: Resumo de ofertas nas bacias sedimentares da área de estudo	193
Tabela 5.3: Cadeia produtiva de petróleo e gás natural, e alternativas tecnológicas e locacionais consideradas	196
Tabela 5.4: Avaliação preliminar de riscos ambientais para atividades de sísmica	199
Tabela 5.5: Avaliação preliminar de riscos ambientais para atividades de perfuração	200

Tabela 5.6: Avaliação preliminar de riscos ambientais para atividades de produção	201
Tabela 5.7: Avaliação preliminar de riscos ambientais para transporte de gás natural	201
Tabela 5.8: Avaliação preliminar de riscos ambientais para transporte de petróleo	202
Tabela 5.9: Riscos à biodiversidade das alternativas nos cenários de descoberta de gás natural	205
Tabela 5.10: Riscos à biodiversidade das alternativas nos cenários de descoberta de petróleo e gás natural	205
Tabela 6.1: Áreas protegidas no entorno de Abrolhos	222
Tabela 6.2: Resumo de ofertas nas bacias sedimentares da área de estudo	227
Tabela 6.3: Alternativas locais consideradas	233
Tabela 6.4: Riscos à biodiversidade das alternativas locais nos cenários de descoberta	236

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1: Legislação pertinente à E&P de petróleo e gás natural no Brasil	92
Quadro 3.2: Tratados internacionais referentes à E&P de petróleo e gás natural dos quais o Brasil é signatário	95
Quadro 4.1: Atributos e fontes de dados do componente frequência de ocorrência dos riscos à biodiversidade	163
Quadro 4.2: Atributos e fontes de dados do componente severidade das conseqüências à biodiversidade	166
Quadro 4.3: Atributos e fontes de dados do componente E&P	167
Quadro 5.1: Síntese das principais características da biodiversidade na região de estudo	184
Quadro 5.2: Resumo das alternativas tecnológicas e locacionais mais amigáveis ambientalmente	211

INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo país da América do Sul em reservas de petróleo, grande parte delas localizadas em áreas *offshore* (ANP, 2006a), e um dos mais ricos do mundo em termos da biodiversidade, possuindo uma das mais altas taxas de endemismo (MMA, 1998). De acordo com o Primeiro Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica (MMA, 1998), a costa brasileira contém um mosaico de ecossistemas considerados *extremamente importantes*¹ como manguezais, restingas, dunas, praias, ilhas, baías, estuários, recifes de corais, dentre outros, abrigando diversas espécies de flora e fauna.

Porém, alguns destes ecossistemas estão sendo ameaçados pela ocorrência de acidentes com liberação de hidrocarbonetos provenientes das atividades de E&P de petróleo e gás natural. As conseqüências ambientais destes acidentes podem afetar o equilíbrio ecológico, e conseqüentemente, a qualidade de vida das comunidades locais que dependem dos serviços ambientais (abastecimento de água, pesca, turismo, etc) fornecidos pelos recursos naturais disponíveis (IPIECA, 1991; EBI, 2003a; EBI, 2003b).

Como país signatário das principais convenções globais que tratam das questões de biodiversidade - Convenção de Diversidade Biológica (CDB, 1992), Convenção Ramsar para conservação e uso racional de zonas úmidas (1971), Convenção sobre Espécies Migratórias (1979), Convenção CITES, sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (1973), Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial Cultural e Natural (1972) – o Brasil tem buscado promover a conservação da diversidade biológica em seu território, bem como o uso sustentável de seus recursos naturais. De forma a implementar mais especificamente os termos acordados na CDB em 1998, que o Ministério do Meio Ambiente estabeleceu o Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO), que tem como objetivo

¹ As áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade encontram-se identificadas no mapa "Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira", publicado pelo Ministério do Meio Ambiente em novembro de 2003, de acordo com as regras determinadas pelo Decreto 5.092, de 21 de maio de 2004. De acordo com este, as áreas devem ser classificadas como de importância *extremamente alta, muito alta, alta, insuficientemente conhecidas*. O Capítulo II descreve esta classificação, sua recente revisão, e discute suas limitações.

hierarquizar as prioridades nacionais de conservação, uso sustentável dos recursos naturais e a repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes deste uso (MMA, 2006).

Em relação aos ecossistemas costeiros, a organização, conservação, preservação e uso sustentável dos recursos naturais estão sendo implementados pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), instituído pela Lei 7.661, de 16/05/88. Um ponto importante destacado no PNGC é a relação entre os planos de proteção do meio ambiente marinho e costeiro e as políticas, planos e programas de setores econômicos estratégicos, como o de transportes, pesca, turismo, e de E&P de petróleo e gás natural.

No caso das atividades de E&P *offshore* do setor de petróleo e gás natural, que englobam as pesquisas sísmicas, perfuração, produção, estocagem e transporte, as ameaças impostas ao meio ambiente costeiro e marinho estão relacionadas aos impactos ambientais do dia-a-dia das operações, bem como com as consequências dos eventos acidentais, como os que envolvem liberação de hidrocarbonetos (óleo cru, diesel, gás natural). As atividades de E&P que dão origem a estes eventos são consideradas complexas, pois têm como características o grande número de variáveis, de interligações, de processos, e também de pontos obscuros, muitas vezes mal compreendidos pelos próprios engenheiros e projetistas, representando na prática uma série de riscos, resultantes da correlação entre fatores técnicos, humanos e ambientais (Garcia, 2001).

Alguns acidentes recentes ocorridos no Brasil (Figura 1) evidenciam os riscos destas atividades para a biodiversidade. Segundo a “Teoria dos Acidentes Normais”, desenvolvida por Perrow (1984), as falhas em sistemas complexos, como os sistemas E&P *offshore*, são inevitáveis e não é possível eliminar completamente seus riscos inerentes. Sua estrutura e modo de funcionamento tendem a tornar “normal” a ocorrência de grandes acidentes, o que ressalta a importância da consideração do risco à biodiversidade em todas as instâncias do processo de tomada de decisão da E&P *offshore* do setor de petróleo e gás natural.

Observando ainda o breve histórico apresentado na Figura 1, pode-se notar que, apesar de todo o avanço que vem ocorrendo nos últimos anos em termos de planejamento e gestão ambiental, de desenvolvimento de tecnologias mais seguras e de

estruturas de resposta a derramamentos de hidrocarbonetos, os acidentes com danos significativos ao meio ambiente continuam acontecendo. Mas por quê?

Nesta tese é levantada a hipótese de que a incorporação do risco à biodiversidade de modo efetivo ao longo de todo o processo de tomada de decisão da E&P pode contribuir para a redução da possibilidade de re-ocorrência de acidentes com consequências tão severas e catastróficas.

Assim, o objetivo geral da tese é propor uma metodologia, denominada Avaliação Estratégica do Risco à Biodiversidade (AERB), que incorpore o risco à biodiversidade como condicionante, nas instâncias de planos e programas, do processo de tomada de decisão da E&P *offshore* de petróleo no Brasil.

Como objetivos específicos têm-se a caracterização do potencial de dano das atividades de E&P à biodiversidade, a identificação da evolução dos mecanismos e instrumentos para proteção da biodiversidade no Brasil e no mundo, e a avaliação do estado da arte internacional em termos da consideração da biodiversidade nos estudos de AAE da E&P de petróleo e gás natural. A falta de metodologias de avaliação de riscos à biodiversidade adequadas para influenciar os níveis mais estratégicos deste processo (Políticas, Planos e Programas - PPP) e a possibilidade de utilização da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) também são avaliadas. Atualmente, no Brasil, o risco é considerado apenas no final do processo de tomada de decisão, na instância de projetos, no contexto do licenciamento ambiental, apesar de mostra-se como um elemento relevante para o setor.

A metodologia de pesquisa utilizada para alcançar os objetivos propostos seguiu as seguintes características:

..... Linha do tempo	Evento acidental	Área afetada	Aspectos de destaque da biodiversidade local
2000	Ruptura de oleoduto (1.3 milhões de litros)	Baía de Guanabara (RJ)	Manguezais, Área protegida (APA Guapemirim)
	Vazamento a partir de manobra para deslastreamento do Navio Cantagalo (380 litros)	Baía de Guanabara (RJ)	Manguezais, Área protegida (APA Guapemirim)
	Vazamento em operação de transferência navio/terminal Almirante Soares Dutra (18 mil de litros de cru)	Tramandaí(RS)	Praia Jardim do Éden
	Explosões de gás e afundamento da plataforma P-36 (reservatórios com 1.4 milhões de litros de diesel e cru)	Bacia de Campos (RJ)	Espécies endêmicas de aves marinhas
2001	Problemas no duto proveniente da plataforma P-7 (26 mil litros de óleo)	Bacia de Campos (RJ)	Espécies endêmicas de aves marinhas
	Derramamento a partir da plataforma P-7 (120 mil litros de óleo)	Bacia de Campos - 85 km da costa (RJ)	Área protegida (Parque Nacional Jurubatiba)
	Ruptura de duto (200 mil litros de óleo)	Barueri (SP)	Rio Tietê e Córrego Cachoeirinha
	Derramamento a partir de navio (volume desconhecido)	Costa do Sauipi (BA)	Praias turísticas (Buraquinho, Costa do Sauipi)
	Vazamento da Estação Pitanga (volume desconhecido de gás natural)	46 km de Salvador (BA)	Manguezais
2002	Risco de derramamento a partir dos reservatórios do FPSO P-34 (12 milhões de litros de óleo)	Bacia de Campos (RJ)	Diferentes espécies de aves marinhas
2003			
	Vazamento devido à falha na conexão de um dos braços de carregamento do petroleiro Nordic Marita (15 mil litros de óleo)	São Sebastião (SP)	Praias turísticas (Ubatuba e Caraguatatua)
2004	Ruptura de duto de terminal marítimo (200 mil litros de óleo)	São Sebastião (SP)	Rio Guaecá, praias turísticas (São Sebastião)
	Vazamento em operação de abastecimento do navio mercante Sardegna (200 litros de <i>bunker</i>)	Baía do Paranaguá (PR)	Costa do Paraná, ecossistemas preservados (Ilha de Cobras)
2005	Colisão do navio Saga Mascote em dique (2 mil litros de óleo)	Baía de Guanabara (RJ)	Praias de Niterói (Boa Viagem, Icaraí, Gragoatá, Praia das Flechas)
.....			

Figura 1: Eventos acidentais de destaque no setor de petróleo e gás natural no Brasil.

(Fonte: LIMA/COPPE/UFRJ, 2003; Garcia et al., *no prelo*)

- Pesquisa aplicada, predominantemente qualitativa - em algumas etapas, a pesquisa utilizou ferramental quantitativo, principalmente para atribuição de valores e pesos para efetivar algumas análises e comparações;

- Pesquisa exploratória e descritiva - pois envolveu levantamento bibliográfico, análise de exemplos, trabalhos de campo e entrevistas, visando acumular conhecimento acerca do assunto, e melhor embasar a formulação do problema e das hipóteses e descritiva.

Quanto aos procedimentos adotou-se a pesquisa bibliográfica, elaborada a partir de materiais já publicados, constituído principalmente de artigos de periódicos e a pesquisa de campo, a fim de corroborar os resultados obtidos a partir da pesquisa bibliográfica. A metodologia desenvolvida foi aplicada para a validação em dois estudos de caso. Nesta pesquisa foram utilizadas como técnicas de coletas de dados a observação, pesquisa documental, entrevistas e pesquisa bibliográfica.

Os resultados da pesquisa são apresentados em seis capítulos. O Capítulo I apresenta, em um primeiro momento, algumas definições e conceitos básicos utilizados ao longo da tese, e posteriormente trata das características da E&P *offshore* de petróleo e gás natural e dos riscos que impõe à biodiversidade. Ao final do Capítulo são apresentados exemplos de acidentes ocorridos no Brasil que evidenciam tais riscos, bem como o potencial de dano decorrente destas atividades, indicando a necessidade de compatibilização das mesmas com os compromissos de conservação assumidos pelo país. Estes compromissos são apresentados no Capítulo II, contextualizados em uma evolução histórica dos mecanismos e instrumentos internacionais e nacionais de proteção e conservação da biodiversidade. Já a evolução da consideração da biodiversidade nas avaliações ambientais da E&P *offshore* do setor de petróleo e gás natural do Brasil é apresentada no Capítulo III, juntamente com uma avaliação da experiência internacional do uso da AAE no setor no Reino Unido, Canadá e Austrália, acompanhada de uma análise crítica. De posse destes insumos teóricos, é apresentada, no Capítulo IV, a proposta de metodologia da AERB, seguida pelos estudos de caso e validação da metodologia, nos Capítulos V e VI, e das conclusões.

CAPÍTULO I – O RISCO À BIODIVERSIDADE E A E&P OFFSHORE DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

A biodiversidade representa uma importante fonte de recursos naturais para a Terra, tendo também um papel fundamental para o equilíbrio ecológico do Planeta. Quanto maior a diversidade biológica, mais longas são as cadeias alimentares e mais eficientes são os mecanismos de auto-regulação e adaptação a possíveis alterações naturais ou antrópicas (Braga et al., 2004).

A diversidade biológica é percebida de distintas formas por diferentes grupos de interesse, podendo seu valor ser avaliado segundo diversos critérios. Possui valor intrínseco e também valores ecológico, genético, social, econômico, científico, educacional, cultural, recreativo e estético (MMA, 2006a).

Em termos econômicos pode-se dizer que a biodiversidade apresenta valores diretos, decorrentes da utilização de seus insumos e produtos (ex: lenha, peixes, grãos), valores indiretos, decorrentes dos benefícios oferecidos pela biodiversidade (ex: controle climático, produtividade dos ecossistemas), e o valor de existência, associado ao simples desejo de manter a beleza natural, independente da importância de uma espécie ou ecossistema para o equilíbrio ecológico (ex: recifes de corais, floresta de araucária) (McNeely et al., 1990). Os serviços ambientais proporcionados pela biodiversidade mundial são estimados em 33 trilhões de dólares anuais, representando quase o dobro do PIB mundial (MMA, 2006a).

No Brasil, a biodiversidade também ocupa importância estratégica na economia e, conseqüentemente no PIB. Isto pode ser observado pelo desenvolvimento de biotecnologias que geram riquezas por meio do adequado emprego de componentes da biodiversidade em diversos setores. O setor da agroindústria é um exemplo, respondendo por cerca de 40% do PIB brasileiro. Outros setores podem também desenvolver estas biotecnologias, impactando de forma significativa no PIB, como o setor florestal, que responde por 4% do PIB e o setor pesqueiro por 1% do PIB (MMA, 2006a).

O Brasil é um dos países mais ricos do mundo em termos da biodiversidade, possuindo altas taxas de endemismo (MMA, 1998). De acordo com o PROBIO (MMA, 2006b), o país apresenta sete biomas que caracterizam sua biodiversidade (Figura 1.1):

Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal, Campos Sulinos, Cerrado e Zona Costeira e Marinha. O Bioma Zona Costeira e Marinha, foco desta pesquisa, apresenta a mesma delimitação da Zona Econômica Exclusiva (ZEE), isto é, 200 milhas náuticas a partir da costa, beirando todo o litoral mais as 200 milhas náuticas ao redor das ilhas oceânicas, Trindade e Martin Vaz ao sul, e São Pedro e São Paulo ao norte (MMA, 2006b).

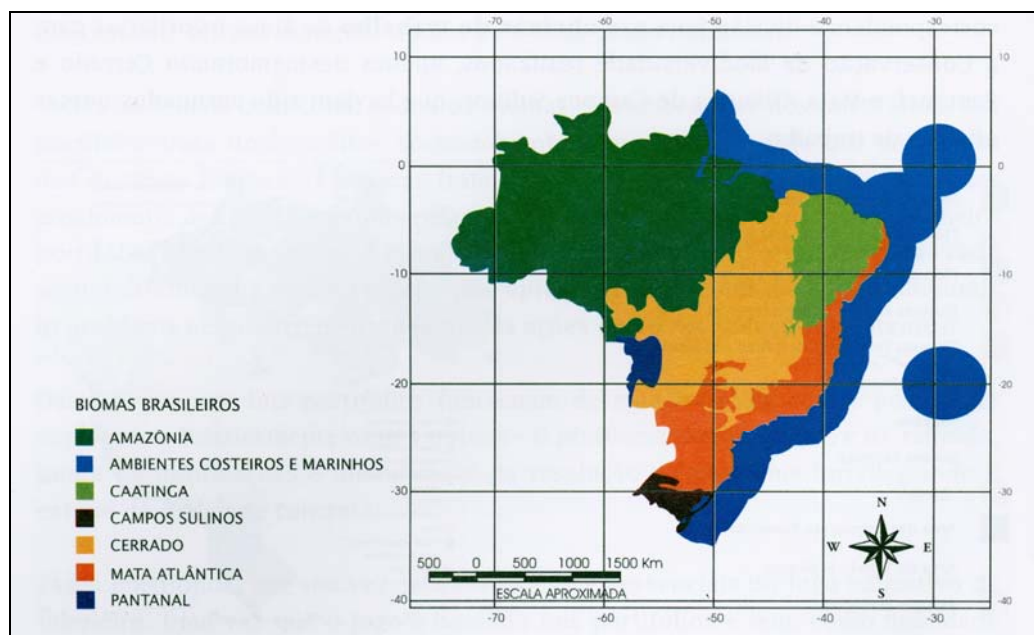


Figura 1.1: Biomas brasileiros (MMA, 2006b)

A Zona Costeira e Marinha apresenta uma enorme diversidade de ecossistemas, sofre influencia significativa dos biomas continentais adjacentes. Tal fato contribui para que o Brasil seja considerado um dos países mais biodiversos do mundo, apresentando entre 10% e 20% das espécies conhecidas, 12,7% da água doce e uma vasta extensão territorial (MMA, 1998). Além disso, de acordo com o Primeiro Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica (MMA, 1998), a costa brasileira contem um mosaico de ecossistemas considerados extremamente importantes como manguezais, restingas, dunas, praias, ilhas, baías, estuários, recifes de corais, dentre outros, que abrigam diversas espécies de flora e fauna.

Destaca-se também a grande extensão geográfica deste bioma ao longo de todo o litoral brasileiro, bem como o seu elevado nível de ocupação e concentração urbana, desencadeada por uma série de macrovetores do desenvolvimento (MMA, 2006a). Tal

desenvolvimento vem causando um aumento, ao longo dos anos, dos conflitos entre a preservação ambiental e a realização de diversas atividades que repercutem mais diretamente nos processos de ocupação do território, exploração e uso dos recursos naturais renováveis e não renováveis. Dentre estas atividades, destacam-se a agricultura, o aproveitamento energético, a exploração pesqueira, exploração florestal e a exploração mineral, como a exploração de petróleo e gás natural, por exemplo.

Estas atividades têm contribuído para alterar a biodiversidade, seja pela perda e fragmentação de habitat, pela introdução de espécies e doenças, pela exploração de espécies de flora e fauna, uso de híbridos e monoculturas na agroindústria, seja pela contaminação do ar, solo e água, que se refletem no aumento do número de espécies em extinção¹.

Por estas razões, a biodiversidade se tornou uma questão central do planejamento e gestão ambiental (Wegner et al, 2005). Como tal, é essencial que esta seja incluída e avaliada nos estudos ambientais, inclusive nos estudos de AAE. Porém, observa-se que a definição de biodiversidade vem sofrendo alterações e sofisticações ao longo do tempo (Wegner et al, 2005), o que também altera a forma como a biodiversidade é descrita e avaliada nos estudos ambientais. Assim, de acordo com a definição chamada “mais complexa” (Wegner et al, 2005), a habilidade de integrar a biodiversidade nas avaliações ambientais não depende mais apenas do levantamento de informações adequadas sobre a flora e a fauna, mas também de informações sobre os processos e concepções ambientais associadas à biodiversidade.

Para melhor compreender esta realidade, o presente Capítulo apresenta algumas definições e conceitos básicos que serão utilizados no decorrer da tese. É apresentada também, de forma breve, a situação atual da biodiversidade no Brasil e suas ameaças, como o risco de danos decorrentes de acidentes com derramamento devido às atividades de E&P *offshore* de petróleo e gás natural. Por fim, são apresentados alguns acidentes históricos da E&P em dois ecossistemas altamente sensíveis e susceptíveis aos riscos impostos por estas atividades - os manguezais e recifes de corais - e exemplos de acidentes ocorridos no Brasil

¹ O Capítulo II mostra como o acompanhamento das espécies em extinção é regulamentado e realizado no Brasil.

nos últimos anos, exemplificando o risco de danos à biodiversidade advindo das atividades de E&P *offshore* no país.

1.1 Definições e conceitos básicos

1.1.1 Biodiversidade

Recentes decisões nas últimas Conferências das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) reconhecem a necessidade de integração, de forma mais clara e esquemática, da diversidade biológica, nas avaliações ambientais (Wegner et al., 2005; Sloomer & Kolhoff, 2003). Mas o termo biodiversidade apresenta ainda uma ampla gama de definições muitas vezes mal compreendidas (Wegner et al., 2005). As estratégias, políticas, planos e programas internacionais e nacionais de conservação visam abranger os diferentes níveis atribuídos à definição tradicional de biodiversidade. De acordo com o Artigo 2 da CDB, biodiversidade é definida como:

“(...) a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas” (Brasil, 1994a).

A partir desta definição oficial é possível identificar pelo menos três níveis de atuação para proteção e conservação da diversidade biológica: diversidade genética, diversidade de espécies e diversidade de ecossistemas. A diversidade é necessária para a sobrevivência das espécies, comunidades e para o homem em todos os seus níveis. Assim, torna-se importante a elaboração, implementação e utilização de mecanismos específicos de proteção e conservação adequados para cada escala em cada nível (genes, espécies, ecossistemas).

Apesar da definição de biodiversidade mais utilizada ser a da CDB, mais recentemente outros conceitos vêm sendo utilizados, abrangendo inclusive considerações regionais que podem incluir diversos ecossistemas. De acordo com Wegner et al. pode-se identificar três definições mais comuns de biodiversidade: a que o autor definiu como

básica, a *tradicional* e a *ampla*. Em termos de complexidade a definição *básica* é a mais simples e a *ampla* a mais *complexa*.

A definição *básica* é baseada na diversidade de espécies, com foco na riqueza de espécies e alguma menção às comunidades. Esta definição é um reflexo da noção de biodiversidade dos anos 1960 e 1970, época em que a Ecologia era focada na classificação das espécies, sua abundância e riqueza. Já a definição *tradicional* abrange a *básica* mais a diversidade genética e de ecossistemas (inclui as funções nos ecossistemas). Conforme já descrito anteriormente, esta definição, mais comum no campo da Biologia da Conservação, segue as Convenções Internacionais, como a CDB. Por último, a definição mais *ampla*, considerada também a mais complexa, abrange a *tradicional* mais a diversidade regional, os processos evolutivos, considerando as escalas espaciais e temporais, em um contexto de cumulatividade. Wegner et al. (2005) menciona um depoimento de um especialista em avaliação de impactos ambientais que descreve como considera, na sua prática, a biodiversidade neste contexto mais *amplo*. De acordo com o especialista, uma proposta isolada pode não afetar a biodiversidade na escala local, mas considerando a cumulatividade com outras propostas (planos, programas, projetos) e uma abrangência em escala regional os danos podem ser observados mais claramente.

Apesar de mais ampla, Wegner et al. (2005) afirma que esta definição também não é suficiente para abranger a riqueza dos objetivos da CDB de conservação da biodiversidade, usos sustentável e distribuição justa e com equidade de seus benefícios². Por esta razão, o autor defende que as avaliações ambientais considerem, quando da incorporação da biodiversidade, o uso sustentável e o benefício líquido obtido a partir de um dado projeto, plano ou programa.

A definição de biodiversidade que servirá de base para este trabalho de tese segue as recomendações feitas por Wegner et al. (2005). Será adotada a definição *tradicional* da CDB de forma mais *ampla*, incorporando não apenas os aspectos relacionados às diferentes escalas espaciais e temporais, e ao contexto de cumulatividade, mas também aos usos e benefícios obtidos a partir da biodiversidade. Denominaremos esta definição de *expandida*.

² O Capítulo II apresenta mais detalhadamente os objetivos da CDB.

Esta definição servirá de base para a definição da abordagem metodológica proposta no Capítulo IV.

A seguir são detalhados os diferentes níveis de biodiversidade mencionado na CDB e que compõe parte da definição *expandida* de biodiversidade, adotada nesta tese:

a) Diversidade genética

A diversidade genética ocorre no âmbito molecular e está relacionada às características físico-químicas dos ácidos nucleicos. Neste nível a biodiversidade surge a partir de mutações nos ácidos desoxirribonucleicos (ADN ou DNA) que não são eliminadas por processos de seleção natural ou estocásticos (Moreno, 2001). Devido à seqüências de mutações ao longo do tempo, pode-se dizer que a diversidade genética é um produto da história evolutiva de uma espécie (Moreno, 2001). A diversidade genética tem um papel fundamental nesta evolução, pois permite que as espécies adaptem-se às alterações no ambiente em que vivem.

A perda da diversidade genética aumenta muito o risco da espécie se extinguir. Um dos fatores que pode levar a esta perda é o comportamento reprodutivo dos indivíduos dentro das **populações** - grupo de indivíduos que se acasalam entre si e produzem filhotes - (Primack & Rodrigues, 2001). Por esta razão a diversidade é geralmente estudada “dentro” de espécies, medindo tanto as diferenças entre indivíduos, quanto às diferenças entre populações, que podem estar separadas entre si pela perda ou fragmentação dos habitats naturais.

b) Diversidade de espécies

Inclui toda a gama de organismos da Terra, incluindo a variação genética dentre as espécies, tanto entre indivíduos de uma mesma população quanto entre indivíduos de populações separadas geograficamente (Primack & Rodrigues, 2001).

Para identificar e denominar as espécies existentes no Planeta utiliza-se os conhecimentos da Morfologia - que toma como base as diferenças fisiológicas ou bioquímicas - ou da Biologia - que toma como base o padrão de procriação entre indivíduos de um mesmo grupo -. No entanto, a definição morfológica é a mais utilizada, pois a

definição biológica requer um conhecimento específico sobre a capacidade de procriação de uns indivíduos com outros, o que é difícil de ser obtido (Primack & Rodrigues, 2001).

A observação das diferenças morfológicas ainda permite identificar variedades em uma única espécie. Porém, existe uma dificuldade em distinguir uma espécie da outra, causada muitas vezes pela semelhança das características dos indivíduos, pela existência de híbridos e até mesmo pela confusão quanto ao nome científico (Primack & Rodrigues, 2001). Esta dificuldade justifica o baixo percentual de espécies conhecidas no Planeta, principalmente em áreas de alta diversidade, como os trópicos. Tal dificuldade pode comprometer os esforços de conservação, podendo inviabilizar a prevenção contra a extinção de espécies raras, que nunca serão conhecidas pelo homem.

As alterações na diversidade de espécies também podem ser observadas por variações nas **comunidades** - conjunto de espécies que ocupam uma localidade e interagem por meio de laços de interdependência - (Primack & Rodrigues, 2001; Braga et al., 2004). A formação das comunidades é muitas vezes afetada pela competição e predação, que podem não apenas reduzir a densidade de espécies, mas também eliminá-las de certos habitats. A predação é um tipo de interação entre os conjuntos de espécies que formam uma comunidade. Há ainda outros tipos de interação, como o neutralismo - associação neutra -, o comensalismo, a cooperação e o mutualismo – associações positivas para pelo menos uma das espécies -, o amensalismo, a competição e o parasitismo – associações negativas, como a predação (Braga et al., 2004). As associações negativas podem, de uma forma geral, influenciar na redução da biodiversidade.

Além da observação das alterações nas comunidades, é também importante conhecer as chamadas **espécies-chave**. Em uma comunidade estas espécies são consideradas mais importantes por apresentarem maior número de indivíduos, produção ou atividade, e principalmente por sua participação na cadeia alimentar (Braga et al., 2004). Estas espécies, de produtores, consumidores ou decompositores, dominam os níveis tróficos e afetam a organização da comunidade como um todo, podendo até mesmo comprometer os esforços de preservação de outras espécies. É o que se chama “extinção em cascata”, ou seja, uma redução da biodiversidade em todos os níveis tróficos que compõe a comunidade e o ecossistema em questão.

c) Diversidade de ecossistemas

É denominado **ecossistema** a comunidade biológica juntamente com o ambiente físico. Os ecossistemas apresentam uma boa estabilidade, são equilibrados e auto-suficientes. São também sistemas abertos onde há intensa troca de matéria e energia com o ambiente por meio dos fluxos de massa e energia. Suas características topográficas, climáticas, botânicas, zoológicas, pedológicas, hidrológicas e geoquímicas são praticamente invariáveis, e suas dimensões variam de ecossistema para ecossistema. Os ecossistemas apresentam um equilíbrio dinâmico chamado homeostase, garantido pela existência de mecanismos de controle e auto-regulação que entram em ação (após um tempo de resposta) quando ocorre qualquer alteração (Odum, 1998). O local onde vive determinado organismo ou população é definido como **habitat**. O *habitat* inclui o organismo ou grupo de organismos e o ambiente abiótico. A função da espécie no ecossistema (ex: posição trófica), suas relações com as demais espécies e com o ambiente é chamada de **nicho ecológico** (Odum, 1988). Para definir o nicho ecológico de cada espécie é necessário conhecer suas fontes de energia e alimento, suas taxas de crescimento e metabolismo, seus efeitos sobre outros organismos e sua capacidade de modificar o meio em que vive. Num ecossistema equilibrado, cada espécie possui um nicho diferente das demais, caso contrário há competição entre espécies que possuem o mesmo nicho. Grupos ou conjuntos de espécies que apresentam um papel semelhante ou comparável na comunidade são chamados de **guilda** (Odum, 1988).

d) Medição da biodiversidade

Além das definições mencionadas anteriormente, existem outras definições que permitem uma caracterização quantitativa da diversidade biológica. Medir quantitativamente a biodiversidade é um passo importante na definição de estratégias, políticas, planos e programas de conservação, tanto governamentais, quanto não governamentais (Dias, 2004).

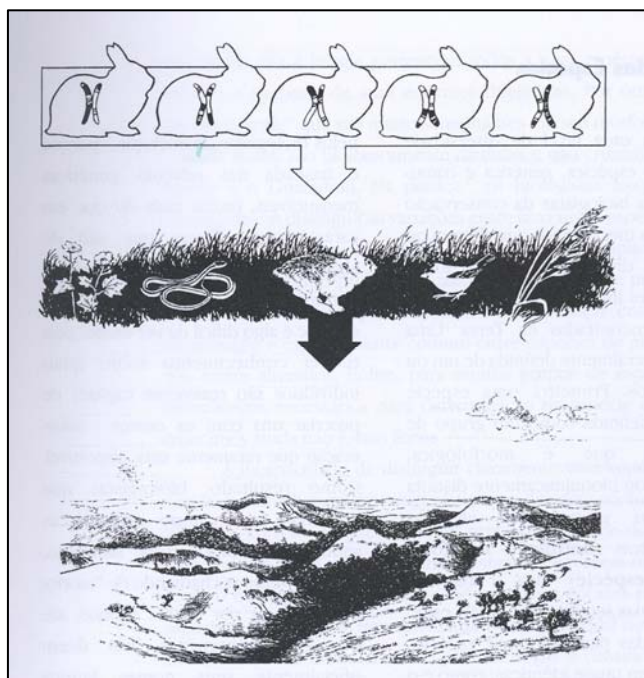


Figura 1.2: Diversidade biológica genética, de espécies e de ecossistemas (Primack & Rodrigues, 2001)

Apesar da necessidade destas medições abrangerem a diversidade em todos seus níveis, a medição da diversidade de espécies é a mais estudada e utilizada. A medida da riqueza de espécies de uma comunidade particular que se considera homogênea, isto é, a diversidade biológica dentro de um *habitat* ou de uma comunidade, denomina-se **diversidade alfa**. De acordom com Lima e Silva et al. (1999), em uma região com variados *habitats*, a diversidade alfa refere-se à média aritmética do número de espécies de cada *habitat* da região, independente das espécies serem as mesmas ou não. Quando a medida é referente à diversidade entre *habitats*, denomina-se **diversidade beta**. Algumas espécies podem tratar dois ou mais diferentes *habitas* como se fossem um só em termos de espaço de vida (Lima e Silva et al.,1999). Neste caso a diversidade beta seria igual a 1. Este valor pode ser inferido pela razão entre a diversidade gama e a diversidade alfa média. Denomina-se **diversidade gama** a medida de diversidade de uma grande área regional, bioma, continente, ilha, etc, (Odum, 1988). É chamada de diversidade inclusiva (que não conta espécies iguais duas vezes) de todos os tipos de *habitat* dentro de uma área (Lima e Silva et al. 1999).

De acordo com Moreno (2001), esta forma de analisar a biodiversidade é bastante conveniente no atual contexto de rápidas transformações nos ecossistemas naturais. Para melhor monitorar estas transformações, é necessário obter informações da diversidade biológica nas comunidades naturais e modificadas (diversidade alfa) e a taxa de alteração na biodiversidade entre diferentes comunidades (diversidade beta) para então conhecer sua contribuição no nível regional (diversidade gama), viabilizando a elaboração de mecanismos de conservação adequados (Moreno, 2001).

Neste sentido, a diversidade biológica pode ser medida pelo número de espécies, expresso em uma razão de espécies/área ou espécies/número de indivíduos (Odum, 1988). Esta medida é conhecida como **riqueza de espécies**, ou **densidade de espécies**.

Outra medida da biodiversidade é a **uniformidade** ou **equitabilidade** na repartição de indivíduos entre as espécies. Esta medida se baseia na abundância relativa de espécies e no grau de sua dominância ou da falta desta (Odum, 1988).

Para avaliar a diversidade biológica em termos de riqueza e densidade pode-se utilizar diferentes modelos, que devem ser escolhidos de acordo com dados coletados em pesquisas de campo. Estes modelos podem ser sub-divididos em três categorias:

- **Modelos de distribuição de abundância**

Estes modelos quantificam as diferenças de diversidade a partir da análise da distribuição da abundância relativa das espécies. O modelo log-normal é o mais utilizado, mas existem também outros modelos, como o log-série, série-geométrica e o modelo da “vara-quebrada” (*broken stick model*). A caracterização e descrição destes modelos não se inserem no escopo desta tese, porém, maiores detalhes podem ser encontrados em Dias (2004), Santos (2003) e Moreno (2001).

- **Índices de diversidade**

Estes índices são baseados na abundância relativa das espécies, isto é, na quantidade de indivíduos de uma espécie em um local ou em uma amostra (Dias, 2004). Os índices mais conhecidos são: índice de riqueza de espécies, índice de Simpson (atribui um peso maior às espécies comuns), índice de Shannon (atribui um peso maior às espécies raras),

índice de Uniformidade de Pielou, índice de Margalef, de MacIntosh e índice de Brillouin. Mais uma vez lembra-se que a caracterização e descrição destes índices não se inserem no escopo desta tese, mas que maiores detalhamentos podem ser encontrados em Dias (2004), Santos (2003), Moreno (2001) e Odum (1988).

• Estimadores de riqueza.

O aparecimento de softwares estatísticos computacionais fez com que houvesse nos últimos anos uma “explosão” do uso de estimadores de riqueza de espécies (Dias, 2004). Segundo Santos (2003), tais estimadores aplicam-se a dados com diferentes distribuições de abundância, levando em conta os dados relativos às espécies raras (Dias, 2004). Alguns destes estimadores são apresentados e descritos por Santos (2003) e Moreno (2001), como o estimador Michaelis-Menten, Jackknife 1 e 2, Bootstrap, ACE e ICE.

Em relação aos modelos citados utilizados para dimensionar a diversidade biológica em termos de riqueza e densidade, conclui-se que, independente do modelo, sua utilização deve viabilizar a medição e avaliação de espécies em um local, ao longo do tempo, permitindo relacionar estas alterações às diferentes ameaças à biodiversidade causadas pelo homem. Algumas destas ameaças, consideradas como principais, são apresentadas no item 1.1.2.

1.1.2 Ameaças à biodiversidade

O avanço das atividades humanas e da utilização dos recursos naturais tem provocado uma série de perturbações que vem alterando, degradando e destruindo os ecossistemas, levando a extinção de espécies e até mesmo de comunidade inteiras (Primack & Rodrigues, 2001). Tais perturbações passam a ser consideradas como ameaças à biodiversidade. Atualmente, as grandes ameaças à biodiversidade resultantes da ação humana são: destruição, fragmentação, degradação e poluição de habitat; super exploração; introdução de espécies exóticas e a dispersão de doenças (Primack & Rodrigues, 2001).

Atualmente a principal ameaça é a **perda de habitat**. Esta perda tende a ocorrer em áreas com maior densidade humana, como nas regiões costeiras. As áreas alagadiças,

habitats aquáticos, como os manguezais e os recifes de corais destacam-se como ameaçados por atividades humanas (Primack & Rodrigues, 2001) como a E&P de petróleo e gás natural *offshore*, conforme será apresentado no item 1.2 deste Capítulo.

A **fragmentação de *habitat*** também é uma ameaça importante. No processo de fragmentação uma área contínua é reduzida e dividida em dois ou mais fragmentos, criando barreiras para a dispersão, colonização e alimentação de espécies, podendo levar à extinção e declínio das populações (Primack & Rodrigues, 2001). A fragmentação também aumenta a vulnerabilidade à invasão de espécies exóticas.

A **degradação e poluição de *habitat*** também merecem destaque, pois ainda que um *habitat* não seja destruído ou fragmentado, as espécies locais podem ser bastante afetadas pelas atividades humanas. No caso das atividades do setor de petróleo e gás natural *offshore* a alteração da qualidade da água é a ocorrência mais comum. O óleo derramado acidentalmente no mar pode ser transportado por correntes e disperso em uma grande área. Sua toxicidade pode afetar organismos aquáticos que filtram a água durante seu processo de alimentação. Conseqüentemente, as espécies de aves e mamíferos predadores destes organismos também se expõem à contaminação, em níveis ainda mais tóxicos (Primack & Rodrigues, 2001). O item 1.2 apresenta outras consequências negativas à biodiversidade associadas às liberações acidentais de hidrocarbonetos no mar.

Todas estas ameaças tornam-se ainda mais graves em locais onde há a presença de ecossistemas sensíveis, como os manguezais e recifes de corais, e de espécies particularmente vulneráveis à extinção, como aquelas encontradas dentro de uma área geográfica restrita, espécies com apenas uma ou algumas populações, espécies com populações pequenas, em declínio ou com baixa densidade populacional, espécies que necessitam de *habitat* grandes, espécies com pouca variabilidade genética, migrantes sazonais, dentre outras. Daí a importância da divulgação ampla dos dados levantados em pesquisas de campo, como ocorre, por exemplo, nas listas de espécies ameaçadas de extinção³.

³ O Capítulo II destaca a Lista Vermelha de espécies em extinção, desenvolvida pela União Mundial para a Natureza (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* - IUCN).

A identificação da biodiversidade em todos os seus níveis, das suas ameaças e das espécies mais vulneráveis é essencial para direcionar os mecanismos de conservação de um país. A evolução histórica da implementação de tais mecanismos no Brasil, é apresentada no Capítulo III.

1.1.3 Risco

A literatura sobre riscos é bastante vasta, e compreende várias áreas do conhecimento, fazendo com que a gama de definições do risco também seja grande, e por vezes confusa. A palavra risco tem suas raízes nas transações comerciais marítimas, tendo sido empregada em uma variedade de contextos (Lieber & Lieber, 2002). Ao longo do tempo o sentido da palavra foi sendo adaptado até chegar na atual denotação, geralmente negativa, como sinônimo de perigo (Lieber & Lieber, 2002). Mas perigo e risco são conceitos diferentes e ao mesmo tempo complementares. Perigo é considerado como uma circunstância que pode causar dano, perda ou prejuízo ambiental, humano, material ou financeiro, e risco como sendo a probabilidade (ou frequência) esperada de ocorrência dos danos, perdas ou prejuízos conseqüentes da consumação do perigo.

Também é importante definir o que é o **risco à biodiversidade**. Nesta tese risco à biodiversidade é definido como quantificação do perigo, isto é da possibilidade de ocorrência de um dano que ameace a biodiversidade. Mais detalhadamente, **dano** é aqui definido como o prejuízo causado à diversidade biológica, indispensáveis para a garantia de um meio ecologicamente equilibrado, ameaçando-o, provocando sua degradação, e conseqüentemente o desequilíbrio ecológico. Há ainda questões sociais desencadeadas pelo dano, relacionadas à própria privação do equilíbrio ecológico, do bem estar e da qualidade de vida da população que depende dos serviços ambientais advindos da biodiversidade, rementendo à definição de biodiversidade *expandida*, adotada nesta tese. O risco à biodiversidade refere-se então ao risco direto, isto é, ao produto da frequência do evento accidental causador do dano pela severidade do mesmo. **Perigo**, por sua vez, é definido como uma circunstância potencial para o dano à biodiversidade.

1.1.4 Incidente e acidente

A definição de acidente e incidente também é muitas vezes confusa. A diferenciação entre ambos foi caracterizada por Perrow (1984) de acordo com uma divisão crescente da amplitude de atuação dos distúrbios nos sistemas. Segundo o autor, os sistemas estão divididos em quatro níveis: unidades, partes, subsistemas e o próprio sistema como um todo. Os incidentes envolvem estragos ou falhas a partes ou unidades do sistema, ou seja, atuam no primeiro e/ou no segundo nível, ainda que possam causar paradas na produção. Já os acidentes envolvem estragos ou falhas nos subsistemas e no sistema de uma forma global, atuando no terceiro e/ou quarto nível, envolvendo então, danos substanciais as pessoas, objetos e ao meio ambiente. De acordo com esta classificação podemos dizer que os incidentes são os eventos mais comuns de ocorrerem nos sistemas industriais, e os acidentes os eventos menos freqüentes.

O item a seguir detalha os riscos de danos à biodiversidade causados pela E&P *offshore* de petróleo e gás natural, destacando aqueles relacionados à ocorrência de incidentes e acidentes com derramamento de hidrocarbonetos.

1.2. Riscos à biodiversidade e a E&P *offshore* de petróleo e gás

No caso específico das atividades do setor de petróleo, as ameaças impostas à biodiversidade no bioma Zona Costeira e Marinha estão relacionadas aos impactos ambientais do dia-a-dia das operações, bem como com os riscos de danos decorrentes de incidentes e acidentes de derramamento de hidrocarbonetos, principalmente óleo, tanto óleo cru (petróleo bruto) como também seus derivados (diesel, óleo combustível, etc). As conseqüências ambientais destes acidentes podem afetar o equilíbrio ecológico, e conseqüentemente, a qualidade de vida das comunidades locais que dependem dos serviços ambientais (abastecimento de água, pesca, turismo, etc) fornecidos pelos recursos naturais disponíveis (IPIECA, 1991; EBI, 2003a; EBI, 2003b). O desequilíbrio ecológico, por sua

vez, pode ocorrer por alterações no ambiente físico ou diretamente à fauna e flora (Gomes et al., 2000).

Para avaliar tais danos existem diferentes medidas, variando de acordo com o nível de organização dos seres vivos: sub-celular, celular, populacional e ecossistêmico. De acordo com Gomes et al. (2000), os danos em níveis inferiores de organização podem ter implicações nos níveis superiores, ou seja, os efeitos observados a nível sub-celular, celular e populacional refletem na estrutura das comunidades bióticas, podendo causar uma redução da biodiversidade e conseqüente deterioração do patrimônio genético local. Mas nem toda alteração no nível fisiológico, sub-celular e celular implica em alterações no nível das populações. Por esta razão pode-se dizer que a avaliação dos danos só é conclusiva quando há uma análise da estrutura das comunidades e dos processos evolutivos no ecossistema (Gomes et al., 2000). Underwood e Peterson (1988) propuseram um esquema identificando as diferentes avaliações possíveis de serem utilizadas para cada nível, além das conexões entre esses níveis, conforme apresentado na Figura 1.3. As linhas contínuas indicam conexões já demonstradas para vários organismos marinhos e as linhas pontilhadas indicam conexões potenciais, porém ainda não demonstradas (Gomes et al., 2000).

Também é importante que esta avaliação dos danos seja contínua ao longo do tempo, uma vez que as respostas da biota decorrentes de um dano causado por um poluente, como o petróleo, variam a partir do momento em que o poluente é liberado no meio, até décadas após o evento (Gomes et al., 2000). A Figura 1.4 mostra estas diferentes alterações.

O histórico de acidentes no setor mostra que quando ocorre um derramamento de óleo, os danos à biodiversidade podem variar de mínimo à total destruição do ecossistema (Garcia et al., 2005). Após um acidente, a recuperação do ecossistema pode levar alguns dias ou ser impossível de ocorrer, caracterizando uma perda real da biodiversidade local ou até mesmo da biodiversidade global, caso haja endemismo.

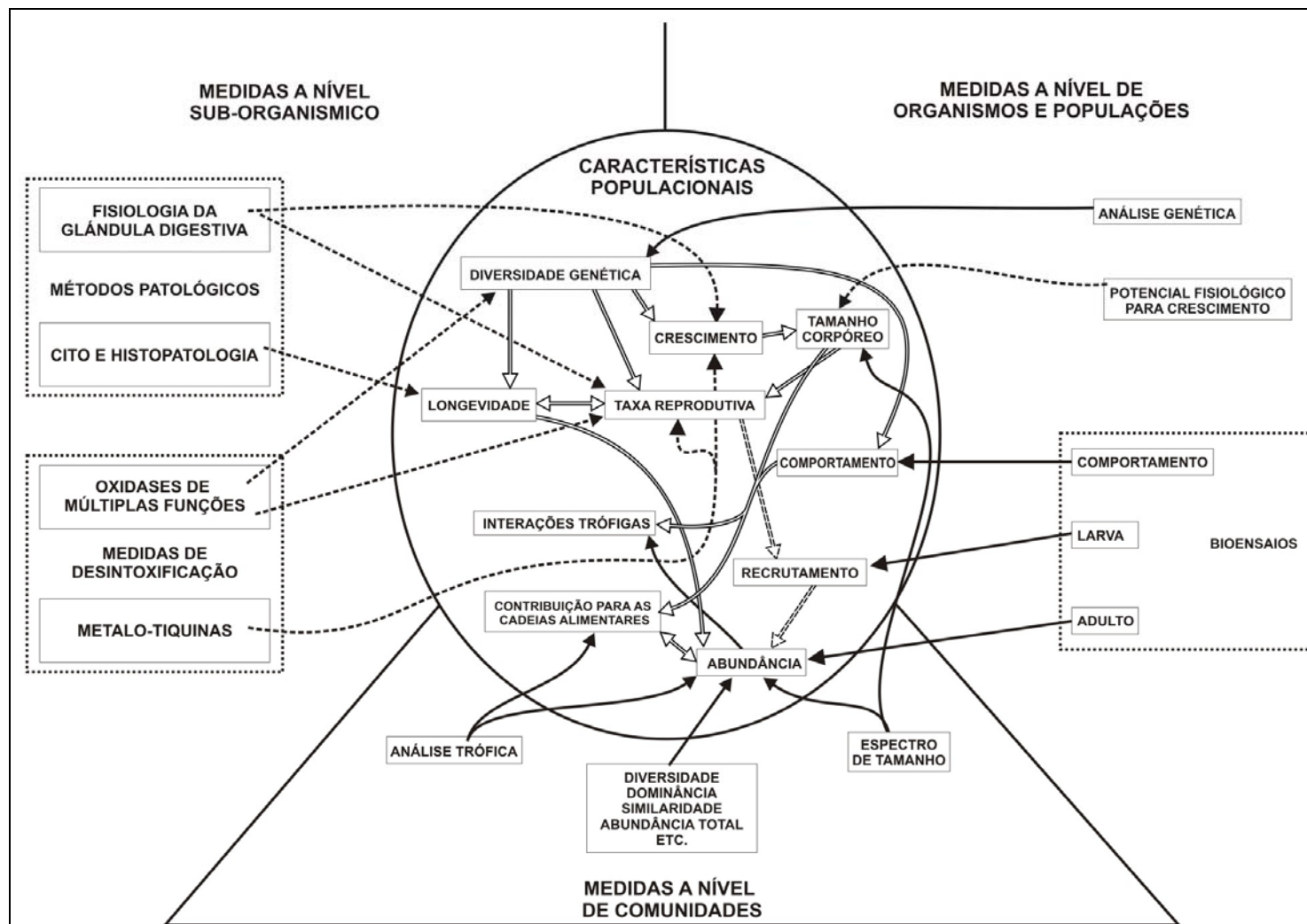


Figura 1.3: Esquema de Underwood & Peterson indicando as medidas para avaliação de alterações na biodiversidade (Gomes et al., 2000).

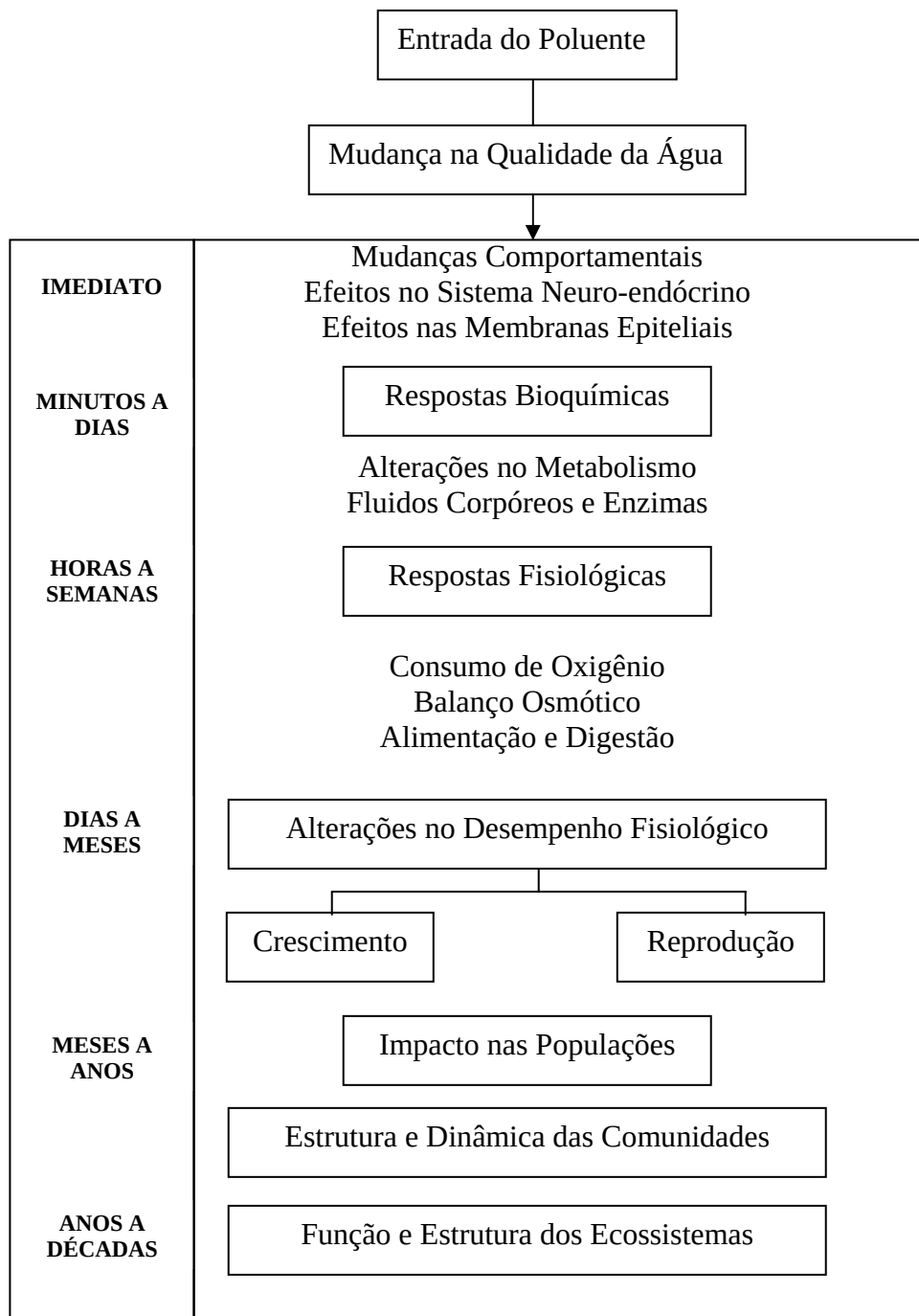


Figura 1.4: Alterações na biodiversidade causadas por um dado poluente no meio aquático (Gomes et al., 2000).

Os danos mais comuns à biodiversidade provocados pelo petróleo podem ocorrer por alterações na flora e fauna causadas pela morte direta por recobrimento e asfixia, morte direta por intoxicação, morte de larvas e recrutas, redução na taxa de fertilização, perturbação nos recursos alimentares dos grupos tróficos superiores, bioacumulação,

incorporação de substâncias carcinogênicas e efeitos indiretos sub-letais (morte ecológica), além de alterações nos *habitats* (CETESB, 2006; Dicks, 1998).

A **morte direta por recobrimento e asfixia** pode ocorrer quando óleos pesados e viscosos recobrem os animais e vegetais impedindo que façam as trocas necessárias com o ambiente, como as que ocorrem na respiração, excreção, alimentação e fotossíntese (CETESB, 2006). Nestes casos também pode ocorrer alterações na temperatura corporal, o que pode causar um stress térmico, e dificuldades na locomoção. Já a **morte por intoxicação** ocorre devido a presença de compostos aromáticos tóxicos, como o benzeno, tolueno e xileno, nas frações do petróleo.

A **morte de larvas e recrutas também** é importante, pois as larvas são muito mais sensíveis aos efeitos do petróleo do que os adultos (CETESB, 2006). Outra alteração direta na flora e fauna é a redução na taxa de fertilização, pela redução na quantidade de ovos com sucesso de fertilização.

Como consequência pode haver uma **perturbação nos recursos alimentares dos grupos tróficos superiores** devido à morte de espécies pertencentes aos grupos vegetais e herbívoros, podendo levar a uma alteração na estrutura de toda a comunidade (CETESB, 2006; Dicks, 1998).

Considerando a estrutura das comunidades costeiras, efeitos esperados são a redução na riqueza (número de espécies) e alteração na composição das espécies com aumento nas densidades populacionais de espécies resistentes, também chamadas de oportunistas (CETESB, 2006). Como consequência ao desaparecimento de espécies mais sensíveis, pode ocorrer uma alteração e simplificação da teia trófica, alterando fortemente a biodiversidade local (CETESB, 2006; Allison et al., 2003; Dicks, 1998).

Os danos nos organismos resultam em alterações na estrutura e função da comunidade. A perturbação na teia alimentar pode ocorrer por diferentes mecanismos: eliminação seletiva de espécies ou grupos funcionais necessários para a manutenção dos níveis tróficos superiores; perturbação do processamento de detritos, com o impacto nos animais detritívoros; eliminação seletiva de espécies chave como predadores, ou espécies fundadoras, as quais controlam ou dominam interações competitivas; impactos subletais na

fisiologia, crescimento, comportamento e reprodução das espécies, resultando em alterações a médio ou mesmo longo prazo na comunidade.

A **bioacumulação ou biomagnificação** – absorção de compostos químicos pelas mucosas e membranas biológicas - pode fazer com que a concentração de químicos seja muito maior nos organismos do que na própria água do mar, o que pode levar à morte ou redução da resistência a outros estresses e infecções (CETESB, 2006).

A presença de **substâncias carcinogênicas** como o benzopireno e benzantrano no petróleo podem causar tumores em diversos organismos como moluscos, briozoários e algas.

Há ainda os **efeitos indiretos sub-letais** que não são imediatos, podendo causar a chamada morte ecológica, impedindo que o organismo realize suas funções no ecossistema. Entre estes efeitos estão a dificuldade na localização de presas, problemas na percepção química e motora, inibição da desova, aborto, deformação de órgãos reprodutores, perda de membros, alterações respiratórias, alterações na taxa de fotossíntese, desenvolvimento de carcinomas, entre outros (CETESB, 2006; IPIECA, 1991). Muitos efeitos indiretos e subletais podem ocorrer a médio/longo prazo, em diferentes intensidades, podendo causar a redução das populações das espécies atingidas (CETESB, 2006).

No Brasil, estudos sobre alterações na estrutura das comunidades e efeitos subletais em populações de locais sujeitos aos efeitos adversos da E&P *offshore* de petróleo ainda são escassos (Silva et al., 1997). Porém, os dados existentes mostram que, de acordo com os valores de concentração de óleo em sedimentos e de bioconcentração em peixes e moluscos, há indicações de contaminação moderada e baixa, exceto para os casos de eventos com poluição aguda (Silva et al., 1997). A mesma situação foi observada nos costões rochosos, muito comuns na região sudeste. Por outro lado, os manguezais apresentam maior sensibilidade à poluição por petróleo não aguda, perdendo de forma substancial suas folhas, aumentando o número de raízes aéreas, a malformações de folhas e frutos, além da diminuição da produção de serrapilheira (Silva et al., 1997). A Tabela 1.1 apresenta o comportamento de diferentes grupos de organismos quando sujeitos à ação de hidrocarbonetos, bem como os diversos tipos de danos que podem ocorrer.

Tabela 1.1: Consequências e danos biológicos decorrentes da contaminação por hidrocarbonetos (IPIECA, 1991)

Grupo	Consequências e danos biológicos
Mamíferos	As baleias, golfinhos, focas e leões marinhos raramente se vêem afetados por um derramamento de hidrocarbonetos. As lontras marinhas são mais vulneráveis devido aos seus hábitos e textura de pele.
Aves	As aves que se movem na fronteira água-ar correm perigo, especialmente os araus. Quando muito impregnadas pelo petróleo costumam morrer. O tratamento exige conhecimentos especiais e medidas adequadas para não prejudicar as aves. A recuperação da população depende da existência de um número de jovens adultos que não estejam em estado de cria e que permitam repor as colônias, ou de uma elevada taxa de reprodução.
Peixes	As ovas e larvas em baías de pouca profundidade podem estar sujeitas a uma elevada mortandade em virtude de derramamentos, especialmente se ocorre o uso de dispersantes. Os peixes adultos costumam “se proteger” dos hidrocarbonetos. Não existem provas de que derramamentos tenham afetado a população de peixes consideravelmente, em mar aberto. Porém, a contaminação e morte de peixes adultos pode alterar a pesca realizada por comunidades locais, bem como o valor comercial do pescado.
Invertebrados	Os invertebrados compreendem os mariscos (moluscos e crustáceos), ouriços do mar e corais. Todos estes grupos podem sofrer fortes “baixas” caso atingidos por hidrocarbonetos.
Organismos planctônicos	Não foram observados efeitos severos no plâncton em mar aberto, possivelmente devido às altas taxas de reprodutividade e imigração fora da área afetada pelo derramamento.
Algas grandes	O petróleo se adere sempre à grandes algas devido a sua “capa” exterior. Assim, as algas podem experimentar um excesso de peso levando ao rompimento das mesmas quando submetidas à ação das ondas. Muitas algas têm importância econômica, seja como alimento ou para extração de produtos, como o agar, por exemplo. As algas cultivadas com este fim perdem seu valor comercial quando contaminadas por hidrocarbonetos.
Plantas de marismas	Algumas espécies de plantas são mais sensíveis do que outras ao petróleo. As perenes, com raízes subterrâneas costumam ser mais resistentes do que as de raízes menos profundas. Mas as primeiras a se recolonizarem são as de raízes menos profundas, pois produzem grande quantidade de sementes que são amplamente dispersadas.
Manguezal	O termo manguezal aplica-se a diversas espécies de árvores e arbustos. Possuem diferentes formas de raízes aéreas que os permitem viver em uma “lama” fina pouco oxigenada. São muito sensíveis aos hidrocarbonetos, em parte devido a impregnação do óleo nas raízes aéreas impedindo que o oxigênio chegue às raízes subterrâneas.

Diferentes fatores influenciam na determinação do tipo de dano, sua severidade e possibilidade ou dificuldade de recuperação de um ecossistema (IPIECA, 1991; Cardoso, 2007; Souza Filho, 2006; Monteiro, 2003). O **tipo de hidrocarboneto derramado** é um destes fatores. A maior toxicidade do hidrocarboneto está associada aos compostos com baixo ponto de ebulição, principalmente os aromáticos. Os óleos pesados, de maior cadeia molecular, como o *bunker*, por exemplo, afetam os organismos principalmente pelo efeito físico (*smothering*), mais do que pela toxicidade.

A **persistência do hidrocarboneto** também determina o potencial de gravidade e dano causado pelo acidente. A variável está relacionada ao intemperismo natural deste no meio, e depende da gravidade específica, que é dada pela densidade, expressa em °API, em relação à água pura (Garcia et al., 2005).

Os **fatores geográficos** também são determinantes. Em mar aberto, longe da costa, o óleo tem dispersão mais rápida, causando, normalmente, um dano mínimo. Já próximo à costa, o dano tende a ser maior, principalmente quando o derramamento ocorre em baías, onde o óleo pode atingir concentrações maiores do que em mar aberto, dificultando a dispersão. Em costas rochosas expostas, o dano ao meio físico-biótico tende a ser menor, pois o óleo não consegue penetrar facilmente, sendo rapidamente retirado pela ação das ondas. Quanto maior a proteção natural da costa, maior a possibilidade de persistência do óleo. Isto ocorre em áreas que possuem alta produtividade biológica, como as com presença de corais e manguezais. Assim, o tempo de recuperação posterior a um derramamento de óleo tende a ser maior em costas protegidas ou abrigadas. Porém, esta relação também não é direta devido à influência de outras variáveis.

As **condições climáticas** também influenciam na determinação do dano à biodiversidade. Altas temperaturas e grandes velocidades dos ventos aumentam o processo de evaporação, reduzindo a toxicidade do óleo que permanece na água. A temperatura também afeta a viscosidade do óleo. Esta viscosidade irá determinar a facilidade com a qual ocorrerá a dispersão ou penetração do óleo nos sedimentos. Além disso, a temperatura juntamente com o suprimento de oxigênio e o fornecimento de nutrientes, determina a taxa de degradação microbiológica do óleo.

Os fatores biológicos, determinantes da sensibilidade local, também são importantes de serem considerados. Diferentes organismos e espécies apresentam diferentes sensibilidades ao óleo. Algumas algas, por exemplo, podem ser muito tolerantes, enquanto que os manguezais são extremamente sensíveis. Os itens 1.2.1 e 1.2.2 apresentam de forma mais detalhada as consequências de derramamentos de óleo nos recifes de corais e nos manguezais.

A existência de **planejamento e de procedimentos de contingência** também é essencial na minimização dos danos e efeitos adversos dos derramamentos de óleo no mar, bem como na maximização da recuperação dos ecossistemas. As chamadas Cartas SAO - **cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo** – são importantes instrumentos para auxiliar tal planejamento, bem como as operações de combate aos derramamentos de óleo e o gerenciamento ambiental da Zona Costeira e Marinha de uma forma mais ampla.

As cartas SAO devem atender a todos os níveis de derramamentos de óleo, desde grandes vazamentos em áreas remotas, como as áreas *offshore*, passando por derrames de porte médio, a alguma distância das instalações da indústria do petróleo (ao largo do litoral), até incidentes localizados, em pontos específicos da costa ou em águas interiores. Para tal, as normas internacionais recomendam três níveis de detalhamento na elaboração de cartas de sensibilidade: estratégico, tático e operacional (MMA, 2004). As Cartas SAO Estratégicas têm abrangência regional e englobam a bacia marítima ou bacias contíguas, em caso de bacias menores. A escala adotada é da ordem de 1:500.000. Já as Cartas Táticas têm escala intermediária, 1:150.000, abrangendo partes do litoral de uma bacia, e as Cartas Operacionais têm escala mais detalhada, de 1:10.000 a 1:50.000, identificando locais de alto risco/sensibilidade ambiental (MMA, 2002).

Os três tipos principais de informações presentes nas Cartas SAO referem-se à sensibilidade dos ecossistemas costeiros e marinhos, classificada por um **Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL)**, referente às características geomorfológicas do trecho da costa, à sensibilidade dos recursos biológicos (ex: espécies de flora e fauna sensíveis ao óleo, áreas de reprodução, áreas de berçários, rotas migratórias), e às atividades socioeconômicas (ex: áreas de pesca e maricultura, áreas turísticas, reservas extrativistas,

localização de recursos de apoio a atividades de combate – portos, rampas, equipamentos, etc). A Tabela 1.2 mostra de forma resumida os fatores físicos e biológicos e suas relações com o Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL) adotado pela Administração Nacional do Oceano e da Atmosfera (NOAA) dos Estados Unidos e a Tabela 1.3 as adaptações dos índices de sensibilidade do litoral aos habitats e feições costeiras brasileiras realizadas pelo MMA (2002), com base em Araújo et al. (2000) e na metodologia da NOAA (1997).

No Brasil, a identificação e aporte de diretrizes para o mapeamento das áreas sensíveis a derramamentos de óleo cabem ao MMA. Estas diretrizes já foram estabelecidas no contexto do Programa de Proteção e Melhoria da Qualidade Ambiental do MMA (MMA, 2002), a partir da pesquisa de normas internacionais, como as da Organização Marítima Internacional (IMO) e da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), além das experiências do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da PETROBRAS (CENPES).

As Cartas SAO já disponíveis atualmente referem-se às Bacias Marítimas do Ceará e Potiguar. Estas foram organizadas em um Atlas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo, apresentando, além das cartas, informações adicionais, como a descrição dos *habitats* costeiros ocorrentes na região, com os seus respectivos ISL, as informações sobre a previsão do comportamento e da persistência do óleo derramado nos referidos *habitat*, a lista com os recursos biológicos existentes por bacia e dados sobre densidade ecológica/concentração, sazonalidade, fases especiais do ciclo biológico e informações sobre espécies protegidas por lei, raras, ameaçadas ou em perigo de extinção, informações complementares sobre as atividades socioeconômicas e dados do acesso às áreas para operações de resposta (contenção e limpeza/remoção) (MMA, 2004). As bacias com conjunto de Cartas SAO em estágio de elaboração são as Bacias de Santos e do Sul da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Paraíba.

Tabela 1.2: Índice de Sensibilidade do Litoral o petróleo e seus derivados e características do litoral (NOAA, 1997; MMA, 2002).

Índice de Sensibilidade Ambiental (ESI)	Grau de exposição a ondas	Faixa Intermarés		Substrato				Biota	Tipo de litoral
		Inclinação	Largura	Tipo	Modalidade	Penetração do óleo	Trafegabilidade		
1	Alto	> 30°	Estreita	Costão rochoso	Fixo	Impermeável	Não	Aclimatada aos altos impactos hidráulicos e pressão	Costões rochosos expostos, estruturas artificiais impermeáveis
2	Alto	< 30°	Larga	Leito rochoso	Fixo	Impermeável	Não	Aclimatada aos altos impactos hidráulicos e pressão	Plataformas erodidas pela ação das ondas
3	-	< 5°	Larga	Areia fina a média (0,06 a 1 mm)	Baixa	Semi-permeável (<10cm)	Permite tráfego de veículos	Baixa densidade	Praias de areia fina ou média
4	-	5 - 15°	Larga	Areia grossa / grânulo (2-4 mm)	Alta	Permeável (≤ 25 cm)	Baixa trafegabilidade de veículos	Baixa densidade	Praias de areia e cascalho
5	-	8 - 15°	-	Areia e cascalho	Muito alta durante tempestades	≤ 50 cm	Baixa trafegabilidade de veículos	Muito baixa	Praias de areia e cascalho
6	-	10 - 20°	-	Cascalho	Baixa	Altamente permeável (≤ 100 cm)	Muito baixa trafegabilidade	Infauna e epifauna muito baixas	Praia de cascalho e enrocamentos
7	Variável de alto a médio	< 3°	Estreita a muito larga	Areia	-	Penetração limitada	Baixa	Muito baixa	Áreas intermarés planas expostas
8	Baixo	> 15°	Estreita	Leito rochoso (algum sedimento)	-	-	Baixa	Coberto de algas e outros organismos	Costões rochosos abrigados
9	Baixo	< 3°	Estreita a muito larga	Lamoso	-	Baixa permeabilidade	Muito baixa	Alta densidade de infauna	Áreas intermarés planas e abrigadas
10	Médio a baixo	< 10°	Variável	Areia lamosa	Baixa	Baixa permeabilidade	Muito baixa	Vegetação associada com altas diversidades	Marismas e manguezais

Tabela 1.3: Comparação da classificação de sensibilidade adotada pela NOAA com a proposta para o Brasil (MMA, 2002).

Índices	Classificação NOAA	Classificação para a costa brasileira
1	Molhes expostos e outras estruturas sólidas feitas de concreto, madeira ou metal impermeáveis	Costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos Falésias em rochas sedimentares, expostas Estruturas artificiais lisas (paredões marítimos artificiais), expostas
2	Escarpas e taludes íngremes de argila (barreiras) Plataformas de argila erodidas pelas ondas	Costões rochosos lisos, de declividade média a baixa, expostos Terraços ou substratos de declividade média, expostos (terraço ou plataforma de abrasão, terraço arenítico exumado bem consolidado, etc)
3	Praias de areia fina Escarpas e taludes íngremes de areia	Praias dissipativas de areia média a fina, expostas Faixas arenosas contíguas à praia, não vegetadas, sujeitas à ação de ressacas (restingas isoladas ou múltiplas, feixes alongados de restingas tipo “ <i>long beach</i> ”) Escarpas e taludes íngremes (formações do grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos), expostos Campos de dunas expostas
4	Praias de areia grossa	Praias de areia grossa Praias intermediárias de areia fina a média, expostas Praias de areia fina a média, abrigadas
5	Praias mistas de areia e cascalho (ou conchas)	Praias mistas de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais Terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação Recifes areníticos em franja
6	Praias de cascalho (ou de conchas) Enrocamentos expostos (para proteção da costa)	Praias de cascalho (seixos e calhaus) Costa de detritos calcários Depósitos de tálus Enrocamentos (“ <i>rip-rap</i> ”, guia corrente, quebra-mar) expostos Plataforma ou terraço exumado recoberto por concreções lateríticas (disformes e porosas)
7	Planícies de maré (inundáveis) expostas	Planície de maré arenosa exposta Terraço de baixa-mar
8	Estruturas artificiais sólidas abrigadas (<i>piers</i> , instalações portuárias, molhes) Enrocamentos abrigados Escarpas abrigadas	Escarpa/encosta de rocha lisa, abrigada Escarpa/encosta não lisa, abrigada Escarpas e taludes íngremes de areia, abrigados Enrocamentos (“ <i>rip-rap</i> ” e outras estruturas artificiais não lisas) abrigados
9	Planícies tidais (inundáveis) abrigadas Margens de rios com gramíneas e árvores	Planície de maré arenosa/lamosa abrigada e outras áreas úmidas costeiras não vegetadas Terraço de baixa-mar lamoso abrigado Recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais
10	Pântanos salobros e salgados Pântanos de água doce (vegetação herbácea) Pântanos de água doce (vegetação da mata)	Deltas e barras de rio vegetadas Terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas Brejo saloro ou de água salgada, com vegetação adaptada ao meio salobro ou salgado; apicum Marismas, manguezal (mangues frontais e mangues de estuários)

O conhecimento prévio da sensibilidade ambiental da área, identificada nas Cartas SAO, pode auxiliar a solucionar um importante *trade-off*: utilizar os recursos disponíveis para combate ao derramamento e limpeza do local ou deixar que o intemperismo natural aja, sem utilizar nenhuma estratégia de combate e limpeza. Este *trade-off* existe porque algumas vezes os esforços para limpeza do meio afetado e as operações de combate ao derramamento podem aumentar ainda mais o dano. Isto é bastante comum quando as áreas atingidas são extremamente sensíveis, como áreas com manguezais, por exemplo. Teoricamente a remoção física da superfície com óleo pode reduzir o dano, mas a remoção do óleo residual ou absorvido nos sedimentos é bastante controversa, pois do ponto de vista biológico não faz muito sentido perturbar a costa se a recuperação biológica está ocorrendo naturalmente, sem nenhuma intervenção humana.

Ainda em relação às estratégias de resposta aos derramamentos, a **quantidade de óleo** na água destaca-se como outra uma variável importante na determinação do nível de dano à biodiversidade. Maiores quantidades podem aumentar a penetração em alguns sedimentos, havendo uma maior tendência à formação de “massas de óleo”, que podem, por exemplo, se incorporar às rochas. Estas massas são mais persistentes e podem constituir barreiras físicas à recolonização de espécies.

O uso de dispersantes pode auxiliar na redução desta quantidade, mas há uma possibilidade destes compostos penetrarem na coluna d'água, causando danos de outra natureza. Em águas profundas de mar aberto os dispersantes são rapidamente diluídos, mas em águas abrigada mais rasas, há o risco de dano ao plâncton, ovos de peixes e larvas, devendo o seu uso ser restringido. No Brasil, a Resolução CONAMA 269 disciplina o uso de dispersantes químicos nas ações de resposta aos derramamentos de óleo no mar. Ela representa um avanço em relação à primeira regulamentação sobre o assunto (Resolução CONAMA 06 de 1990, revogada), na medida em que, além de permitir o uso somente de dispersantes devidamente registrados no IBAMA (conforme as Instruções Normativas IBAMA 01 de 2000 e 07 de 2001), estabelece critérios para sua aplicação (Souza Jr et al., 2004). Estes critérios orientam a aplicação do dispersante químico com base em informações técnicas e em árvore de tomada de decisão, sem que haja a necessidade de autorização prévia do IBAMA (Souza Jr et al., 2004).

Entretanto, se, por um lado, este dispositivo efetivamente viabiliza o uso do dispersante nas primeiras horas decorridas do acidente por prescindir de um tempo precioso que seria gasto entre a solicitação e a obtenção da autorização do IBAMA – tempo este fundamental para a eficácia desta ação de resposta –, por outro lado ele traz critérios bastante restritivos que limitam a estratégia de resposta basicamente a duas ações: contenção/recolhimento (de caráter prioritário: basta haver condições de mar propícias, não importando o local do incidente) e o uso de dispersantes químicos, no caso de ineficiência da primeira. Vale ressaltar que este, por ser o diploma legal de maior substância a tratar do assunto, tornou-se a principal referência nacional para a definição da estratégia de resposta a derramamentos de óleo no mar (Souza Jr et al., 2004).

Após o controle do derramamento e da quantidade de óleo residual na água, outras medidas são importantes e podem ser úteis para minimizar o dano. A **reabilitação** é uma delas. Um exemplo de reabilitação relativamente usual é o transplante de manguezais para recuperação em outros locais, que pode acelerar e garantir sua recuperação. A Estratégia Mundial para Conservação (*World Conservation Strategy*) destaca a importância da recuperação em regiões em que o petróleo e seus derivados podem se acumular com facilidade, como as regiões costeiras alagadas e águas rasas. Tais áreas, especialmente os estuários e manguezais, oferecem alimento e abrigo para diversas espécies de peixes, moluscos, crustáceos, corais, e servem até mesmo de *habitat* para recursos pesqueiros utilizados como base econômica de diversas comunidades costeiras, principalmente nos países em desenvolvimento, como o Brasil.

Considerando todos estes fatores, ainda que o controle e a recuperação sejam possíveis, não significa que o ecossistema atingido voltará ao “normal”, considerando que o “normal” seria voltar à situação anterior ao derramamento. Também é difícil determinar com precisão a extensão dos danos e todas as alterações causadas na biodiversidade. Isto porque os ecossistemas estão em constante estado de fluxo, de movimento, de mudança, que ocorre sob interferência de vários fatores externos.

Assim, torna-se importante a identificação e conhecimento prévio das características e da sensibilidade das áreas onde serão realizadas as atividades de E&P. O conhecimento dos ecossistemas, sua significância, distribuição, estrutura e função, processos evolutivos, usos

sustentáveis de seus recursos, benefícios fornecidos, ameaças, riscos, efeitos da poluição por óleo e dos fatores que influenciam a recuperação é fundamental para o processo de tomada de decisão desde o início, nas instâncias mais estratégicas (PPP), até os projetos e a instância operacional.

Nos casos em que a E&P ocorre em locais com ecossistemas extremamente sensíveis este conhecimento prévio torna-se ainda mais importante. Alguns exemplos de ecossistemas altamente sensíveis aos hidrocarbonetos são os recifes de corais e os manguezais (IPIECA, 1992; IPIECA, 1993; NOAA, 2002a, NOAA, 2002b). Estes dois ecossistemas estão fortemente interligados. Os manguezais normalmente margeiam as zonas costeiras de locais com áreas *offshore* habitadas por recifes de corais (NOAA, 2002b). Os manguezais filtram sedimentos que poderiam ameaçar os recifes, e estes, por sua vez, protegem a costa onde os manguezais crescem da excessiva energia das ondas (NOAA, 2002a). As características gerais destes ecossistemas, funções, usos, as ameaças e riscos de danos decorrentes de liberações acidentais de hidrocarbonetos na E&P *offshore* com derramamentos são apresentados a seguir.

1.2.1 Riscos aos manguezais

O manguezal é um ecossistema costeiro de transição entre os ambientes terrestre e aquático, característico de regiões tropicais e sub-tropicais, com incursões ao norte do Trópico de Câncer e ao sul do Trópico e Capricórnio, estendendo-se por 240.000 km² de linhas de costas e sujeito a regime de marés (NOAA, 2002a; Novelly, 1995; Soffiati, s.d.). No Brasil, estendem-se desde a foz do rio Oiapoque, no estado do Amapá, até a foz do rio Araranguá, em São Francisco do Sul, Santa Catarina (Soffiati, s.d.). A flora de manguezais no Brasil é constituída por 7 espécies em 4 gêneros (CETESB, 2006): *Rhizophora* (3 espécies), *Avicennia* (2 espécies), *Laguncularia* (1 espécie), *Conocarpus* (1 espécie).



Figura 1.5: Distribuição mundial dos manguezais (IPIECA, 1993)

O manguezal é constituído por espécies vegetais lenhosas típicas, tolerantes à água salgada e adaptadas às alterações de salinidade e a baixos teores de oxigênio (Novelly, 1995; IPIECA, 1993). Assim, os manguezais são definidos mais por sua ecologia do que por sua taxonomia (NOAA, 2002a).

São reconhecidos três tipos fisiográficos de manguezais os quais apresentam características estruturais diferentes: bosques ribeirinhos, bosques de franja e ilhotes, e bosques de bacia (NOAA, 2002a). Os outros tipos fisiográficos (anões e de rede) são considerados tipos especiais (CETESB, 2006).

Este ecossistema ocorre em estuários e lagoas costeiras (Soffiati, s.d.) e apresenta condições propícias para a alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies animais, sendo considerado altamente relevante para o equilíbrio ambiental e importante gerador de bens para o extrativismo vegetal, como a madeira, lenha e tanino, e animal, com peixes e caranguejos (Soffiati, s.d.). Os manguezais são hermafroditas e polinizados quase que exclusivamente por animais, como abelhas, pequenos insetos e pássaros (NOAA, 2002a). Peixes, aves, crustáceos, moluscos e outros invertebrados encontram nos manguezais alimento, refúgio contra predadores e área para reprodução e crescimento (CETSEB, 2006).

Apesar de não existirem muitas estimativas de *turnover*¹ dos manguezais, estima-se que este esteja entre 150 a 170 anos, cerca de 30 anos a mais que o *turnover* das florestas tropicais (NOAA, 2002a).

Dentre suas funções no equilíbrio ambiental destacam-se: fixação de terras, formação e estabilização de solos; controle de erosão; manutenção da qualidade da água pela filtragem de sedimentos e nutrientes orgânicos e inorgânicos; proteção da linha de costa contra tempestades, ventos fortes e ondas (NOAA, 2002a); processamento de grande quantidade de biomassa pela cadeia detritica, fornecendo nutrientes aos organismos (Lugo & Snedaker, 1974) e a presença de numerosos nichos, adequados para o abrigo de moluscos, crustáceos, peixes e outros animais (Soffiati, s.d.), como sapos, cobras e crocodilos, além dos mamíferos como macacos e porcos selvagens (NOAA, 2002a). Outros animais como tartarugas e golfinhos, podem ser visitantes ocasionais dos estuários dos manguezais.

O manguezal é um dos ecossistemas mais produtivos do mundo em termos de produtividade primária bruta e produção de serapilheira, que é um dos componentes da produtividade primária líquida, considerada uma importante base nutricional para cadeias alimentares de estuários, inclusive para espécies importantes comercialmente (CETESB, 2006). Assim, destaca-se ainda sua importância econômica nas já mencionadas atividades extrativistas, na agricultura e nas atividades de silvicultura.

Tais atividades impactam diretamente os manguezais. Mas atividades como a E&P *offshore* de petróleo e gás natural também podem apresentar impactos e riscos aos manguezais, no caso da ocorrência de derramamentos. Entre os ambientes costeiros, os manguezais podem ser classificados em termos de potencial de vulnerabilidade ao derramamento de óleo, como os ecossistemas mais sensíveis, já que crescem em condições anaeróbias e fazem as suas trocas gasosas através de um sistema de poros ou aberturas propensos a serem cobertos ou obstruídos. Devido à sua sensibilidade, o índice da NOAA comumente utilizado como referência para ações de resposta, coloca as florestas de manguezais como os *habitats* tropicais mais sensíveis.

¹ Tempo necessário para que a floresta seja substituída por ela mesma.

O manguezal é muito susceptível à exposição ao óleo, pois está na interface entre o mar e a terra. Estudos mostram que os manguezais sofrem tanto efeitos tóxicos quanto físicos quando expostos ao óleo (NOAA, 2002a). Os efeitos tóxicos variam de acordo com o tipo do óleo, sendo que os óleos leves apresentando toxicidade mais aguda do que óleos pesados. Os efeitos tóxicos agudos ocorrem a partir de algumas semanas de exposição. Quando o óleo atinge os manguezais os primeiros efeitos observados são o amarelamento e perda das folhas, e a morte de árvores. Já os efeitos tóxicos crônicos se iniciam a partir de um mês e podem ser observados por alterações nas taxas de crescimento e no tempo de reprodução. Também podem ser desenvolvidos mecanismos de adaptação morfológica devido à contaminação residual. No entanto, as modificações podem reduzir as habilidades dos manguezais de resposta a outros estresses, como tempestades e ondas (NOAA, 2002a) (Tabela 1.4).

Tabela 1.4: Respostas gerais dos manguezais aos derramamentos de óleo (NOAA, 2002a)

Estágio	Alteração observada
Agudo	
0 – 15 dias	Morte de pássaros, peixes e invertebrados
15 - 30 dias	Perda de folhas e morte de pequenos manguezais (<1 m). Perda de comunidades nas raízes aéreas
Crônico	
30 dias - 1 ano	Perda de folhas e morte manguezais médios (<3 m). Perda de tecidos das raízes aéreas
1 ano - 5 anos	Perda de folhas e morte manguezais maiores (>3 m). Perda das raízes aéreas. Novo crescimento das raízes (às vezes deformado). Recolonização com novas sementes nas áreas atingidas pelo óleo.
1 ano – 10 anos	Redução da reprodução. Redução das sementes sobreviventes. Morte ou crescimento reduzido das árvores recolonizadas (incerteza). Aumento dos danos aos insetos (incerteza).
10 anos - 50 anos	Recuperação completa.

Além dos efeitos tóxicos agudos e crônicos há também os efeitos físicos, que podem ser tão danosos quanto os efeitos tóxicos. Com a formação de camadas de óleo que podem

cobrir fisicamente plantas e animais, há a possibilidade de sufocamento e outras interferências físicas, ainda que a toxicidade do óleo seja baixa (NOAA, 2002a). Como consequência ocorre uma alteração na capacidade adaptativa natural dos manguezais, como a sobrevivência em um meio com pouco oxigênio e com salinidade variável.

Eventos com derramamentos em manguezais ocorridos pelo mundo (NOAA, 2002a) mostram que estes são difíceis de serem protegidos e limpos devido ao difícil acesso e ambiente inóspito ao homem. A recomposição de bosques atingidos pode levar décadas se o óleo persistir no substrato, e isso é agravado pelo lento crescimento das árvores. A permanência do óleo nos manguezais influencia a recuperação, e pode variar com o grau de exposição às ondas e correntes, as características geomorfológicas e a topografia da região (CETESB, 2006).

Tais fatos devem se traduzir em um maior esforço para a proteção dos manguezais expostos aos riscos das atividades de E&P *offshore*. O item 1.3 apresenta alguns acidentes com danos aos manguezais que corroboram esta afirmação.

1.2.2 Riscos aos recifes de corais

Os recifes corais são as maiores estruturas vivas conhecidas, construídas por uma série de organismos, sendo os corais, um dos principais construtores. Possuem intensa produtividade biológica e ocorrem em áreas tropicais e sub-tropicais, locais onde as águas apresentam maiores temperaturas ($T_{\text{média}} = 20^{\circ}\text{C}$), onde há boa iluminação, muita oxigenação, baixa turbidez e poucos nutrientes. Localizam-se próximos à costa, apresentando elevado potencial de dano causado por atividades de E&P, principalmente o transporte de petróleo e seus derivados (IPIECA, 1992).

A produtividade biológica dos recifes de corais normalmente é de cinquenta a cem vezes maior do que em águas do entorno onde não há a presença de recifes. Atualmente estas estruturas cobrem mais de 600.000 km² do planeta. O carbonato de cálcio proveniente de esqueletos de animais e os sedimentos acumulados durante milhares de anos formam os recifes. São estruturas que abrigam comunidades marinhas diversas e complexas. Um

recife, por exemplo, pode conter cerca de três mil espécies diferentes. Eles oferecem abrigo e comida para uma grande gama de organismos.

A Figura 1.6 mostra um diagrama simplificado de como funciona um ecossistema de recife de coral, no qual as *zooxantelas* interagem com o coral, as algas coralinas *cementam* a estrutura e as algas filamentosas verde-azuladas (cianobacterias) proporcionam a maior parte da fixação de nitrogênio. As algas são comidas pelos herbívoros, que por sua vez são a fonte de alimento dos carnívoros como é também o zooplâncton (IPIECA, 1992). Os ciclos se completam com a liberação de nutrientes novamente para o ecossistema (IPIECA, 1992).

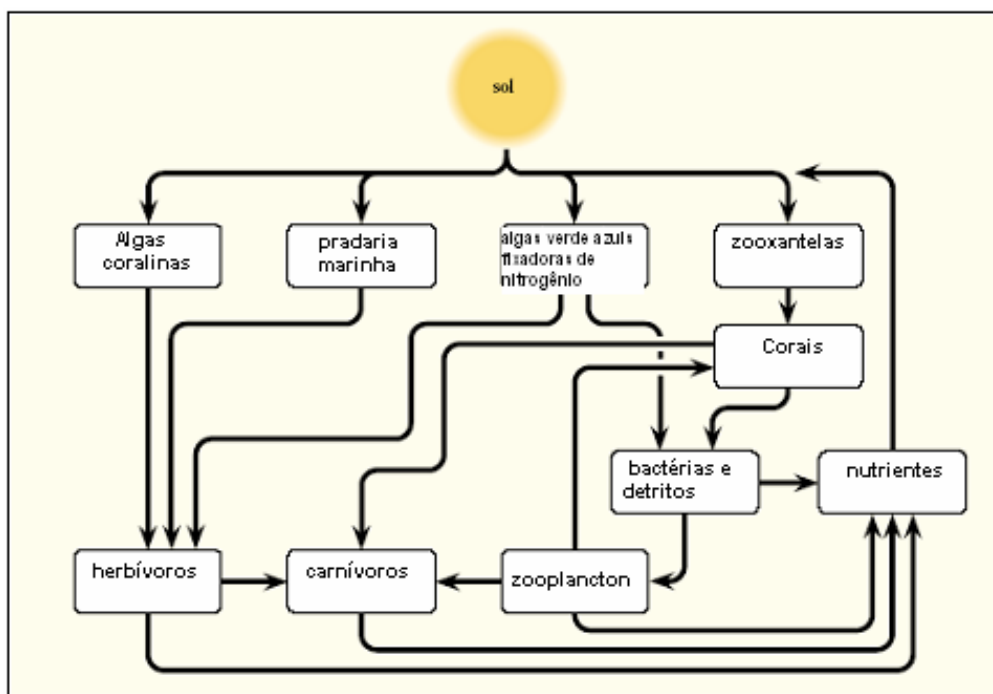


Figura 1.6: Diagrama simplificado de um ecossistema de recife de coral (IPIECA, 1992)

Tais estruturas também apresentam um importante papel no balanço de massa geoquímico dos oceanos. São responsáveis pela disposição de mais da metade do cálcio dos oceanos e lagos e mais de mais de 111 milhões de toneladas de carbono por ano (IPIECA, 1992).

O Brasil possui os únicos recifes coralíneos do Atlântico Sul. Grandes comunidades coralíneas foram registradas no Brasil desde o Parcel de Manuel Luís, MA (cerca de 01° S) até os recifes de Viçosa, na área de Abrolhos (cerca de 18° S), além de em ilhas oceânicas como Atol das Rocas e Fernando de Noronha. Algumas comunidades significativas também foram observadas para o sul, no que foi chamada “zona de desaparecimento das comunidades coralíneas”, estendendo-se até o cabo Frio, RJ (Castro, s.d).

Em termos socioeconômicos os recifes também têm um papel de destaque. São considerados importantes recursos pesqueiros, pois abrigam uma enorme biodiversidade, e apresentam alta concentração de peixes. Também são importantes barreiras à ação das ondas, erosão costeira, além de serem atrativos turísticos únicos (Castro, s.d.).

Diversas são as ameaças aos recifes de corais, dentre elas a poluição por óleo, pelos cascalhos de atividades de perfuração de poços de petróleo, sobrepesca, liberação de efluentes com altas temperaturas, dentre outras. Além das ameaças causadas pelas atividades humanas, existem também as ameaças naturais, como as tempestades tropicais e os furacões, por exemplo (Castro, s.d.). Assim como a maior parte dos ecossistemas, os recifes têm uma capacidade de resistência à perturbações naturais, conseguindo se recuperar em diferentes espaços de tempo. Porém, quando há a ocorrência de repetidas perturbações significativas em um curto período de tempo, a capacidade de recuperação do ecossistema pode ser alterada (NOAA, 2002b). Atualmente, de acordo com a NOAA (2002b), quase todos os recifes estão sob algum tipo de estresse, e uma perturbação adicional, como um derramamento de óleo e suas ações de resposta, podem agravar ainda mais esta situação.

Apesar destas ameaças, existe a possibilidade de regeneração dos recifes de corais mesmo quando estes são danificados. Porém, a forma como estes processos se dão e o tempo necessário para sua ocorrência ainda não são bem conhecidos pela ciência.

Especificamente em relação à poluição por óleo, decorrente de atividades de E&P, pode ocorrer o contato direto ou indireto com os recifes de corais. Quando o óleo é leve, sua tendência é boiar sobre os recifes, caracterizando um contato direto. Já no caso de óleos mais pesados pode haver mais do que um contato superficial, e o óleo pode acabar

penetrando nos recifes (IPIECA, 1992). Outra forma de contato indireto pode ocorrer pela ação das ondas ou por ação de partículas de sedimentos contaminados pelo óleo, como areia, por exemplo (NOAA, 2002^a).

Mas diferentes tipos de óleo causam diferentes alterações nos recifes de corais. Óleos leves apresentam maior toxicidade do que os pesados. Mas estes, por sua vez, apresentam um potencial maior de danos físicos. Além dos efeitos agudos existem também os crônicos, que podem matar colônias inteiras. Podem-se destacar as alterações nas taxas de reprodução. O óleo reduz a fertilidade dos corais, e inibi os estágios iniciais da vida. Caso o derramamento ocorra na época do pico de reprodução dos corais (uma vez ao ano), o dano pode ser imenso e ameaçar as comunidades de corais (NOAA, 2002a). Outro problema importante é a bioacumulação do óleo nos tecidos dos corais.

Além das alterações nos próprios corais, podem ocorrer também alterações nos outros organismos existentes nos recifes, como peixes, algas e invertebrados. Tartarugas e animais marinhos também podem ser habitantes sazonais destas áreas e podem estar expostos ao óleo no caso de um acidente (NOAA, 2002a). A contaminação do plâncton também é importante pois estes servem de alimento para uma variedade de organismos dos recifes, incluindo os próprios corais, que podem acabar ingerindo o óleo por meio da alimentação (NOAA, 2002a).

A dissolução de alguns componentes do óleo no mar pode expor os corais a diversos compostos tóxicos. Geralmente este fenômeno é minimizado com o aumento da profundidade. O uso de dispersantes em ações de resposta aos derramamentos de óleo no mar também pode causar contaminação dos corais. Por isto devem ser utilizados para evitar que o óleo chegue aos recifes. O uso de dispersantes quando o óleo já atingiu os recifes não é recomendado (NOAA, 2002a).

Alguns estudos em laboratório mostram que o crescimento, produtividade e capacidade de colonização dos corais são reduzidos quando há poluição por óleo. Porém, em alguns casos, a imersão durante alguns dias em água limpa pode recuperar completamente os corais (IPIECA, 1992).

Já estudos de campo mostram resultados ambíguos quanto a capacidade de recuperação dos corais. Afirma-se que eventos crônicos são mais prejudiciais que derramamentos isolados, apesar destes serem mais visíveis e apresentarem maior destaque na mídia. Casos reais como o do Golfo de Eilat e do Mar Vermelho (IPIECA, 1992) mostram que, depois de cerca de dez anos, os corais podem iniciar seu re-establishimento, caso as águas já estejam limpas e livres de óleo. Porém, corais que sofreram por poluição crônica não mostraram possibilidades de re-establishimento. É importante frisar que, mesmo quando não há danos aos corais, podem ocorrer danos aos organismos associados, como algas e crustáceos, comprometendo os recifes.

Diversos fatores podem influenciar o dano aos corais e recifes e a possibilidade de recuperação, conforme já mencionado anteriormente. Destaca-se o tipo de óleo, quantidade, grau de intemperismo antes do óleo atingir os corais, frequência da contaminação (ocasional ou crônica), presença de outros fatores de estresse como sedimentação, tempestades, chuvas fortes, furacões, além da natureza das operações de resposta à poluição, tipo de coral e fatores sazonais.

Pode-se observar que respostas à poluição por óleo focadas em ações de limpeza nem sempre são a melhor alternativa. Em alguns casos a limpeza pode ser difícil, sendo preferível a ação natural. Na maior parte do mundo os corais estão associados a outras áreas sensíveis, como os mangues. Por isso é importante a avaliação das vantagens e desvantagens de cada tecnologia de limpeza (*skimmers*, barreiras absorventes, etc) frente à sensibilidade das comunidades biológicas locais.

Os danos apresentados neste capítulo, tanto nos recifes de corais e manguezais, quanto em outros componentes dos ecossistemas costeiro e aquático podem ser observados em alguns dos principais acidentes ocorridos nos últimos anos na E&P *offshore* de petróleo e gás natural no Brasil. O item a seguir apresenta alguns destes acidentes e suas conseqüências para a biodiversidade.

1.3. Acidentes com danos à biodiversidade causados no setor de petróleo e gás natural no Brasil

As estatísticas mostram uma redução no número e no volume dos derramamentos de hidrocarbonetos nos últimos anos, sugerindo uma melhoria na tendência evolutiva. Porém, a avaliação da significância dos derramamentos em termos de ameaças à biodiversidade indica que esta não está associada apenas ao volume de hidrocarboneto derramado, mas também às características dos ecossistemas locais, de seus *habitats* e espécies.

Os riscos à biodiversidade decorrentes das atividades de exploração, produção, estocagem, refino e transporte de petróleo e gás natural, principalmente em ecossistemas sensíveis como mangues e recifes de corais, são evidenciados em diversos acidentes ocorridos ao longo dos últimos anos em diversas regiões do Brasil e do mundo (NOAA, 2002a, NOAA, 2002b).

A seguir, são destacadas histórias de três importantes acidentes recentes ocorridos no setor de petróleo e gás natural no Brasil. É apresentada a história de um acidente de transporte por duto, um em uma plataforma de produção e outro ocorrido no transporte de hidrocarboneto por navio. Pelas histórias, apresentadas em ordem cronológica, é possível observar que todos os acidentes, de alguma forma, apresentaram riscos à biodiversidade, alguns concretizados em danos, outros não.

1.3.1 Acidente do oleoduto na Baía de Guanabara

O acidente da Baía de Guanabara, ocorreu em janeiro de 2000, quando o duto PE-II da Petrobras, que bombeava óleo da Refinaria de Duque de Caxias para a Ilha D'Água rompeu-se. O vazamento de cerca de 1,3 milhão de litros de óleo refinado, considerado um acidente de grande porte pela *International Tanker Owners Pollution Federation* (ITOPF), ocorreu por um canal do manguezal, a 30 metros da entrada do mar, fazendo com que a mancha de óleo se dispersasse e atingisse as praias do fundo da baía.

O duto PE-II, com 16,4 km de extensão, começou a operar em 1993, e em 10 de março, no ano de 1997 passou pelo seu primeiro evento acidental, quando cerca de 3 milhões de litros de óleo combustível vazaram em uma região de mangue, entre as

instalações da REDUC e a orla da Baía de Guanabara. Diversas possíveis causas foram apontadas para esse acidente, dentre elas, falhas na estrutura do material que em pequenos trechos sofria um processo de corrosão, demora na detecção do vazamento, alta tensão por dilatação térmica, o que era preocupante, uma vez que o duto trabalhava com produtos quentes (Malheiros, 2002).

Apesar de todos estes sinais precursores ao acidente de 2000, um novo vazamento no duto PE-II não pôde ser evitado e muitas das causas apontadas em 1997 se repetiram no vazamento de 2000. Mais uma vez houve demora na detecção da anormalidade, possivelmente, devido a não existência de um sistema automatizado de supervisão, controle e aquisição de dados, como a observação de altas tensões no duto devido a condições operacionais inerentes ao processo de transferência de produtos aquecidos.

Os impactos ambientais e sócio-econômicos do acidente são incontestáveis e despertaram uma série de preocupações, tanto por parte das autoridades, como, também, da sociedade, em relação ao risco na indústria de petróleo.

Além dos impactos, havia riscos significativos à biodiversidade. A bacia hidrográfica da Baía da Guanabara está situada no Estado do Rio de Janeiro e é composta por cerca de 35 rios que nascem na Serra do Mar e maciços litorâneos e desembocam na Baía. Dentre estes rios, estão os rios Macacu, Caceribu, Iguaçu, Saracuruna, Suruí, Magé, Iriri. Os rios desta bacia cortam 15 municípios do Estado do Rio de Janeiro.

A área é intensamente utilizada por pescadores, principalmente devido a presença de carangueijos, e apresenta a Área de Proteção Ambiental de Guapimirim (APA de Guapimirim), unidade de conservação de usos sustentável, criada em em 23 de setembro de 1984 pelo decreto federal 90.225. A APA Guapimirim possui 140 mil ha de área, abrangendo, além de manguezais, que ocupam 50 % (por cento) desse total, a coleção de águas à frente dos mesmos, em uma faixa de terra firme adjacente. O manguezal representa o último reduto em área contínua desse ecossistema nessa região, por onde deságuam 70 % (por cento) da contribuição de água doce para toda a Baía da Guanabara. Além do manguezal, e das comunidades de carangueijos, as aves associadas aos manguezais também estiveram sob risco de serem atingidas pelo óleo.

1.3.2 Acidente na plataforma P-36

Quando ainda discutia-se sobre os danos causados pelo acidente da Baía de Guanabara, ocorreu o afundamento da P-36, em 2001. Esse foi o pior acidente em bases de produção de petróleo no Brasil, desde a explosão da plataforma de Enchova, em 1984, quando 37 pessoas morreram.

A P-36 foi, inicialmente, projetada como uma unidade de perfuração, mas foi modificada para se transformar em uma unidade de produção e, desde maio de 2000, estava operando no campo Roncador, da Bacia de Campos, a cerca de 150 km da costa, em uma lâmina d'água de 1.340 m, produzindo, na época do acidente, 84.000 barris de petróleo/dia e 1,3 milhões de m³/dia de gás natural, sendo considerada a maior plataforma semi-submersível de produção do mundo (Malheiros, 2002).

O relatório divulgado pela Comissão de Sindicância do acidente da P-36 concluiu que o desencadeamento das explosões começou durante o processo de drenagem e levou ao rompimento de um dos tanques laterais. Dezesete minutos depois do rompimento do tanque, o gás disperso entrou em combustão e causou outra grande explosão, que levou à morte de onze componentes da brigada. No momento do acidente, 175 pessoas trabalhavam na plataforma (Clube do Petróleo e Gás, 2002).

A Petrobras mobilizou 11 navios na operação de emergência, 151 pessoas foram retiradas às pressas e levadas para o continente, na cidade de Macaé. Apesar das tentativas de expulsão da água da unidade com a injeção de nitrogênio e ar comprimido, no dia 20 de março, cinco dias após a primeira explosão, a plataforma submergiu e afundou completamente (Malheiros, 2002).

A sindicância apontou, ainda, outras prováveis causas, como um defeito no ajuste das tubulações e deficiência na estrutura montada para atendimento a situações de emergência (Clube do Petróleo e Gás, 2002). Como consequência, a Comissão de Investigação ANP/DPC constatou a necessidade de aprimoramento dos Planos de Contingência para acidentes de grandes proporções e os esquemas de resposta a emergência de grande risco, além, da revisão dos critérios de projetos de engenharia em unidades flutuantes de produção de petróleo e gás natural (LIMA/COPPE/UFRJ, 2001; Malheiros, 2002).

Não há registros de significativo volume de derramamento de óleo, pois a maior parte deste foi retirado antes do completo afundamento da plataforma. Mas os riscos à biodiversidade eram eminentes. Na região há a ocorrência de importantes grupos da biota marinha, como as tartarugas amarela e verde, com desova localizada na porção norte fluminense do litoral. Há ainda a presença de espécies de cetáceos como o boto cinza e a toninha, que realizam suas atividades alimentares, reprodutivas e criação de filhotes na região. Destaca-se ainda a presença da baleia jubarte, espécie tipicamente migratória, que sazonalmente cruza a Bacia de Campos em direção à Abrolhos. Há também ocorrência de aves marinhas como os atobás, fragatas e gaivotões. Em termos de áreas protegidas tem-se a Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e a APA de Massambaba (Devon, 2006).

1.3.3 Acidente do navio Nordic Marita

Em junho de 2003, durante uma operação de descarregamento de óleo procedente da Bacia de Campos (RJ), do navio afretado N/M Nordic Marita para o TEBAR - Terminal Marítimo Almirante Barroso da TRANSPETRO (SP) -, ocorreu o afrouxamento de três braços de descarga que estavam conectados entre o píer sul e o navio, gerando o derramamento do produto. O óleo vazado foi jateado para o convés do referido petroleiro e para o mar, localizando-se primeiramente sob o píer sul e espalhando-se pelo Canal de São Sebastião (CETESB, 2003).

Não sabe-se ao certo a quantidade de óleo derramado. As projeções variam de 25 mil litros, de acordo com a Transpetro, 40 a 60 mil litros, de acordo com o comandante e até 200 mil litros, de acordo com o SINDIPETRO (CETESB, 2003).

De acordo com o relatório da CETESB (2003), diversas praias foram atingidas, bem como bancos de macrófitas, aves aquáticas e outros animais tendo sido atingidos, conforme descrito a seguir:

“As áreas afetadas foram: as águas do Canal de São Sebastião, de toda Enseada de Caraguatatuba até o sul de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo. No trajeto das manchas, que envolveu mais de 120 km de costa, estavam diversas ilhas como Ilha do Mar Virado, Ilha do Tamanduá e Ilha Anchieta. As praias atingidas foram Ponta Aguda, Mansa, da Lagoa

e uma lagoa costeira, todas localizadas na Ponta Grossa, região preservada, de difícil acesso, entre os municípios de Caraguatuba e Ubatuba. Costões rochosos situados nesta região foram parcialmente afetados mas, por estarem expostos à forte ação das ondas, não foi necessária intervenção humana para limpá-los. Não houve comprovação até o fechamento deste relatório de que as balsas de cultura de mexilhões localizadas na região tenham sido danificadas pelo contato com o óleo. O ecossistema da lagoa costeira foi o mais impactado, uma vez que bancos de macrófitas, aves aquáticas e outros animais foram atingidos pelo óleo.” (CETESB, 2003).

No entanto, as áreas consideradas mais sensíveis foram protegidas, como manguezais do Rio Juqueriquerê, as criações de mexilhões, algumas praias de Ilhabela e de São Sebastião, as ilhas especialmente a Ilha Anchieta, sede do Parque Estadual Marinho do mesmo nome e a lagoa costeira da praia da Ponta Aguda, graças ao posicionamento de barreiras absorventes e de contenção (CETESB, 2003).

A análise dos acidentes ocorridos evidencia alguns riscos de danos à biodiversidade devido às liberações acidentais de hidrocarbonetos durante as atividades de E&P *offshore* de petróleo e gás no Brasil. A grande preocupação é que estas atividades vêm crescendo não apenas em áreas (blocos de E&P), mas também em volume de produção nos últimos anos (ANP, 2006). O país é o segundo da América do Sul em reservas de petróleo, com grande parte destas localizadas em áreas *offshore* (ANP, 2006). As consequências dos acidentes com liberações de hidrocarbonetos podem afetar o equilíbrio ecológico, e conseqüentemente, a qualidade de vida das comunidades locais que dependem dos serviços ambientais como o abastecimento de água, pesca, turismo, etc, fornecidos pelos recursos naturais disponíveis (IPIECA, 1991; EBI, 2003a; EBI, 2003b; EBI, 2003c).

Ciente desta realidade, o Brasil tem buscado promover a conservação da diversidade biológica em seu território, bem como o uso sustentável de seus recursos naturais, decorrentes das atividades econômicas correntes no país. Uma comprovação prática desta afirmativa é a evolução histórica da entrada em vigor das principais convenções globais que

tratam das questões de biodiversidade - Convenção de Diversidade Biológica (CDB), Convenção Ramsar para conservação e uso racional de zonas úmidas, Convenção sobre Espécies Migratórias, Convenção CITES, sobre o Comércio Internacional de Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção, Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial Cultural e Natural –. Paralelamente, observa-se também o estabelecimento de estratégias nacionais específicas de conservação e uso sustentável da biodiversidade.

O Capítulo II, a seguir, apresenta o contexto de tal evolução, apresentado os marcos ambientais de cada década, dando maior destaque às estratégias internacionais e nacionais relacionadas especificamente à proteção da biodiversidade.

CAPÍTULO II – MECANISMOS DE PROTEÇÃO E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NO BRASIL

Conforme visto no Capítulo I, a biodiversidade apresenta valores diretos, indiretos e um valor de existência, além de uma fundamental importância para o equilíbrio ecológico do Planeta. Porém, a evolução da nossa sociedade tem apresentado ameaças a este equilíbrio por meio de alterações no estado da biodiversidade.

Por outro lado, observa-se que diversos países do mundo, cientes de tal problema, têm focado esforços na elaboração e utilização de mecanismos de conservação da biodiversidade, seja pela necessidade de manutenção do equilíbrio ecológico visando o fornecimento de insumos, produtos e benefícios para a sobrevivência do homem na Terra, seja pelo desejo de preservação dos ativos naturais. Apesar deste movimento ser mais evidente nos dias atuais, nota-se historicamente algumas ações pontuais que podem ser consideradas como precursoras do mesmo.

O presente capítulo apresenta tal evolução histórica, destacando alguns mecanismos internacionais e nacionais, como tratados¹, conferências, estratégias, políticas, planos e programas concebidos para proteção e conservação da biodiversidade. Um foco maior é dado para os mecanismos adotados pelo Brasil ou que, de alguma forma, influenciaram o estabelecimento de mecanismos nacionais próprios.

2.1 Evolução histórica da proteção e conservação da biodiversidade

O Brasil é signatário dos principais tratados internacionais relacionados ao tema biodiversidade. Cada um destes tratados apresenta diferentes áreas focais, desde a redução de perdas de componentes da biodiversidade (diversidade genética; espécies e populações; *habitat* e ecossistemas; biomas), manutenção da integridade de ecossistemas e do

¹ De acordo com a terminologia jurídica, tratados internacionais são acordos concluídos entre Estados em forma escrita e regulados pelo Direito Internacional. Tratado é utilizado aqui em seu sentido amplo, incluindo convenções, declarações, atos, protocolos, entre outros (SMA, 1997)

fornecimento de bens e serviços fornecidos pela biodiversidade em ecossistemas, até a promoção do uso sustentável da biodiversidade.

A entrada em vigor de cada um destes tratados no Brasil ocorreu em diferentes momentos e contextos da história da política ambiental do país e do mundo. De acordo com Medeiros (2005), os primeiros dispositivos voltados à proteção ambiental no Brasil foram registrados ainda no período colonial, com objetivo, de uma forma geral, de controlar o manejo de recursos como a madeira e a água, conforme apresentado a seguir:

2.1.1 Destaques no período colonial até o final da década de 1950

O **Regimento do Pau-Brasil**, editado em 1605 e a **Carta Régia** de 1797 são exemplos históricos e podem ser considerados como os primeiros dispositivos nacionais voltados para a proteção florestal (Medeiros, 2005; Miranda, 2004).

Outros momentos históricos importantes ocorreram posteriormente, como a desapropriação de fazendas devastadas pelo café e a instituição, em 1861, por D. Pedro II, das Florestas da Tijuca e das Paineiras. O estabelecimento destas florestas tinha como principal objetivo resguardar os recursos hídricos da região (Drummond, 1997).

Já no início do século XX, foi estabelecida a segunda Constituição Republicana Brasileira em 1934, que já apresentava no Capítulo I (artigo 10) a responsabilidade da União de proteger as belezas naturais e os monumentos artísticos e históricos do país (Medeiros, 2005). Neste mesmo ano foi estabelecido o **Código das Águas** (Decreto nº 24.643, de 1934), o **Código Florestal Brasileiro** (Decreto nº 23.793 de 1934) e o **Código de Caça e Pesca** (Decreto nº 24.645 de 1934). Cada um destes decretos já estabelecia tipologias de áreas protegidas, como o Parque Nacional, Floresta Nacional, Reserva de Proteção Biológica ou Estética, Parque de Reserva, Refúgio e Criação de Animais Silvestres. Porém, só em 1937 que ocorre a criação do primeiro Parque Nacional, o Parque de Itatiaia, no Rio de Janeiro.

2.1.2 Destaques na década de 1960

No início da década de 60, um movimento pioneiro no Brasil, paralelamente ao que ocorria em outros países do mundo, cria a **CICPAA - Comissão Intermunicipal de Controle de Poluição das Águas e do Ar**, atuando no ABC Paulista. Ao longo dos anos seu papel é ampliado devido ao intenso desenvolvimento industrial local, tendo diversas normas sido aprovadas para a fiscalização da contaminação do ar, altura de chaminés, emissão de fumaças pretas, emissão de composto de enxofre e emissão de partículas sólidas, limites para emissão de despejos (efluentes) em cursos de água e nas redes de esgotos, limite máximo de dióxido de enxofre no ar atmosférico de Santo André, etc.

Nacionalmente, é estabelecido, em 1965, o **Novo Código Florestal Brasileiro**, pela Lei 4.771, e a **Lei de Proteção aos Animais** (Lei 5.197 de 1967), que estabeleceram novas tipologias de áreas protegidas. Ainda em 1967, foi criado um novo órgão federal para implementar e fiscalizar as áreas protegidas, o **Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal** (IBDF), vinculado ao Ministério da Agricultura e instituído pelo Decreto-Lei Federal 289 (Medeiros, 2005).

Em 1967, foram editados o **Código de Caça** (Lei Federal n. ° 5.197, alterada pela Lei 7.653, de 1988) e a **Lei de Proteção à Fauna**, instituindo novos tipos penais, criando o Conselho Nacional de Proteção à Fauna, e transformando-se em crimes condutas que outrora eram considerados contravenções penais. A fauna ictiológica também recebeu atenção, com a edição do **Código de Pesca**, (Decreto-Lei n. ° 221, de 1967), dispondo sobre a proteção e estímulos à pesca, mais tarde alterado pela Lei n. ° 7.679, de 1988.

É nesta década, na chamada sociedade pós-industrial, que a preocupação com a conservação ambiental começa a ganhar importância na agenda política internacional. Os acidentes industriais, a crescente degradação ambiental e a poluição dos ecossistemas impulsionaram uma visão menos local e mais global do problema ambiental.

Um grande marco da década foi o estabelecimento, em 1968, do **Clube de Roma**, um pequeno grupo de líderes da academia, indústria, diplomacia e sociedade civil, cuja preocupação era identificar os maiores problemas globais de longo prazo, que não podiam ser resolvidos por governos ou pelo setor privado. O primeiro relatório para o Clube de

Roma, “Limites para o Crescimento”, atingiu enorme impacto global. Sua principal conclusão foi:

“Caso as presentes tendências de crescimento da população mundial, industrialização, poluição, produção de comida, e uso de recursos naturais não se alterarem, os limites para o crescimento no planeta serão atingidos em algum ponto nos próximos 100 anos. O resultado mais provável será um rápido e descontrolado declínio tanto em termos de população como capacidade industrial”. (Meadows, D.L. et al. 1972).

Outro marco, no ano seguinte, foi a Política Ambiental Americana, a **NEPA** (*National Environmental Policy Act*), que serviu de base para a política ambiental de diversos países do mundo, inclusive o Brasil.

2.1.3 Destaques na década de 1970

A partir da década de 70, a preocupação com o meio ambiente cresceu ainda mais, com importantes eventos e diversos mecanismos de conservação sendo estabelecidos. O primeiro deles foi o **Programa o Homem e a Biosfera** (UNESCO, 2007). Criado em 1971, o Programa o Homem e a Biosfera (*Programme on Man and the Biosphere – MaB*) é um programa de cooperação científica internacional sobre as interações entre o homem e seu meio (UNESCO, 2007). A principal ação do Programa é a criação de áreas chamadas **Reservas da Biosfera** (RBs), com o objetivo combater os efeitos dos processos de degradação ambiental. A Reserva de Biosfera favorece a descoberta de soluções para problemas como o desmatamento das florestas tropicais, a desertificação, a poluição atmosférica e o efeito estufa (UNESCO, 2007).

A adesão do Brasil ao Programa ocorreu em 1974, concomitantemente à criação da Comissão Brasileira do Programa Homem e Biosfera – COBRAMAB. Uma das metas estabelecidas pelo país nesta comissão foi a criação de pelo menos uma grande Reserva da Biosfera em cada um de seus biomas. Hoje, das 482 Reservas da Biosfera existentes no mundo, o Brasil possui sete localizadas na Amazônia Central, Caatinga, Cerrado, Mata

Atlântica e o Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (Figura 2.1), Pantanal e na Serra do Espinhaço (UNESCO, 2007).

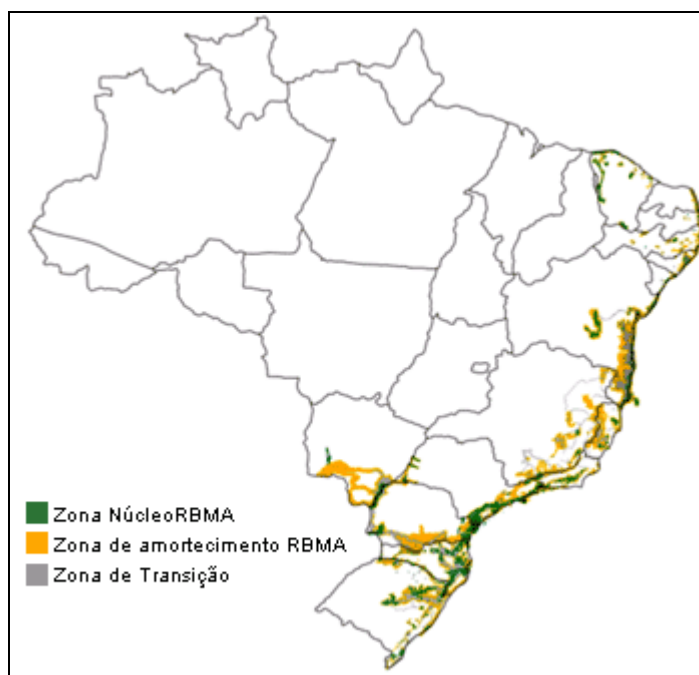


Figura 2.1: Mapeamento da reserva da biosfera da mata atlântica (RBMA, 2007)

Em 1971, outras áreas úmidas consideradas primordiais para a biodiversidade passaram também a serem protegidas por uma convenção internacional, a **Convenção RAMSAR - Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional** -. A assinatura da Convenção sobre as Zonas Úmidas ocorreu na cidade iraniana de Ramsar, justificando a denominação da Convenção.

No texto da Convenção, definiu-se como zona úmida as áreas de pântano, charco, turfa ou água, natural ou artificial, permanente ou temporária, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marítima com menos de seis metros de profundidade na maré baixa (Brasil, 1992).

Tais zonas apresentam funções ecológicas fundamentais, tanto como reguladoras dos regimes de água, contribuindo para a estabilidade climática, por meio de seu papel nos ciclos globais de água e carbono, quanto como *habitat* de flora e fauna características,

especialmente de aves aquáticas. Por esta razão, consideram-se as zonas úmidas um recurso de grande valor econômico, cultural, científico e recreativo, cuja perda seria irreparável.

Para evitar tal perda a Convenção determina que os países signatários promovam a conservação das zonas úmidas e das aves aquáticas - pássaros considerados dependente ecologicamente das zonas úmidas - estabelecendo reservas naturais e providenciando sua proteção apropriada. Cada país tem o direito de adicionar zonas úmidas situadas no seu território, aumentar os limites das que já estão incluídas na Lista na Convenção, ou, por motivo de interesse nacional urgente, anular ou restringir os limites das zonas úmidas já incluídas na Lista, devendo informar estas alterações, em curto prazo (Brasil, 1992).

O progresso da conservação das zonas úmidas ocorre a cada três anos, nas reuniões da Conferência das Partes (COP), quando os estados membros se reúnem e revêem o status dos sítios da Lista Ramsar, além de apreciarem os relatórios de organização internacionais e elaborarem resoluções e recomendações para a implementação da Convenção.

O Brasil é considerado o quarto do mundo em superfície na Lista Ramsar, possuindo sete zonas úmidas de importância internacional - Reserva de Desenvolvimento Sustentado Mamirauá (AM); Área de Proteção Ambiental da Baixada Maranhense (MA); Parque Nacional da Lagoa do Peixe (RS); Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses (MA); Parque Estadual Marinho do Parcel de Manuel Luiz (MA); Parque Nacional do Araguaia (TO); Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (MT) e Reserva Particular do Patrimônio Natural do SESC Pantanal – totalizando 6.456.896 ha (MMA, 2007).

Ainda na década de 1970, outra importante Convenção, a **Convenção Relativa à Proteção do Patrimônio Mundial, Cultura e Natural**, foi assinada em 23 de Novembro de 1972, em Paris, durante a XVII Sessão da Conferência Geral da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

De acordo com a Convenção, cada um dos Estados Partes reconhece a obrigação de identificar, proteger, conservar, valorizar e transmitir às futuras gerações o patrimônio cultural e natural situado em seu território, conforme mencionado nos Artigos 1 e 2.

A Convenção também cria um Comitê Inter-governamental da Proteção do Patrimônio Mundial Cultural e Natural junto às Nações Unidas que recebe, organiza, mantém atualizado e publica ao menos uma vez a cada dois anos uma lista dos bens do patrimônio cultural e natural considerados de valor excepcional. A inclusão de um bem na lista não pode ser feita sem o consentimento do Estado interessado. Os critérios de inclusão são definidos pelo Comitê.

A Convenção também cria um Fundo para a proteção do patrimônio com recursos constituídos por:

- a) contribuições obrigatórias e pelas contribuições voluntárias dos Estados Partes na presente Convenção;
- b) contribuições, doações ou legados que possam fazer
 - i) outros Estados;
 - ii) Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, as outras organizações do sistema das Nações Unidas, notadamente o Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas e outras Organizações intergovernamentais, e
 - iii) órgãos públicos ou privados ou pessoas físicas.
- c) por quaisquer juros produzidos pelos recursos do Fundo;
- d) pelo produto das coletas e pelas receitas oriundas de manifestações realizadas em proveito do Fundo, e
- e) por quaisquer outros recursos autorizados pelo Regulamento do Fundo, a ser elaborado pelo Comitê do Patrimônio Mundial.

Um relatório das atividades do Comitê é apresentado em cada uma das seções ordinárias da Conferência Geral das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura.

Os primeiros sítios brasileiros foram incluídos na lista na década de 1980, pela forte atuação do IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional), na proteção

dos sítios culturais. Os sítios naturais brasileiros na lista de 830 locais nos 138 países que compõe a Convenção, incluem o Parque Nacional do Iguaçu (1986), Parque Nacional da Serra da Capivara (1991), reservas de mata atlântica do sul/sudeste (São Paulo e Paraná - 1999), reservas de mata atlântica da costa do descobrimento (Bahia e Espírito Santo - 1999), complexo de conservação da Amazônia central (2000, 2003), área de conservação do Pantanal, ilhas de Fernando de Noronha e Atol das Rocas (2001), Chapada dos Veadeiros e Parque Nacional das Emas (2001). A Figura 2.2 apresenta um mapa dos sítios do Patrimônio Mundial Natural do Brasil.



Figura 2.2: Mapa dos sítios do Patrimônio Mundial Natural no Brasil (MMA, 2007a).

No mesmo ano em que foi estabelecida a Convenção do Patrimônio Mundial (1972), ocorreu o primeiro grande evento mundial de meio ambiente, a **Primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**, realizada em Estocolmo. O evento é considerado um marco político na conscientização mundial dos problemas ambientais, tendo produzido como principal documento a Declaração Sobre o Ambiente Humano. Como um dos resultados da Conferência foi criado pela Assembleia Geral da ONU o PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (em inglês “UNEP” - *United Nations Environmental Program*)).

Juntamente com a primeira Conferência das Nações Unidas, a publicação do já citado relatório do Clube de Roma, “Limites do Crescimento”, e os dois choques do petróleo (1973 e 1979), reforçaram ainda mais a tese de escassez dos recursos naturais e da vulnerabilidade do planeta.

O crescente comércio de fauna e flora silvestres também era apontado como um ponto importante no aumento da vulnerabilidade do planeta, contribuindo para a extinção de diversas espécies. Com o objetivo de controlar este comércio internacional de fauna e flora silvestres, que foi firmada, em março de 1973, a **Convenção sobre Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES)**, em Washington.

A Convenção pretende controlar e fiscalizar especialmente o comércio de espécies ameaçadas, suas partes e derivados, com base num sistema de licença e certificados. Para tal, a Convenção apresenta três anexos. O Anexo I é composto por uma lista de espécies consideradas ameaçadas de extinção e que são ou podem ser afetadas pelo comércio. A comercialização destas espécies só pode ocorrer mediante autorização do órgão ambiental competente, no caso do Brasil, o IBAMA, a partir da concessão de Licença ou Certificado. Já o Anexo II é composto por uma lista de espécies que, embora atualmente não se encontrem necessariamente em perigo de extinção, poderão chegar a esta situação, a menos que sua comercialização esteja sujeita à regulamentação rigorosa, podendo ser autorizada pelo órgão ambiental competente, a partir da concessão de Licença ou Certificado. O Anexo III é composto por uma lista de espécies cuja exploração é restrita ou impedida, podendo também ser autorizada sua comercialização pelo órgão ambiental competente, a partir da concessão de Licença ou Certificado.

O marco legal da Convenção no Brasil se deu em 1975, pelo Decreto Legislativo No 54. Mas a promulgação ocorreu em 1986, pelo Decreto 92.446, e a disposição sobre a implementação da CITES no país está atualmente estabelecida no Decreto 3.607 de 21 de setembro de 2000. O sítio na Internet da Fundação Biodiversitas apresenta a lista de espécies presentes no Brasil que compõe os anexos da CITES (Biodiversitas, 2006).

Ainda na década de 1970, é possível identificar outros momentos importante para o Brasil, como a criação da **Secretaria Especial do Meio Ambiente** (SEMA), em 1973 (Decreto 73030), na esfera federal, que passou a compartilhar com o IBDF a gestão e fiscalização da política de áreas protegidas, estando, porém, orientada para a conservação e uso racional dos recursos naturais. Nas esferas estaduais também foram criados órgãos ambientais, como a CETESB, em 1973², e a FEEMA, em 1975, marcando a institucionalização da gestão ambiental no país.

Como fechamento da década, dois importantes tratados europeus de proteção da biodiversidade, a *Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitas* (1979), também conhecida como Bern Convention, e a *EC Directive on the Conservation of Wild Birds* (1979), também chamada the Birds Directive, se destacam.

2.1.4 Destaques na década de 1980

A década de 1980 traz a consolidação internacional de medidas corretivas para desacelerar a degradação ambiental, e o início de uma ótima mais preventiva. Um exemplo é a **Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM)**, que foi concluída em Montego Bay, Jamaica, em 10 de dezembro de 1982.

A Convenção estabelece um regime legal para os mares e oceanos, além de estabelecer regras práticas relativas aos padrões ambientais, e ao cumprimento dos dispositivos que regulamentam a poluição do meio ambiente marinho³ (IBAMA, 2006). A Convenção também busca promover a utilização eqüitativa e eficiente dos recursos naturais, a conservação dos recursos vivos e o estudo, a proteção e a preservação do meio

² A CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Básico de São Paulo – foi criada a partir da transformação da SUSAM - Superintendência de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo -, que em 1971 já havia incorporado a CICPAA.

³ De acordo com a Convenção, define-se ‘poluição do meio marinho’ como: “(...) a introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias ou de energia no meio marinho, incluindo os estuários, sempre que a mesma provoque ou possa vir a provocar efeitos nocivos, tais como danos aos recursos vivos e à vida marinha, riscos à saúde do homem, entrave às atividades marítimas, incluindo a pesca e as outras utilizações legítimas do mar, alteração da qualidade da água do mar, no que se refere à sua utilização, e deterioração dos locais de recreação.”

marinho, mar territorial⁴ e zona contígua⁵, zona econômica exclusiva⁶, plataforma continental⁷, alto mar⁸, ilhas⁹ e mares fechados ou semi fechados¹⁰.

Diversos artigos da Convenção em diferentes seções das suas 17 Partes mencionam a necessidade de medidas de conservação dos recursos vivos do mar, preservação do meio marinho e prevenção, redução e controle da sua poluição.

Em relação à fauna, é clara a preocupação com a conservação de espécies altamente migratórias (listadas no Anexo I da Convenção), bem como a conservação, gestão e estudo de mamíferos marinhos, e com o aproveitamento econômico destes recursos pela população. Neste sentido, há menções de medidas que evitem o excesso de captura, como a concessão de licenças, fixação de quotas de captura para algumas espécies, regulamentação de épocas e zonas de pesca, fixação de idade e tamanho de espécies que podem ser capturadas, entre outras, além de medidas de controle e de monitoramento estatístico.

A cooperação internacional também é mencionada, sendo sugerido o estabelecimento de centros de investigação científica marinha e de programas envolvendo diferentes disciplinas (biologia marinha, oceanografia, engenharia), visando o aumento da capacidade nacional de utilização e preservação dos recursos marinhos.

Para as atividades realizadas no meio marinho, como tráfego de embarcações, construção de dutos, perfurações na plataforma continental, dragagem, escavações, lançamento de detritos, construção e operação ou manutenção de instalações e tráfego em alto mar, são solicitadas medidas de proteção dos recursos naturais e prevenção de danos à flora e fauna decorrentes dos efeitos nocivos de tais atividades.

⁴ Definição na Parte II, seção 2, artigos 3 ao 10 do decreto da referida Convenção.

⁵ Definição na Parte II, seção 4, artigo 33 do decreto da referida Convenção.

⁶ A convenção introduz o conceito de Zona Econômica Exclusiva (ZEE), como sendo a zona situada entre 12 e 200 milhas náuticas, onde os países costeiros assumem uma série de compromissos e deveres sobre a exploração, aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais. A definição é apresentada na Parte V, artigo 55 do decreto da referida Convenção.

⁷ Definição na Parte VI, artigo 76 do decreto da referida Convenção.

⁸ Definição na Parte VII, seção 1, artigos 86 e 87 do decreto da referida Convenção.

⁹ Definição na Parte VIII, artigo 121 do decreto da referida Convenção.

¹⁰ Definição na Parte IX, seção 4, artigo 122 do decreto da referida Convenção.

Mas, especificamente em relação à proteção e preservação do meio marinho, foco desta tese, é a Parte XII que trata da obrigação dos Estados de tomar medidas para prevenir, reduzir e controlar a poluição, garantindo que as atividades sob sua jurisdição ou controle não causem prejuízos por poluição. Estas medidas também estão relacionadas à proteção e preservação de ecossistemas frágeis, bem como de *habitats*, de espécies, e formas de vida marinha em vias de extinção, ameaçadas ou em perigo, de uma maneira geral.

Esta Parte também apresenta uma seção dedicada à cooperação mundial e regional para eliminar os efeitos da poluição, prevenir ou reduzir ao mínimo os danos. Para tal, os Estados devem elaborar e promover planos de emergência para enfrentar os incidentes de poluição no meio marinho. Também deve ser estabelecido um controle sistemático com observação, medição, avaliação e análise dos riscos da poluição. Regras internacionais e a legislação nacional devem contribuir também para prevenir, reduzir e controlar a poluição no meio marinho. A Convenção foi ratificada no Brasil em 22 de dezembro de 1988 e entrou em vigor em 16 de novembro de 1994.

A década de 1980 prosseguiu com o desenvolvimento das primeiras metodologias de avaliação de impactos ambientais (AIA), que começam então a serem usadas como instrumentos de auxílio às tomadas de decisão em diversos países. Um exemplo disso é a publicação, pela Comunidade Européia, da Diretiva do Conselho 85/337/CEE de 27 de Junho de 1985, que tratava da avaliação dos efeitos de determinados projetos públicos e privados no ambiente.

Outro momento extremamente importante para a proteção da biodiversidade na década de 1980 foi a criação do conceito de *hotspots* (CI, 2006) Este conceito surgiu devido à necessidade de identificar quais as áreas mais importantes para preservação da biodiversidade no mundo. Ao observar que a biodiversidade não está igualmente distribuída no planeta, o ecólogo inglês Norman Myers procurou identificar, em 1988, as regiões com maior concentração de biodiversidade, e onde ações de conservação seriam mais urgentes. A estas regiões deu-se o nome de *hotspots*. Na ocasião Myers identificou 10 *hotspots* mundiais. Seu trabalho foi ampliado a partir de 1996 pela ONG *Conservation International* (CI). De acordo com a ONG,

“Hotspot é toda área prioritária para conservação, isto é, de rica biodiversidade e ameaçada no mais alto grau. É considerada Hotspot uma área com pelo menos 1.500 espécies endêmicas de plantas e que tenha perdido mais de 3/4 de sua vegetação original.” (CI, 2006).

Atualmente, somando a área de todos os *hotspots*, têm-se 2,3% da superfície terrestre, onde se encontram 50% das plantas e 42% dos vertebrados conhecidos (CI, 2006). Deste total, dois *hotspots* estão localizado no Brasil: a Mata Atlântica e o Cerrado. As Tabelas a seguir apresentam detalhes sobre estes *hotspots*.

Tabela 2.1: Sinais vitais do *Hotspot* Mata Atlântica (CI, 2006)

Extensão Original do <i>Hotspot</i> (km²)	1.233.875
Vegetação remanescente no <i>Hotspot</i> (km²)	99.944
Espécies endêmicas de plantas	8.000
Pássaros endêmicos ameaçados	55
Mamíferos endêmicos ameaçados	21
Anfíbios endêmicos ameaçados	14
Espécies extintas†	1
Densidade de população humana (pessoas/km²)	87
Área protegida (km²)	50.370
Área protegida (km²) nas categorias I-IV*	22.782

†Extinções documentadas desde 1500. *Categorias I-IV garantem um maior nível de proteção.

Tabela 2.2: Diversidade e endemismo do *Hotspot* Mata Atlântica (CI, 2006)

Grupo taxonômico	Espécies	Espécies endêmicas	Percentual de endemismo
Plantas	20,000	8,000	40.0
Mamíferos	264	72	27.3
Pássaros	934	144	15.4
Répteis	311	94	30.2
Anfíbios	456	282	61.8
Peixes de água doce	350	133	38.0

Tabela 2.3: Sinais vitais do *Hotspot* Cerrado (CI, 2006)

Extensão Original do <i>Hotspot</i> (km²)	2.031.990
Vegetação remanescente no <i>Hotspot</i> (km²)	438.910
Espécies endêmicas de plantas	4.400
Pássaros endêmicos ameaçados	10
Mamíferos endêmicos ameaçados	4
Anfíbios endêmicos ameaçados	2
Espécies extintas†	0
Densidade de população humana (pessoas/km²)	13
Área protegida (km²)	111.051
Área protegida (km²) nas categorias I-IV*	28.736

†Extinções documentadas desde 1500. *Categorias I-IV garantem um maior nível de proteção.

Tabela 2.4: Diversidade e endemismo do *Hotspot* Cerrado (CI, 2006)

Grupo taxonômico	Espécies	Espécies endêmicas	Percentual de endemismo
Plantas	10.000	4.400	44,0
Mamíferos	195	14	7,2
Pássaros	607	17	2,8
Répteis	225	33	14,7
Anfíbios	186	28	15,1
Peixes de água doce	800	200	25,0

A implantação de corredores de biodiversidade é atualmente a principal estratégia empregada pela CI para direcionar as ações de conservação nos *Hotspots* no Brasil (CI, 2006). Corredores de biodiversidade são formados por uma rede de parques, reservas e áreas privadas de uso menos intensivo, na qual um planejamento integrado das ações de conservação pode garantir a sobrevivência do maior número de espécies e o equilíbrio dos ecossistemas (CI, 2006).

O primeiro passo para implementar um corredor é identificar as áreas prioritárias para conservação. Com as áreas identificadas e iniciados os projetos de conservação, observa-se que a implementação de corredores nos *hotspots* contribui para que as áreas fragmentadas pelo desmatamento, expansão agrícola ou crescimento das cidades, sejam novamente conectadas, protegendo a vegetação remanescente e auxiliando na recuperação de áreas degradadas.

Além dos já citados, tem-se como grande marco da década de 80 no Brasil a publicação da **Política Nacional de Meio Ambiental** (Lei 6938 de 1981), que além de definir diversas diretrizes e instrumentos, estabeleceu o Sistema Nacional de Meio

Ambiente (SISNAMA) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A Lei também legitima as ações de responsabilidade civil e criminal por danos causados ao meio ambiente propostas pelo Ministério Público da União. De uma forma geral, pode-se dizer que a Política Nacional de Meio Ambiente impôs um novo viés à ação ambiental, que passou de uma ótica estritamente corretiva para uma mais preventiva, com o estabelecimento de diversos instrumentos para auxiliar sua implementação, como, por exemplo, o zoneamento ambiental, a avaliação de impactos ambientais, o licenciamento ambiental e revisão de atividades efetiva e potencialmente poluidoras, os padrões de qualidade ambiental, o sistema nacional de unidades de conservação, dentre outros.

Em 1982 também foi revisado o **Plano do Sistema de Unidades de Conservação do Brasil**, elaborado pelo IBDF, que funcionou como base para a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, instituído em 2000.

Em 1986 foi publicada a **Resolução CONAMA 001**, que trata da avaliação de impactos ambientais nos estudos de impactos ambientais exigidos no processo de licenciamento ambiental das atividades potencialmente poluidoras. A Resolução mostra a atualidade brasileira neste tipo de ação, em linha com os acontecimentos internacionais da época. Este movimento continua dois anos depois, em 1988, com a nova **Constituição Federal**. Esta destaca a importância do meio ambiente no Título VIII, denominado ‘Da Ordem Social’, Capítulo VI, Artigo 255, específico sobre o tema. Este artigo, que refere-se especificamente ao meio ambiente ecologicamente equilibrado como um direito de todos, atribui ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações, remetendo ao conceito de desenvolvimento sustentável apresentado no Relatório de Brundtland, em 1987.

Neste mesmo ano é estabelecido o **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro** (PNGC - Lei 7861 de 1988), visando orientar a utilização racional dos recursos da zona costeira, incluindo as águas costeiras, fluviais e estuárias. Um ponto importante destacado no PNGC é a relação entre os planos de proteção do meio ambiente costeiro e marinho e as PPP de setores econômicos estratégicos, como o de transportes, pesca, turismo e o setor de petróleo.

No final da década, é ainda alterado o texto da Lei de Proteção à Fauna, instituída em 1967 (Lei 7653 de 1988) e o Código Florestal (Lei 7803 de 1989).

2.1.5 Destaques na década de 1990

Apesar de todos os mecanismos e tratados já descritos anteriormente, considera-se internacionalmente que o grande marco para a proteção e conservação da biodiversidade ocorreu em 1992, na **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento**, também conhecida como Rio-92. Nesta Conferência uma série de instrumentos de conservação e proteção ambiental foi oficializada, como a **Convenção do Clima**, a **Agenda 21**, a criação da Comissão de Desenvolvimento Sustentável, e, com destaque, a **Convenção da Diversidade Biológica** (CDB) ou Convenção da Biodiversidade (*Convention on Biological Diversity*), considerada como o mais importante acordo internacional sobre diversidade biológica.

A Convenção da Biodiversidade é o primeiro acordo mundial de conservação e uso sustentável de todos os componentes da biodiversidade, isto é, espécies, *habitats* e ecossistemas. Em vigor desde 1993, a CDB conta hoje com 188 assinaturas (CBD, 2007). O texto da CDB é composto de 42 artigos e dois Anexos, o primeiro trata da identificação e monitoramento e o segundo – dividido em duas partes – trata da Arbitragem e Conciliação.

O princípio que rege a CDB está descrito em seu Artigo 3.º:

“ (...) de acordo com a Carta das Nações Unidas e com os princípios do direito internacional, os Estados têm o direito soberano de explorar os seus próprios recursos na aplicação da sua própria política ambiental e a responsabilidade de assegurar que as atividades sob a sua jurisdição ou controlo não prejudiquem o ambiente de outros Estados ou de áreas situadas fora dos limites da sua jurisdição”. (Brasil, 1994^a)

Ao ratificarem a CDB e tornarem-se Parte da Convenção, os países comprometem-se a definir estratégias e metas nacionais correspondentes às metas descritas na CDB, e implementar medidas nacionais e internacionais com o propósito de conservação da

biodiversidade, uso sustentável de seus componentes, e repartição dos benefícios advindos da utilização dos recursos genéticos.

O progresso da implementação da Convenção ocorre por meio de reuniões e pela divulgação de relatórios periódicos, conforme estabelecido pelo Artigo 26º da CDB.

O Decreto Legislativo nº 2, de 03 de fevereiro de 1994, publicado em 08 de fevereiro do mesmo ano, aprovou no Brasil o texto da CDB. O instrumento de ratificação da CDB foi depositado nas Nações Unidas em 28 de fevereiro também do mesmo ano, entrando em vigor para o Brasil após 90 dias. Já o Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998, promulga a CDB. Também é no ano de 1994 que entra em vigor no Brasil a CNUDM, e mais tarde, em 1996, é promulgada a Convenção RAMSAR.

Internacionalmente destaca-se o estabelecimento da *Habitat Directive* ou *Directive on the Conservation of Natural Habitats and or Wild Fauna and Flora*, pela Comunidade Européia, em 1992.

Um outro importante instrumento internacional criado na década de 1990 foi a **Lista Vermelha da Flora e Fauna Ameaçada de Extinção** (*Red List*). A partir de critérios e categorias de classificação do estado de conservação das espécies desenvolvidos pela União Mundial para a Natureza (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* - IUCN), atualiza-se a chamada *Red List*.

Listas como esta são consideradas importantes insumos para a política ambiental, uma vez que auxiliam no estabelecimento de diretrizes, programas e ações para a proteção, conservação e recuperação da biodiversidade, auxiliando também na definição de políticas de fiscalização para combate ao tráfico e ao comércio ilícitos das espécies.

A Lista é publicada com o objetivo de desenvolver e melhorar a transparência e objetividade da avaliação do estado de conservação das espécies no mundo, em um contexto global, o que não exclui a necessidade de avaliações locais/regionais (IUCN, 2000). Isto porque uma espécie pode não estar classificada como vulnerável na Lista, por exemplo, pois se considera o contexto global, porém, esta espécie pode apresentar um declínio em uma área específica, caracterizando sua vulnerabilidade local/regional.

Para classificar as espécies foram propostas categorias de ameaças baseadas em critérios que buscam evidências relacionadas ao tamanho, isolamento ou declínio populacional e extensão de suas áreas de distribuição (IUCN, 2001).

A Lista apresenta dez categorias de classificação¹¹ (Figura 2.3):

- a. Extinta - Um táxon será considerado extinto quando não há dúvidas de que o último indivíduo morreu.
- b. Extinta regionalmente - Um táxon será considerado extinto regionalmente quando o mesmo estiver extinto no país (Brasil) mas existente em outras partes do mundo.
- c. Extinta na natureza - Um táxon será considerado extinto na natureza quando é conhecido por sobreviver apenas em cativeiro, criação ou como uma população naturalizada fora de sua área original de ocorrência.
- d. Ameaçada - enquadrada em três possíveis níveis de ameaça:
 - Criticamente em perigo - Táxon que corre um risco extremamente alto de extinção na natureza como definido pelos critérios de a a e.
 - Em perigo - Táxon que corre um risco muito alto de extinção na natureza como definido por qualquer dos critérios a a e.
 - Vulnerável - Táxon que corre um risco alto de extinção na natureza como definido por um dos critérios de a a e.
- e. Quase ameaçada - Táxon que não atinge mas está próximo de atingir os critérios de ameaça, ou provavelmente estará ameaçado em um futuro próximo.
- f. Não ameaçada - Táxon que foi avaliado quanto ao seu risco de extinção mas não se enquadrrou em nenhuma das categorias de ameaça da IUCN (2001)
- g. Dados insuficientes - Sem dados suficientes para enquadramento em alguma das categorias acima

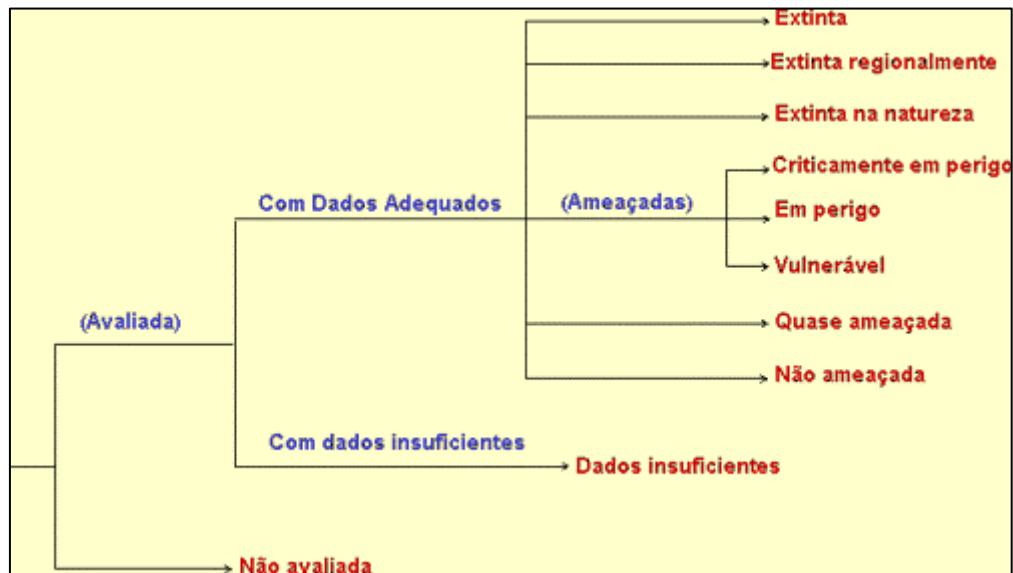


Figura 2.3: Categorias de classificação da Lista Vermelha (Biodiversitas, 2007).

Todas as espécies, exceto aquelas classificadas como descrito na letra g, são apresentadas na Lista. A classificação de espécies nos níveis de ameaça apresentados anteriormente é realizada a partir de critérios quantitativos, compostos por uma série de variáveis que permitem a categorização (IUCN, 2001). Estes critérios são baseados em indicadores biológicos sobre as populações, como: redução do tamanho da população; variação na extensão da área de ocorrência ou da área de ocupação; número de indivíduos maduros; e análise quantitativa mostrando a probabilidade de extinção na natureza em relação ao tempo ou ao número de gerações. Para cada um desses critérios existe uma série de variáveis que permitem a categorização da espécie em um dos níveis de ameaça considerados.

De acordo com a IUCN (2000), as causas das ameaças à flora e fauna são a introdução de espécies invasoras, exploração excessiva dos recursos naturais, perda de *habitat*, poluição, doenças, desastres naturais, morte acidental, distúrbios antrópicos e *persecution*, sendo a perda de *habitat* a principal causa para todos os táxons.

¹¹ A Lista Vermelha classifica a unidade taxonômica correspondente ao nível de espécies ou abaixo, não sendo menor do que a variedade (espécie, subespécie, variedade ou subpopulação).

Conforme já mencionado, esta Lista deve também ser realizada em uma escala regional, isto é, área geográfica subglobal tal como um continente, país, estado ou província, de acordo com as recomendações da IUCN.

No Brasil, este trabalho vem sendo realizado pelo MMA e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), em parceria com a Fundação Biodiversitas para a Conservação da Diversidade Biológica, Sociedade Brasileira de Zoologia e Conservação Internacional do Brasil. A última Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção foi publicada em 2004 (Instrução Normativa MMA nº 5) e a Lista das Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção, em 1992 (Portaria Nº 37-N, de 3 de abril de 1992).

A Figura 2.4 apresenta o total de espécies ameaçadas na categoria “criticamente em perigo”, ainda com os levantamentos referentes a lista de 2003. E a Tabela 2.5 as espécies terrestres ameaçadas, de acordo com a Lista de 2004.

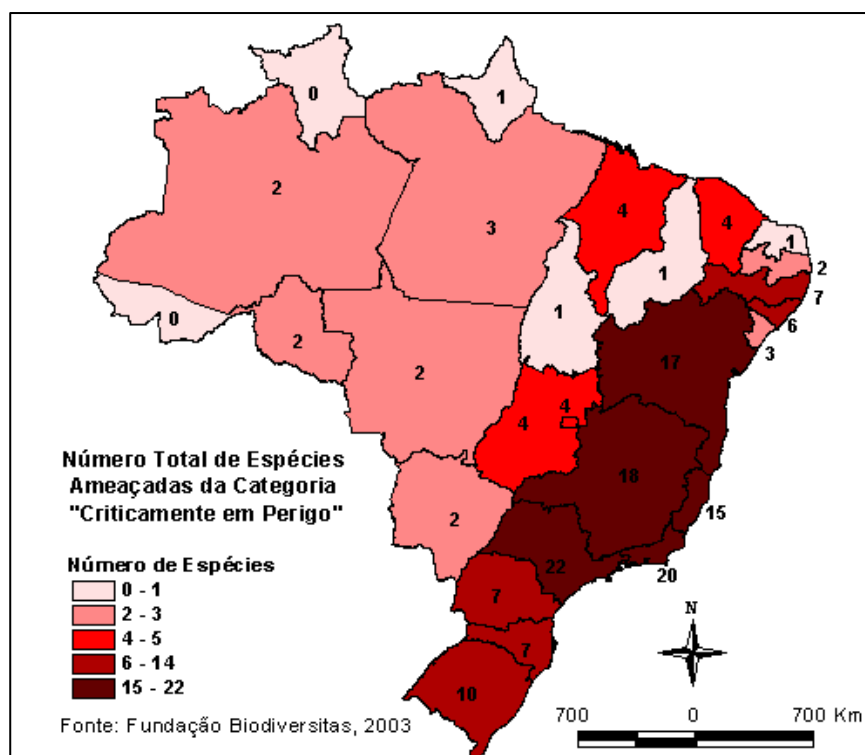


Tabela 2.5: Espécies terrestres ameaçadas (Biodiversitas, 2007)

Táxon	Categoria de Espécies Terrestres Ameaçadas					
	EX	EW	CP	EP	VU	Total
Mamíferos	0	0	18	11	40	69
Aves	2	2	24	47	85	160
Répteis	0	0	6	5	9	20
Anfíbios	1	0	9	3	3	16
Invertebrados terrestres	4	0	27	33	66	130
Total	7	2	84	99	203	395

EX: Extinta; EW: Extinta na Natureza - CP: Criticamente em Perigo; EP: Em Perigo; VU: Vulnerável

Ainda na década de 1990 o Brasil ampliou o trabalho de cumprimento e implementação dos compromissos de proteção e conservação da biodiversidade firmados internacionalmente, principalmente na CDB. A definição de estratégias, planos e programas passou a se dar pela **Estratégia Nacional da Diversidade Biológica**, criado pelo MMA em 1998, e financiado pelo Fundo Mundial para o Meio Ambiente (*Global Environmental Facility* – GEF). A Estratégia tem como objetivo realizar e publicar estudos, relatórios nacionais para a Convenção, criar e implementar a Rede de Informações em Biodiversidade e fortalecer a cooperação regional, além de apoiar a elaboração da Política Nacional da Biodiversidade (MMA, 2006d).

Já para direcionar a implementação das medidas nacionais de conservação e usos sustentável da biodiversidade, foi instituído, em 1994, por meio do Decreto 1.354, no âmbito do MMA, o **Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO)**, que tem como objetivo hierarquizar as prioridades nacionais de conservação, uso sustentável dos recursos naturais e a repartição justa e equitativa dos benefícios decorrentes deste uso (Brasil, 1994b). O PRONABIO deve ser implementado por meio de ações de âmbito nacional ou direcionadas aos conjuntos de biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal, Caatinga, Mata Atlântica e Campos Sulinos e Zona Costeira e Marinha. A supervisão e implementação do PRONABIO compete ao MMA.

As duas grandes iniciativas do PRONABIO foram mecanismos de financiamento: um projeto de financiamento governamental, o **Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO)** e um fundo privado, o

Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO), o maior fundo de biodiversidade do mundo.

Além dos programas genéricos, estabeleceram-se também nesta década alguns mecanismos específicos de proteção e conservação da biodiversidade. Especificamente em relação à organização, conservação, preservação e uso sustentável dos recursos naturais na Zona Costeira e Marinha, por exemplo, destaca-se, além do já mencionado PNGC (1988), o **Programa REVISEE**. O Programa REVISEE, finalizado depois de dez anos de pesquisas na faixa oceânica de 350 km a partir do litoral (norte a sul), visou atender os compromissos estabelecidos pelo país na CNUDM, e teve como objetivo avaliar o potencial sustentável de recursos vivos na ZEE brasileira.

O Programa foi estabelecido no Brasil a partir de 1994, no contexto do Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva, cujo objetivo era coletar e identificar organismos marinhos ao longo de toda a costa mundial. No Brasil, o Programa sob coordenação geral do IBAMA, teve como meta principal a realização de um inventário detalhado dos recursos vivos, incluindo a identificação de suas características ambientais e ocorrência, e a determinação de suas biomassas, bem como os potenciais de captura sustentável, visando também um re-ordenamento da pesca marinha (IBAMA, 2007).

O principal resultado do Programa foi a descoberta de novas espécies e de populações de peixes maiores do que as esperadas, além da constatação de que, apesar da diversidade da fauna marinha, o estoque pesqueiro do país é baixo e deve ser manejado de forma sustentável para evitar o desequilíbrio ecológico.

Além dos fatos já mencionados, merece citação a Lei de Biosegurança (Lei Nº 11.105, de 24 de março de 2005), que regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados (OGM) e seus derivados, além de criar Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS), reestruturar a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio), e dispor sobre a Política Nacional de Biossegurança (PNB). O mesmo pode-se dizer da Lei de Crimes Ambientais (Lei Nº

9.605, de 12 de fevereiro de 1998), que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

2.1.6 Destaques a partir do ano 2000, rumo ao século XXI

Um marco importante para a proteção e conservação da biodiversidade ocorrido em 2000 foi a aprovação da Declaração do Milênio das Nações Unidas, na Cúpula do Milênio, realizada em Nova York. O documento reflete as preocupações de 147 Chefes de Estado e de 191 países que participaram da reunião, para melhorar a vida do planeta no século XXI.

De acordo com o PNUD (2006):

“A Declaração estabelece, no âmbito de uma única estrutura, os desafios centrais enfrentados pela humanidade no limiar do novo milênio, esboça a resposta a esses desafios e estabelece medidas concretas para medir o desempenho mediante uma série de compromissos, objetivos e metas interrelacionados sobre desenvolvimento, governabilidade, paz, segurança e direitos humanos.”

Para tal, a declaração define valores e princípios a serem seguidos e determina oito objetivos de desenvolvimento do milênio e metas a serem atingidas. Os oito objetivos são: erradicar a extrema pobreza e a fome; atingir o ensino básico universal; promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres; reduzir a mortalidade infantil; melhorar a saúde materna; combater o HIV/AIDS, a malária e outras doenças; garantir a sustentabilidade ambiental; e estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento.

O objetivo de garantir a sustentabilidade ambiental tem como uma de suas metas a integração dos princípios do desenvolvimento sustentável nas políticas e programas nacionais e a reversão da perda de recursos ambientais. Esta meta está diretamente ligada à conservação da biodiversidade, mas outras metas, como a da erradicação a pobreza e da fome, por exemplo, também estão relacionadas, ainda que indiretamente, à necessidade de conservação da biodiversidade e ao impacto de suas alterações para as comunidades que dependem de seus recursos para sobreviver.

A Avaliação Ecosistêmica do Milênio, publicada em 2005, afirma que a perda dos serviços providos pelos ecossistemas constitui uma grande barreira às metas do milênio de reduzir a pobreza, a fome e as doenças. A Avaliação foi elaborada com o objetivo de avaliar as conseqüências das mudanças nos ecossistemas para o bem-estar humano e as ações necessárias para melhorar a preservação e uso sustentável desses ecossistemas.

De acordo com o documento, as pessoas que não possuem padrões mínimos de bem-estar, como alimentação adequada, água limpa e a não contaminação por doenças evitáveis, são geralmente aquelas mais vulneráveis à deterioração dos sistemas naturais. A Avaliação dos Ecossistemas do Milênio (2005) confirma que a perda de biodiversidade coloca um obstáculo significativo para o atendimento das necessidades das populações mais pobres do mundo. Por isso, acredita-se que os mecanismos de proteção ao capital natural devem ser encarados, também, como uma parte da luta contra a pobreza. A avaliação ainda afirma que as políticas de desenvolvimento para a redução da pobreza que ignoram os impactos de nosso comportamento atual sobre o meio ambiente estão fadadas ao fracasso.

No Brasil, um outro momento importante foi a criação da **Comissão Nacional de Biodiversidade (CONABIO)**, Decreto nº 4.703, de 21 de maio de 2003 e alterações) com o objetivo de coordenar, acompanhar e avaliar as ações do PRONABIO. Dentre suas competências destaca-se a coordenação da elaboração da Política Nacional da Biodiversidade, e promoção da implementação dos compromissos assumidos pelo Brasil junto a CDB (CDB, 2006; MMA, 2006a).

É interessante mencionar que a Resolução CONABIO 01, de 2005, considera os compromissos assumidos pelo Brasil na CDB (Decisão VI/7) e dispõe sobre a utilização de diretrizes para incorporar os aspectos da diversidade biológica na legislação e ou nos processos de Avaliação de Impacto Ambiental e Avaliação Ambiental Estratégica nos biomas Cerrado e Pantanal. De acordo com a Resolução, a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) pode contribuir para acelerar a incorporação de conceitos ambientais (inclusive da biodiversidade) no processo decisório, fazendo com que a avaliação ambiental no nível de projeto seja um processo mais eficaz. O Capítulo III discute de forma mais detalhada as interfaces da AAE com os mecanismos de proteção e conservação da biodiversidade.

A **Política Nacional da Biodiversidade** é também uma das direções buscadas pelo Brasil para atender o Artigo 6º da CDB, que trata das medidas gerais para a conservação e a utilização sustentável dos recursos naturais. A PNB foi publicada no Decreto 4.339 de 2002 (Brasil, 2002; MMA, 2006a), e resgata os compromissos assumidos pelo país internacionalmente, instituindo princípios e diretrizes para sua implementação, seguindo os objetivos da CDB.

Já em relação à integração destas medidas nas PPP setoriais ou inter-setoriais, apenas algumas iniciativas relacionadas ao setor de petróleo e gás natural e sua influência na Zona Costeira e Marinha são observadas. Neste sentido, destacam-se no Terceiro Relatório Nacional para a CDB (MMA, 2006f) o Programa Ciência, Natureza e Sociedade, o Programa de Pesquisa em Biodiversidade, o Documento Básico para uma Política Nacional de Ciência e Tecnologia do Mar, as ações da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e as Diretrizes Ambientais do Ministério dos Transportes.

O Programa Ciência, Natureza e Sociedade é importante para a conservação da Zona Costeira e Marinha por ampliar o conhecimento técnico-científico e promover a gestão dos ecossistemas brasileiros e sua biodiversidade. Já o Documento Básico para uma Política Nacional de Ciência e Tecnologia do Mar é visto como base para a formulação da política de ciência e tecnologia do mar, destacando a ameaça à biodiversidade da costa brasileira, degradação do potencial de produção pesqueira, aproveitamento dos recursos minerais, e impactos naturais e antrópicos. As ações da ANP e as Diretrizes Ambientais do Ministério dos Transportes apresentam, por sua vez, importância para o setor de petróleo e sua interação com o meio ambiente. A ANP promove a regulação do setor de petróleo, bem como as rodadas de concessão de blocos para E&P, que devem incorporar, ainda na fase de preparação para licitação, os aspectos de conservação e uso sustentável da biodiversidade. Já as Diretrizes visam a compatibilização do transporte com o processo de gerenciamento costeiro, principalmente na expansão de atividades portuárias.

Um outro ponto importante referente aos compromissos assumidos pelos países signatários da CDB é o estabelecimento de programas nacionais que contribuam para redução da taxa de perda de biodiversidade por meio do estabelecimento e manutenção de sistemas nacionais e regionais de áreas protegidas (até 2015).

Para cumprir com este compromisso que o Brasil estabeleceu um Programa de Trabalho sobre Áreas Protegidas. O ponto central deste Programa é a formulação de um **Plano Nacional de Áreas Protegidas** (PNAP), coordenado pela Diretoria de Áreas Protegidas da Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente. Apesar do Fórum de Áreas Protegidas ter sido instituído em 2004 pela Portaria MMA nº 134, o PNAP só foi instituído recentemente, em 2006, pelo Decreto No. 5.758. Este Plano é o instrumento norteador do planejamento e gestão das áreas protegidas e foi estabelecido de forma a ser dinâmico e flexível, definindo princípios, diretrizes, objetivos e estratégias para o estabelecimento, até 2015, de um sistema abrangente de áreas protegidas, ecologicamente representativo e efetivamente manejado, bem como para promoção de acesso e repartição justa e equitativa dos custos e benefícios advindos da conservação da natureza (MMA, 2006a).

As áreas protegidas mencionadas no Plano englobam tanto Unidade de Conservação estabelecidas pelo **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC)** (Brasil, 2000b), as terras indígenas e as terras quilombolas, como as áreas de preservação permanente, reservas legais e as áreas brasileiras com reconhecimento internacional (ex: sítios RAMSAR, Reservas da Biosfera, sítios do Patrimônio Mundial Natural).

O SNUC, instituído em 2000 pela Lei 9985, foi idealizado no final da década de 70 no estudo intitulado “Plano do Sistema de Unidades de Conservação do Brasil”, posteriormente revisado em 1982, que tinha como objetivo identificar as áreas prioritárias para conservação da natureza e propor a criação de um conjunto de áreas protegidas (Medeiros, 2005). Após uma longa história de tramitação até a aprovação da Lei, o texto final definiu a criação de 12 categorias de Unidades de Conservação (UC), agrupadas em Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável. As UC de Uso Sustentável têm como objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais, mediante plano de manejo elaborado por uma equipe técnico-científica. Já nas UC de Proteção Integral existem regras de uso e apropriação do espaço que se dão através do uso indireto dos recursos naturais, se contrapondo às dinâmicas de uso e apropriação do espaço, enquanto espaço social imerso em um território. Representam a institucionalização do espaço e seus atributos ambientais adversos ao espaço

social. Apesar de não ter conseguido atingir sua pretensão inicial plenamente (Medeiros, 2005), o SNUC representa um marco e uma importante avanço o Brasil em direção à proteção e conservação da biodiversidade, e um passo para o planejamento de longo prazo para criação de áreas protegidas o país, estabelecido recentemente pelo PNAP (2006).

De acordo com o PNAP, define-se áreas protegidas como sendo áreas definidas geograficamente, cuja regulamentação e/ou administração promovam a proteção, conservação, recuperação e o uso sustentável da biodiversidade, bem como a repartição justa e eqüitativa dos benefícios.

O PNAP está organizado em quatro eixos temáticos - planejamento, fortalecimento e gestão; governança, participação, eqüidade e repartição de benefícios; capacidade institucional; avaliação e monitoramento - com objetivos gerais e específicos, que apontam estratégias de implementação para operacionalização do PNAP.

O objetivo geral do PNAP, de acordo com o Decreto no. 5.758, é estabelecer e fortalecer os componentes federal, distrital, estaduais e municipais do Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

Além disso, o PNAP também indica que os remanescentes dos biomas brasileiros e as áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira (Áreas Prioritárias para a Biodiversidade) devem ser referência para a criação de unidades de conservação. De acordo com o Decreto nº 5.092, de 21 de maio de 2004 e a Portaria interministerial nº 126 de 27 de maio de 2004, as áreas para conservação devem ser priorizadas segundo uma classificação, podendo ter uma importância extremamente alta, muito alta, alta e insuficientemente conhecidas. A Portaria ainda destaca que a não inclusão de espaços territoriais na lista de Áreas Prioritárias para a Biodiversidade não significa ausência ou falta de importância da biodiversidade (MMA, 2006a).

O mapa "Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira", publicado pelo Ministério do Meio Ambiente em novembro de 2003, republicado em 2004, e revisto em 2007, auxilia na identificação de

áreas que devem priorizar a utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade no Brasil.

A partir da última revisão as áreas prioritárias passaram a ser classificadas como de importância extremamente alta, muito alta, alta ou relevante. A metodologia proposta para revisão das Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira, aprovada pela CONABIO (Deliberação CONABIO nº 39 de 14/12/2005), adota como base o Mapa de Biomas do IBGE e incorpora os princípios de planejamento sistemático para conservação, além de priorizar o processo participativo de negociação e formação de consenso (MMA, 2007b). A metodologia usa uma grade com tamanho padronizado para permitir ao sistema comparação da importância entre as áreas geográficas, e utiliza os seguintes conceitos para determinação do grau de importância biológica que cada uma das áreas incluídas tem para atingir as metas definidas para os objetos de conservação selecionados (MMA, 2007b):

a) Representatividade: o conjunto de áreas selecionadas deve ser uma amostra representativa da biodiversidade da região. Além disso, todos objetos de conservação considerados relevantes devem estar presentes (definição de alvos – o que conservar), e cada alvo deve ter um mínimo de ocorrências que garanta sua conservação e persistência (definição de metas - quanto conservar). São considerados três tipos de alvos:

- Alvos de biodiversidade - espécies endêmicas, de distribuição restrita ou ameaçadas, *habitats*; fitofisionomias; fenômenos biológicos excepcionais ou raros; e substitutos de biodiversidade (unidades ambientais que indicam diversidade biológica, por exemplo: fenômenos geomorfológicos e oceanográficos, bacias hidrográficas ou interflúvios e outros);
- Alvos de uso sustentável - espécies de importância econômica, medicinal ou fitoterápica; áreas de beleza cênica; áreas/especies importantes para populações tradicionais e para a manutenção do seu conhecimento; espécies-bandeira que motivem ações de conservação e uso sustentável; espécies-chave da qual depende o uso sustentado de componentes da biodiversidade; áreas importantes para o desenvolvimento com base na conservação; áreas que fornecem serviços

ambientais a áreas agrícolas (como plantios dependentes de polinização e de controle biológico); áreas importantes para a diversidade cultural e social associada à biodiversidade;

- Alvos de persistência e processos: Áreas importantes para a manutenção de serviços ambientais (manutenção climática, ciclos biogeoquímicos, processos hidrológicos, áreas de recarga de aquíferos); centros de endemismo, processos evolutivos; áreas importantes para espécies congregatórias e migratórias; espécies polinizadoras; refúgios climáticos; conectividade e fluxo gênico; áreas protetoras de mananciais hídricos; áreas importantes para manutenção do pulso de inundação de áreas alagadas; áreas extensas para espécies de amplo requerimento de *habitat*.

b) Complementariedade: incorporação de novas áreas de acordo com o princípio de maximizar o número de alvos/metasp de conservação atingidas.

c) Eficiência: relação custo/benefício, máxima proteção da biodiversidade com o menor número de unidades e com a melhor relação área/proteção.

d) Flexibilidade: Metasp de conservação podem ser atingidas por diversas combinações de áreas prioritárias.

e) Vulnerabilidade: Probabilidade ou iminência da destruição ou alteração dos objetos de conservação. Para o processo atual, a vulnerabilidade foi representadas no valor da meta de conservação de cada espécie.

f) Insubstituibilidade: probabilidade que uma determinada área tem de ser protegida para atingir um determinado conjunto de metasp.

Para a zona costeira e marinha foram definidas quatro áreas para seleção dos alvos: área sul (alvos: 27 ecossistemas e 22 espécies); área norte (alvos: 34 alvos de ecossistemas e 47 de espécies); área nordeste (alvos: 42 alvos de ecossistemas e 39 de espécies); área sudeste/sul (alvos: 42 alvos de ecossistemas e 39 de espécies). A Tabela 2.6 lista os alvos costeiros e marinhos selecionados, e a Figura 2.5 as áreas prioritárias definidas para a zona costeira e marinha.

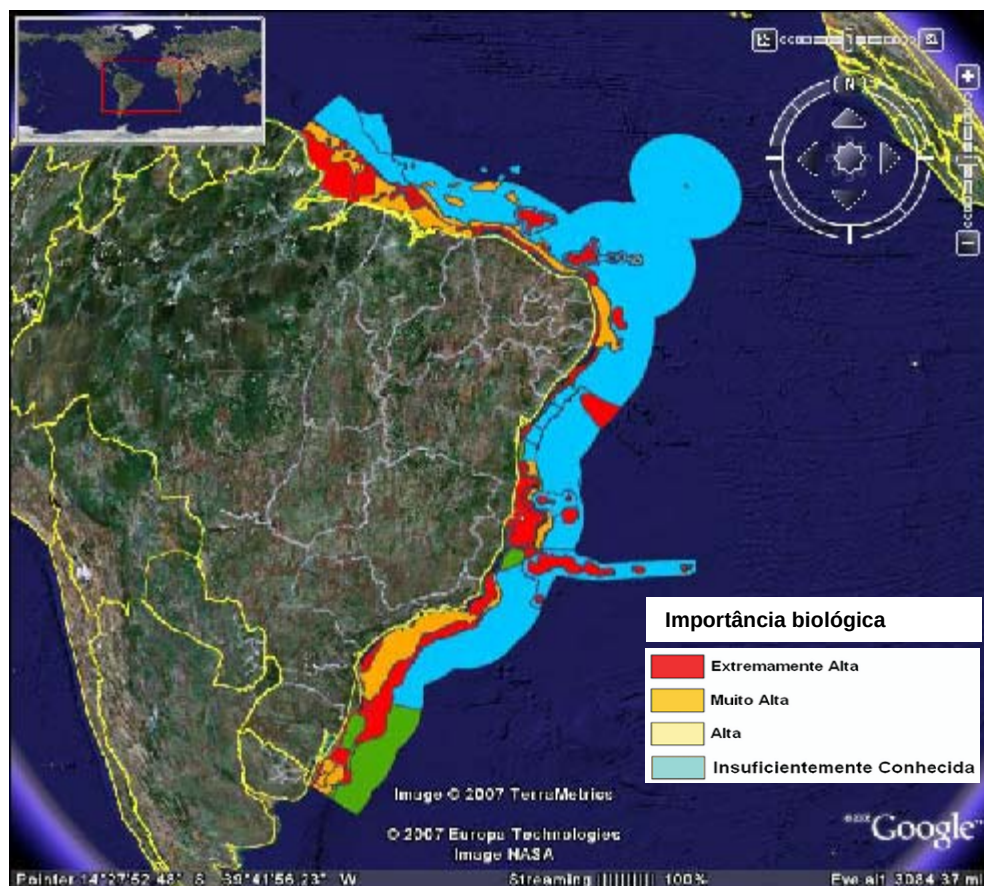


Figura 2.5: Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade na zona costeira e marinha de acordo com a importância biológica (MMA, 2007b).

A crítica que se faz, apesar da metodologia ser bem fundamentada, considerando os chamados alvos como referência para a definição das áreas prioritárias para conservação, está relacionada a própria classificação que delimita toda a extensão do território nacional como área de conservação. Mesmo as áreas menos prioritárias são consideradas relevantes, o que dificulta a conciliação do planejamento para a conservação com as políticas e planos de desenvolvimento, inviabilizando uma visão de desenvolvimento sustentável, que busca aliar o crescimento econômico à preservação do meio ambiente.

Destaca-se ainda em 2006, como mecanismo de conservação, a adesão brasileira à **Iniciativa Global sobre Recifes de Coral (Icri)**, parceria formada por governos,

organizações internacionais e ONGs com o intuito de desenvolver ações comuns dentro do mesmo objetivo de preservar os corais e recifes. Em águas brasileiras existem cerca de 19 espécies em situação preocupante, oito das quais só existem aqui. Com a adesão, a área a ser preservada no Brasil abrangerá, em princípio, 3.000 km de costa, compreendendo toda a extensão do litoral que vai do Maranhão até a Bahia.

Pela evolução histórica apresentada neste capítulo observa-se que as preocupações com a proteção e conservação da biodiversidade vêm ganhando cada vez mais espaço nas discussões políticas internacionais. Como forma de incorporar estas preocupações nas tomadas de decisão e ações dos diversos setores da economia mundial, diversos mecanismos vêm sendo estabelecidos. O Brasil tem se mostrado engajado no contexto internacional, e vêm desenvolvendo nos últimos anos estratégias, planos e programas adaptados às suas necessidades e realidade. A Tabela 2.7 resume as principais convenções internacionais relacionadas à biodiversidade ratificadas pelo Brasil, sua área focal e o marco legal no país.

De uma forma mais focada, o Capítulo III a seguir apresenta a evolução da consideração da variável ambiental e da biodiversidade na avaliação ambiental no contexto da E&P *offshore* de petróleo e gás natural no Brasil. Destaca-se, por meio da apresentação de exemplos internacionais, como a AAE pode auxiliar nesta consideração nas instâncias mais estratégicas do processo de tomada de decisão do setor de petróleo e gás natural.

Tabela 2.6 Alvos costeiros e marinhos selecionados para definição das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade na zona costeira e marinha (MMA, 2007b)

Alvos Costeiros	Alvos Marinhos
Tabuleiros litorâneos	Talude
Praias Arenosas	Recifes de quebra de plataforma
Planície entre Mares	Recifes areníticos costeiros
Lagunas (alagamar)	Recifes profundos além do talude
Lagoas Costeiras	Recifes de plataforma
Ilhas Rochosas	Recife de Coral/algas calcárias costeiras
Ilhas Arenosas	Paleocanais de plataforma
Foz do Rio São Francisco	Montes Submarinos
Falésias	Manguezal de ilha oceânica
Manguezais - PB e Sul a Bahia	Ilha Oceânica incluindo Abrolhos
Manguezais - RN e CE	Fundos Lamosos
Estuários	Fundo de Algas Calcárias
Dunas	Fundos Arenosos
Delta de Maré	Dunas Submersas
Costões rochosos	Canions e leques aluvionais
Complexo de restinga	Banco de esponjas
Banco de Macroalgas	Atol das Rocas
Banco de Fanerógamas	

Tabela 2.7: Principais convenções internacionais relacionadas à biodiversidade ratificadas pelo Brasil

Convenção	Data	Área focal	Marco legal
Convenção RAMSAR: Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional	1971	Manutenção da integridade de ecossistemas, e do fornecimento de bens e serviços fornecidos pela biodiversidade em ecossistemas	Decreto Legislativo nº 33 de 16 de junho de 1992, e promulgada pelo Presidente da República pelo Decreto nº 1.905, de 16 de maio de 1996.
Convenção relativa à Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural (CPPMCN)	1972	Manutenção da integridade de ecossistemas, e do fornecimento de bens e serviços fornecidos pela biodiversidade em ecossistemas	Decreto Legislativo nº 74, de 30 de junho de 1977, ratificada em 2 de dezembro de 1977 e promulgada por meio do Decreto nº 80.978, de 12 de dezembro de 1977.
Convenção CITES: Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção	1973	Redução de perdas de componentes da biodiversidade (biomas, <i>habitats</i> e ecossistemas; espécies e populações; diversidade genética)	Decreto Legislativo nº 54, de 24 de junho de 1975, e promulgada pelo Decreto nº 92.446, de 7 de março de 1986. A disposição sobre a implementação da CITES no país está estabelecida no Decreto 3.607 de 21 de setembro de 2000
Convenção das Nações Unidas sobre Direito do Mar (CNUDM)	1982	Manutenção da integridade de ecossistemas, e do fornecimento de bens e serviços fornecidos pela biodiversidade em ecossistemas	Decreto Legislativo nº 05, de 09 de novembro de 1987. Decreto 1.530, de 22 de junho de 1995 declara a entrada em vigor da convenção em 16 de novembro de 1994.
Convenção da Diversidade Biológica (CDB)	1992	Redução de perdas de componentes da biodiversidade (biomas, <i>habitats</i> e ecossistemas; espécies e populações; diversidade genética) Promoção do uso sustentável da biodiversidade	Decreto Legislativo nº 2 de 8 de fevereiro de 1994, e promulgada por meio do Decreto nº 2.519, em 17 de março de 1998.

CAPÍTULO III – RISCO À BIODIVERSIDADE E OS ESTUDOS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA DA E&P OFFSHORE DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

A demanda mundial de energia vem crescendo a cada década e as projeções indicam que o carvão, petróleo e o gás natural irão continuar sendo os principais recursos utilizados para atender esta demanda (Figura 3.1), representando 83% do aumento da demanda total de energia no período entre 2004 e 2030 (OCDE/IEA, 2006). Os campos de petróleo irão corresponder a quase um terço do crescimento da produção de energia dos dias atuais até 2030 (OECD/IEA, 2006). Atualmente, a produção *offshore* representa em torno de 30% do suprimento mundial de petróleo, e as principais áreas produtivas são o Golfo do México, Brasil, África e o Mar do Norte. Há um significativo potencial para o crescimento da produção *offshore* na China, Golfo de Oman, Mar Cáspio e Sudeste da Ásia, e também para o desenvolvimento de áreas *offshore*, uma vez que estas serão as principais novas áreas de produção nos países fora da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo¹). Para estes países a produção *offshore* representará mais de 50% do *output* total em 2030 (OECD/IEA, 2006).

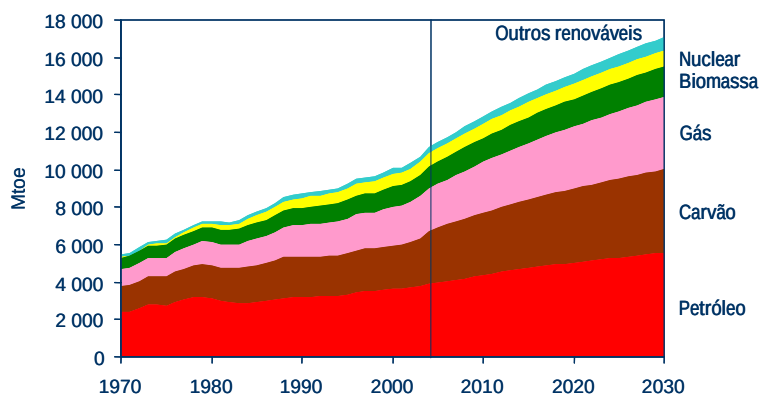


Figura 3.1: Demanda mundial de energia primária por tipo de combustível (OCDE/IEA, 2006)

¹ Criada em Setembro de 1960 com o objetivo de fortalecer os países produtores de petróleo frente às empresas compradoras do produto, em sua grande maioria pertencentes aos Estados Unidos, Inglaterra e Países Baixos, estabelecendo patamares de produção e preço. Atualmente compõe a OPEP a Arábia Saudita, Argélia, Angola, Emirados Árabes Unidos, Indonésia, Irã, Iraque, Kuwait, Líbia, Nigéria, Qatar e Venezuela.

Em termos de investimentos, é estimado que mais de US\$ 103 bilhões por ano serão necessários no setor de petróleo até 2030, com a exploração e desenvolvimento representando mais de 70% do total no período de 2001-2030 (EIA, 2005).

Mundialmente o setor de transportes e o industrial demandarão a maior quantidade de petróleo, o primeiro representando quase 60% do total do crescimento projetado até 2025 (EIA, 2005). Com este crescimento na demanda mundial de energia, bem como a pressão nas fontes não renováveis, principalmente o petróleo e o gás natural, estima-se que o risco à biodiversidade associado à liberações acidentais de hidrocarbonetos também aumente (EBI, 2003a).

Em cada ano, a expansão para novas áreas de E&P também significa uma expansão para áreas com ecossistemas sensíveis, e com comunidades locais que dependem destes ecossistemas como fornecedores de alimentos ou como fonte de renda. Isto é verdade principalmente nos países de economia emergente como os da Ásia, África e América Latina. Muitas destas áreas que apresentam um potencial para E&P também apresentam um alto valor em termos de diversidade biológica, não apenas nas áreas protegidas e prioritárias para conservação, mas possivelmente também em áreas ainda não identificadas como de importância significativa para a manutenção da biodiversidade, podendo haver problemas de superposição.

Apesar das atividades de E&P não representarem a principal ameaça à biodiversidade na maior parte das regiões, estas podem apresentar riscos e impactos negativos aos ecossistemas (EBI, 2003a) associados às atividades de sísmica, perfuração, produção e transporte por dutos e navios tanque. O histórico dos acidentes com derramamento² de óleo (LIMA/COPPE/UFRJ, 2001) indica que estas atividades apresentam perigos que podem se materializar em riscos à biodiversidade.

Este cenário indica a necessidade da consideração do risco à biodiversidade no processo de tomada de decisão, tanto por parte dos órgãos governamentais que realizam a oferta de blocos para E&P, quanto por parte das empresas interessadas em adquirir a concessão para realização de suas atividades. Desta forma, cada um destes atores teria um

papel específico: o governo deveria compatibilizar os objetivos destacados nos planos de desenvolvimento da E&P com a Estratégia Nacional de Biodiversidade e seus Planos de Ação, equilibrando o *trade-off* entre a conservação da biodiversidade e o crescimento econômico (EBI, 2003a); e as empresas deveriam compatibilizar sua estrutura de planejamento operacional e seus projetos com sua estratégia e planos para conservação da biodiversidade, reduzindo assim o risco ao negócio.

Em alguns países como o Canadá, Austrália e no Reino Unido, as agências governamentais já vêm considerando há algum tempo as questões relacionadas à biodiversidade nos estudos de Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) realizados antes do processo de licitação de blocos. Ao mesmo tempo, algumas empresas de energia, juntamente com organizações não governamentais, vêm desenvolvendo ferramentas e modelos para integrar as questões de biodiversidade nos seus projetos (EBI, 2003a). Um exemplo é a *Energy Biodiversity Initiative* (EBI), uma parceria entre empresas privadas com o objetivo de produzir guias, ferramentas e modelos para maximizar as oportunidades de conservação da biodiversidade nos locais onde há E&P de petróleo e gás natural.

A EBI já publicou diversos guias e artigos para discussão sobre o tema biodiversidade no setor de petróleo e gás natural, mas sempre com foco nos projetos e na execução das atividades de E&P propriamente ditas. Sua principal publicação, o *EBI Report –Integrating Biodiversity into Oil and Gas developments* (EBI, 2003a), apresenta um resumo das questões e respostas levantadas pelo conjunto de participantes da Iniciativa, referentes à integração da biodiversidade na E&P, tanto na etapa de projetos, quanto de execução das atividades, apresentando indicações de integração nos sistemas de gestão das empresas. O assunto é apresentado de forma mais detalhada nos quatro guias publicados posteriormente pela EBI. O Guia *Integrating Biodiversity into Environmental Management Systems* (EBI, s.d.a), por exemplo, apresenta de forma bastante esquemática os aspectos da biodiversidade e a forma que devem ser considerados no contexto de sistemas de gestão baseados na Norma ISO 14.000 ou em sistemas de gestão de SMS (segurança, meio ambiente e saúde). O monitoramento destes sistemas deve ser realizado com a utilização de indicadores, podendo seguir os procedimentos descritos no Guia *Biodiversity Indicators for Monitoring*

² Qualquer perda de hidrocarboneto que alcance o meio ambiente, independente da quantidade recuperada ou

Impacts and Conservation Actions (EBI, s.d.b). Utilizando uma abordagem baseada na análise de riscos, o documento descreve como desenvolver e utilizar indicadores para monitorar alterações na biodiversidade decorrentes das atividades de E&P, das medidas de mitigação e das ações de conservação realizadas pela empresa.

Para a fase de projetos, o Guia *Integrating Biodiversity into Environmental and Social Impact Assessment Processes* (EBI, s.d.c), apresenta uma orientação de como a biodiversidade deve ser considerada em cada uma das etapas tradicionais da avaliação de impactos socioambientais (caracterização, diagnóstico, avaliação, medidas de mitigação, monitoramento), porém, baseando-se na análise de riscos à biodiversidade, utilizando uma abordagem de ecossistemas, conforme preconizado na CDB. São apresentados os impactos e riscos à biodiversidade em cada estágio dos projetos de E&P, tanto *onshore* quanto *offshore*, nos diferentes níveis descritos na CDB (biodiversidade genética, de espécies e de ecossistemas/habitats). Já o *Framework for Integrating Biodiversity into the Site Selection Process* (EBI, s.d.d), foi elaborado para auxiliar as empresas na identificação e gestão adequada de seus negócios em áreas de alto valor em termos de biodiversidade. Para tal, a metodologia considera três tipologias de áreas: áreas legalmente protegidas, áreas com alta importância para a conservação da biodiversidade mas sem proteção legal, e o “resto do mundo”, que pode conter áreas igualmente importantes, porém ainda não identificadas como tal. A metodologia busca ainda auxiliar as empresas na decisão em adquirir blocos de E&P localizados nestas áreas, identificando os possíveis riscos ao negócio e à sua reputação.

Outra iniciativa importante do setor foi o estabelecimento de um grupo de trabalho, o *The Biodiversity Working Group* (BDWG) na *International Petroleum Industry Environmental Conservation Association* (IPIECA). O grupo vem desenvolvendo várias pesquisas, tendo recentemente publicado um guia intitulado *Developing Biodiversity Action Plans for the Oil and Gas Sector* (2005), elaborado para ajudar as empresas a compreender como estas podem integrar as questões de biodiversidade nos seus sistemas de gerenciamento ambiental. De forma similar aos documentos da EBI, o guia também esclarece como os planos de ação relacionam-se com as avaliações de impactos ambientais

e sociais, os planos de gestão ambiental, os sistemas de gestão ambiental e outros planos relacionados, como os de gestão de resíduos e planos de mitigação de impactos (IPIECA, 2005).

Algumas ferramentas ainda estão em desenvolvimento, como a lançada em 2006 pelo IHS Energy³, líder no fornecimento de informações sobre petróleo e gás, e pelo *United Nations Environment Program World Conservation Monitoring Center* (UNEP-WCMC) de Cambridge.

Iniciativas como estas são importantes para garantir que o risco à biodiversidade comece a ser considerado, mas é preciso que isto seja realizado em todas as instâncias de decisão. Para tal, diferentes ferramentas devem ser desenvolvidas e utilizadas, de forma que sejam adequadas também para as Políticas, Planos e Programas. Cada uma destas instâncias são apresentadas no item 3.1, a seguir, na descrição do atual processo de tomada de decisão da E&P *offshore* de petróleo e gás natural no Brasil.

Posteriormente, este capítulo apresenta a evolução da consideração da variável ambiental e dos riscos da E&P *offshore* de petróleo e gás natural no Brasil. São apresentados também alguns exemplos internacionais de como o risco à biodiversidade decorrente de liberações acidentais de hidrocarbonetos é considerado nos estudos de AAE da E&P *offshore* de petróleo e gás natural. Ao final do Capítulo é realizada uma análise crítica da experiência internacional vis-à-vis a realidade nacional, de forma a balizar a elaboração da metodologia de AERB proposta nesta tese.

3.1 O risco à biodiversidade no processo de tomada de decisão da E&P *offshore* de petróleo e gás natural no Brasil

O Brasil possui 29 bacias sedimentares ocupando uma área total de 5.151 milhões de km². Deste total, 3,791 milhões de km² estão situados em terra e os restantes 1.360 milhões de km² no mar (LIMA/COPPE/UFRJ, 2001). A Figura 3.2 e as Tabelas 3.1 e 3.2 apresentam a localização e a dimensão das bacias sedimentares terrestres e marítimas

³ O Capítulo IV descreve mais detalhadamente tal ferramenta.

brasileiras. Dentre elas, a Bacia de Campos é a mais importante, detendo cerca de 90% das reservas provadas de petróleo do país.

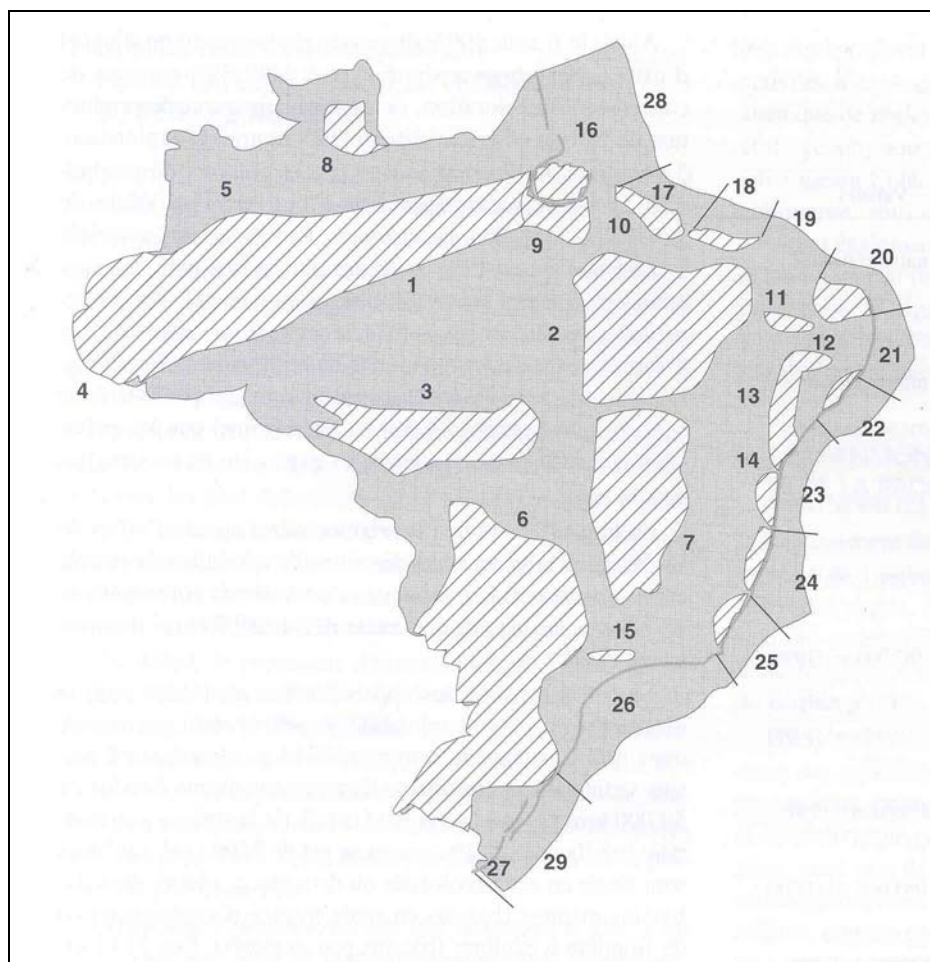


Figura 3.2 – Bacias sedimentares brasileiras (Malheiros & La Rovere, 2000)

O processo de tomada de decisão da E&P *offshore* de petróleo e gás no Brasil pode ser representado por um “funil” (Figura 3.3) composto por três níveis ou instâncias estratégicas (políticas, planos e programas, ou PPP) e duas operacionais (projetos e execução das atividades de E&P). Em cada instância diferentes decisões devem ser tomadas e, conseqüentemente, diferentes escolhas devem ser feitas. Todas estas instâncias deveriam incorporar os riscos impostos à biodiversidade como condicionante de tais escolhas.

Tabela 3.1 – Bacias sedimentares brasileiras terrestres (LIMA/COPPE/UFRJ, 2001)

Ref.	Bacia sedimentar	Área (10³ km²)
1	Amazonas	500
2	Parnaíba	600
3	Parecis / Alto Xingu	250
4	Acre	350
5	Solimões	600
6	Paraná	1.100
7	São Francisco	250
8	Tacutu	5
9	Marajó	50
10	Bragança Viseu / São Luís	25
11	Araripe / Rio do Peixe	12
12	Jatobá	5
13	Tucano	30
14	Recôncavo	11
15	Taubaté/Resende	3
Total		3.791

Tabela 3.2 – Bacias sedimentares brasileiras marítimas (LIMA/COPPE/UFRJ, 2001)

Ref.	Bacia sedimentar	Área (10³ km²)
16	Foz do Amazonas	300
17	Pará/Maranhão	50
18	Barreirinhas	60
19	Ceara	40
20	Potiguar	60
21	Paraíba/Pernambuco	20
22	Sergipe/Alagoas	30
23	Bahia	80
24	Espírito Santo	60
25	Campos	100
26	Santos	250
27	Pelotas	110
28	Cone do Amazonas	100
29	Cone do Rio Grande	100
Total		1.360

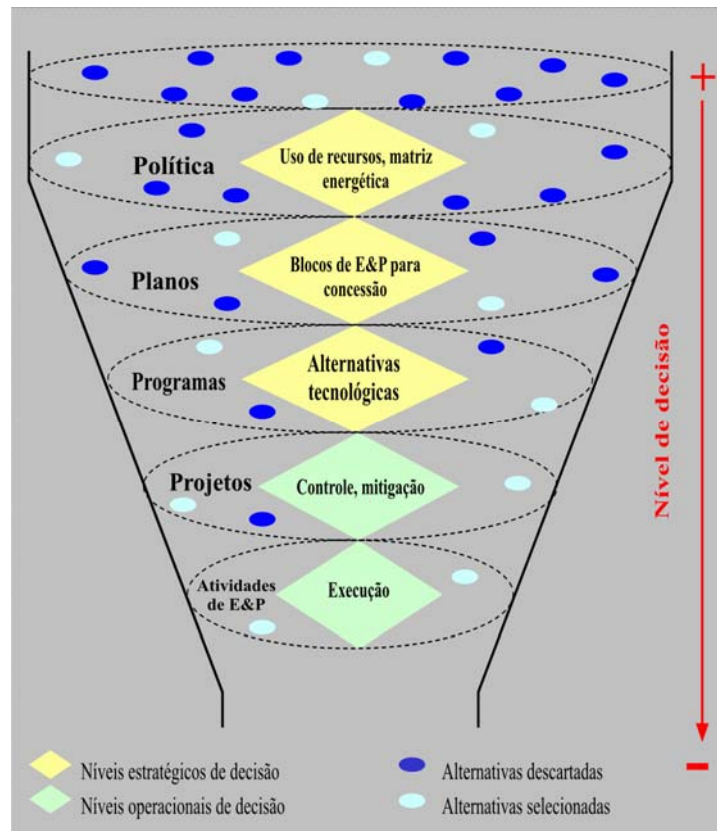


Figura 3.3: Processo de tomada de decisão das atividades de E&P de petróleo e gás natural no Brasil (Fonte: Garcia et al., 2004).

No entanto, é realizada atualmente no Brasil apenas a avaliação de riscos de acidentes com derramamento nas instâncias operacionais, isto é, nos projetos e na operação das atividades de E&P, e, normalmente, sem referência à biodiversidade, com foco apenas nos danos à flora, fauna, às instalações e atividades econômicas. Hoje, esta avaliação é feita no contexto da Avaliação de Riscos Ambientais, atrelada ao licenciamento ambiental dos projetos, quando as decisões estratégicas já foram tomadas, havendo pouca margem de manobra para seleção de alternativas de menor risco. Nesta instância as escolhas são limitadas por requerimentos de normas, padrões, regulamentações técnicas, e exigências do processo de licenciamento ambiental.

Os atores sociais que participam das decisões deste nível são as empresas de posse das concessões de E&P, sob julgamento e aprovação do órgão ambiental (IBAMA), no momento da obtenção das licenças ambientais, conforme determinado pela Resolução CONAMA 23 (1994), que institui critérios específicos para o licenciamento ambiental das atividades chamadas EXPROPER, ou seja, exploração, perfuração e produção de petróleo e gás natural.

De acordo com esta resolução todas as atividades de exploração e lavra de jazidas devem ser licenciadas pelo IBAMA ou pelo órgão ambiental estadual, incluindo aqui a perfuração de poços para identificação das jazidas e suas extensões, produção para pesquisa de viabilidade econômica e também a produção para fins comerciais. A Tabela 3.3 mostra as licenças que devem ser expedidas pelos órgãos ambientais em cada etapa do empreendimento ou atividade, assim como os relatórios ambientais exigidos, e o conteúdo de cada um deles.

As análises de riscos são requeridas pelo IBAMA, como parte integrante dos Estudos de Impactos Ambiental (EIA/RIMA), em cumprimento a Lei 6.938 de 1981 e a Resolução CONAMA 23 de 1994, e também na elaboração dos Planos de Emergência Individuais, em cumprimento a Lei 9.966 de 2000 e a Resolução CONAMA 293 de 2001 (Quadro 1).

Após a execução dos projetos, durante a E&P propriamente dita, o risco não é mais avaliado, e sim controlado, por intermédio da adoção de procedimentos específicos, tais como: rotinas operacionais, inspeção e manutenção, treinamento de pessoal, dentre outros. Nesta etapa, o risco é um *output* do processo, sendo evidenciado no caso de um derramamento de óleo - Lei 9.966 e Portaria N° 03 da ANP de 2003 -, ou de um acidente que demande o acionamento de um plano de combate a derramamento de óleo, sejam eles Planos de Emergência Individual - Resolução CONAMA 293 -, Planos de Área - Decreto No 4.871 de 2003 ou o Plano Nacional de Contingência, dependendo da severidade do acidente (Quadro 3.1).

Tabela 3.3: Licenças expedidas e relatórios exigidos pelos órgãos ambientais. (Garcia, 2003)

Licenças expedidas	Relatórios ambientais exigidos e respectivos conteúdos
Licença de Pesquisa Sísmica - LPS	Planos de Controle Ambiental de Sísmica – PCAs (profundidades superiores a 200 m e distantes da costa): medidas previamente aprovadas pelo IBAMA Estudo Ambiental de Sísmica – EAS e Relatório de Impacto Ambiental de Sísmica – RIAS (entre 50 m e 200 m de profundidade, sem interferência na pesca ou aspectos ambientais particulares): informações específicas sobre a particularidade ambiental da área. Estudo de Impacto Ambiental - EIA e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA (profundidades inferiores a 50 m): realização de audiências públicas e a implementação medidas mitigadoras de impacto ambiental de acordo com as constatações decorrentes do EIA/RIMA
Licença Prévia para Perfuração - LPper	Relatório de Controle Ambiental – RCA: descrição das atividades de perfuração, riscos ambientais, identificação de impactos e medidas mitigadoras.
Licença Prévia de produção para pesquisa - LPpro	Estudo de Viabilidade Ambiental – EVA: plano de desenvolvimento da produção para pesquisa com avaliação ambiental e medidas de controle.
Licença de Instalação - LI	Relatório de Avaliação Ambiental – RAA ou Estudo de Impacto Ambiental - EIA e Relatório de Impacto Ambiental - RIMA (Resolução CONAMA 001 de 23/01/86): diagnóstico ambiental da área, descrição dos novos empreendimentos ou ampliações, identificação e avaliação do impacto ambiental e medidas mitigadoras, considerando a introdução de outros empreendimentos
Licença de Operação - LO	Projeto de Controle Ambiental – PCA: projetos executivos de minimização dos impactos ambientais avaliados nas fases Lpper, Lppro e LI.

Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981: dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, instituindo o Sistema Nacional do Meio Ambiente. Trata do licenciamento ambiental para construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais considerados efetiva ou potencialmente poluidores, ou capazes de causar degradação ambiental.

Resolução CONAMA 23, de 07 de dezembro de 1994: institui critérios para o licenciamento ambiental das atividades de exploração, perfuração e produção de petróleo e gás natural, incluindo a perfuração para identificação das jazidas e suas extensões, produção para pesquisa de viabilidade econômica e produção para fins comerciais.

Lei 9.966 de 28 de abril de 2000: trata do derramamento e descarte de substâncias poluentes, e estabelece os princípios a serem obedecidos na movimentação de óleo em portos, plataformas e navios. Proíbe o descarte em águas nacionais, de substâncias nocivas ou perigosas, além de água de lastro, resíduos de lavagem de tanques, a não ser nos casos permitidos pela Marpol 73/78, e dentro dos limites estabelecidos de áreas ecologicamente sensíveis. Define Plano de Emergência e Plano Nacional de Contingência, determina que todos os incidentes sejam comunicados imediatamente ao órgão ambiental competente, à Capitania dos Portos e à ANP, e prevê em seu Decreto No 4.136, de 21 de fevereiro de 2002, multas para o caso de não cumprimento desta legislação.

Resolução CONAMA 293 de 12 de dezembro de 2001: estabelece o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual (PEI) para incidentes de poluição de óleo e orienta sua elaboração, apresentando anexos técnicos bem definidos. A apresentação do PEI deve acontecer na ocasião do Licenciamento Ambiental, e sua aprovação quando da concessão da Licença de Operação, Licença Prévia para Perfuração e Licença Prévia de Produção para Pesquisa.

Decreto No 4.871 de 06 de Novembro de 2003: dispõe sobre a instituição dos Planos de Área para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional. O Decreto referente ao PNC ainda não foi publicado.

Portaria No 3 da ANP, de 10 de janeiro de 2003: estabelece o procedimento para comunicação de incidentes a ser adotado pelos concessionários e empresas autorizadas pela ANP a exercer as atividades de exploração, produção, refino, processamento, armazenamento, transporte e distribuição de petróleo, seus derivados e gás natural.

Resolução CONAMA 350, de 2004: define diferentes regras para o licenciamento ambiental de estudos de sísmica de acordo com a sensibilidade ambiental das áreas exploratórias (áreas menos sensíveis, áreas de sensibilidade intermediária e áreas de maior sensibilidade).

Quadro 3.1: Legislação pertinente à E&P de petróleo e gás natural no Brasil

Além das obrigações legais nacionais descritas nos parágrafos anteriores, as atividades de E&P também devem seguir as exigências acordadas em tratados internacionais dos quais o Brasil é signatário. Estes tratados são apresentados no Quadro 3.2.

Nas outras instâncias apresentadas no funil do processo de tomada de decisão não há nenhuma consideração formal dos riscos. Este tipo de avaliação realizada em instâncias mais estratégicas (PPP), visando à incorporação dos aspectos da diversidade biológica no processo de tomada de decisão de acordo com as diretrizes da Resolução CONABIO 01 de 2005 (CDB, 2006), pode auxiliar na minimização do potencial de dano dos acidentes com derramamento de petróleo e gás natural.

Considerado-se as instâncias mais estratégicas do processo de tomada de decisão é possível identificar diferentes variáveis, tanto controláveis quanto não controláveis, que podem orientar a decisão, agregando inclusive o objetivo de redução do risco à biodiversidade (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 Variáveis controláveis e não controláveis

	Variável			
	Nível de decisão	Políticas	Plano	Programa
Variáveis não controláveis	Tipo de recurso energético	Recursos renováveis (água, sol, vento), petróleo, gás natural	Petróleo e/ou gás natural	Petróleo e/ou gás natural
	Localização do recurso	Localização dos recursos nas bacias hidrográficas, sedimentares, etc	Localização dos recursos nas bacias de petróleo	Localização dos recursos em termos de profundidade e distância da costa
	Potencial disponível de recursos	Disponibilidade hídrica, potencial eólico, solar, volume de recursos não renováveis	Volume de petróleo e/ou gás natural	Volume de petróleo e/ou gás natural
Variável controlável	Alternativas de utilização dos recursos energéticos	Priorização de utilização de recursos na matriz energética	Priorização de blocos de E&P para rodadas de concessão	Alternativas tecnológicas e locais de E&P disponíveis

De acordo com a Tabela 3.4, observa-se que para as políticas, por exemplo, deveriam ser avaliados diferentes recursos energéticos, considerando não apenas sua disponibilidade, localização, potencial de geração de energia e custo, mas também os riscos à biodiversidade, identificando as possíveis implicações de determinada composição de

matriz energética na estratégia, política e planos de conservação da biodiversidade.

Já na instância de planos deveriam ser avaliados os *trade-offs* existentes entre a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento das atividades de E&P, de forma a decidir se determinada área apresenta sensibilidade ambiental que justifique sua exclusão das rodadas de licitação de blocos exploratórios, realizadas pela ANP, ou restrições à produção. As áreas identificadas como prioritárias para conservação da biodiversidade podem ser identificadas na Estratégia Nacional de Biodiversidade e nos Planos de Ação elaborados de acordo com a CDB, nas listas de espécies ameaçadas de extinção, nas áreas consideradas especiais por tratados internacionais ou nas cartas de sensibilidade ao óleo (Cartas SAO), elaboradas de acordo com diretrizes do MMA.

Na instância de programas, a decisão giraria em torno da escolha de alternativas mais amigáveis do ponto de vista da biodiversidade, bem como o desenvolvimento de estratégias para lidar com os riscos inerentes às atividades de E&P.

A Tabela 3.5 resume as decisões e questões relacionadas à biodiversidade que deveriam ser consideradas em cada instância do processo de tomada de decisão da E&P *offshore*.

Apesar da não consideração dos riscos, seja o risco de acidentes ou de danos à flora, fauna, ou à biodiversidade, nas instâncias mais estratégicas do processo de tomada de decisão das atividades de E&P *offshore* de petróleo e gás natural no Brasil, alguns avanços em termos da consideração de questões ambientais, e em alguns casos, de questões relacionadas à proteção da biodiversidade especificamente podem ser observados nos últimos anos (Garcia et al., 2005), principalmente na instância de Planos. Ainda assim, nota-se que um maior desenvolvimento teórico ainda faz-se necessário.

Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil em Danos Causados por Poluição por Óleo (CLC 69) – Decreto Legislativo 74 de 30 de setembro de 1976: tem como objetivo assegurar a compensação adequada a pessoas, tanto físicas quanto jurídicas, que sofram danos resultantes de incidentes marítimos envolvendo navios de transporte de óleo.

Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias (LC 72) - Decreto Legislativo 10 de 31 de março de 1982: busca estabelecer o controle efetivo de todas as fontes de contaminação do meio marinho, e especialmente, impedir a contaminação do mar pelo alijamento de resíduos e outras substâncias. A definição de alijamento envolve todo despejo deliberado, no mar, de resíduos e outras substâncias, efetuado por embarcações, aeronaves, plataformas ou outras construções no mar, bem como todo afundamento deliberado de embarcações, aeronaves, plataformas ou outras construções no mar; e exclui o despejo proveniente de acidentes e de operações normais destas fontes.

Convenção para a Prevenção da Poluição proveniente de Navios (MAROL 73/78) - Decreto Legislativo 60 de 19 de abril de 1995: Tem como objetivo prevenir a poluição do ambiente marinho pela descarga operacional de óleo e outras substâncias danosas e minimizar a descarga acidental destas.

Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS 74 e Protocolo 78) - Decreto Legislativo 11 de 16 de abril de 1980 e Decreto Legislativo 20 de 19 de setembro de 1985: o mais importante tratado internacional relacionado à segurança de navios mercantes. A aplicação de suas determinações minimiza a ocorrência de incidentes de poluição ao garantir, com base em inspeções periódicas, melhores condições de construção e operação de navios.

Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (UNCLOS 1982) - Decreto Legislativo 05 de 9 de novembro de 1987: regulamenta todos os aspectos do espaço marítimo, como delimitação, controle ambiental, pesquisa científica, atividades econômicas e comerciais, transferência de tecnologia e a resolução de disputas relacionadas a questões marítimas.

Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo (OPRC 90) - Decreto Legislativo 43 de 29 de maio de 1998: pretende promover a cooperação internacional e aperfeiçoar a capacidade nacional, regional e global de preparo e resposta à poluição por óleo, levando em consideração as necessidades particulares dos países em desenvolvimento, particularmente as dos pequenos Estados insulares, encorajando o estabelecimento de planos de emergência de poluição por óleo (em navios, instalações *offshore*, portos e instalações manipuladoras de óleo); e de planos de contingência nacionais e regionais.

Quadro 3.2: Tratados internacionais referentes à E&P de petróleo e gás natural dos quais o Brasil é signatário (baseado em Souza Filho, 2006)

Tabela 3.5: Decisões e questões chave sobre a biodiversidade nas diferentes instâncias do processo de tomada de decisão na E&P *offshore* de petróleo e gás natural no Brasil.

INSTÂNCIA DE DECISÃO	POLÍTICA	PLANO	PROGRAMA	PROJETO	EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES DE E&P
Decisão governamental	Escolha de recursos energéticos para atender à demanda nacional	Escolha de áreas de E&P a serem oferecidas na rodada de concessão. Alternativas locacionais	Checagem do atendimento aos requisitos regulatórios. Implicações estratégicas.	Liberação da licença ambiental (LOsis, LPper, LPpro, LI e LO).	Checagem do atendimento aos procedimentos legais. Determinação de compensação ambiental em caso de dano.
Decisão das empresas	Comprometimento com os princípios norteadores, ex: 'no net loss'	Escolha de áreas a serem adquiridas na rodada de concessão fora de áreas de alta biodiversidade. Alternativas locacionais	Escolha das tecnologias a serem utilizadas na E&P. Condições e padrões a serem impostos à operação.	Escolha das medidas de mitigação mais apropriadas. Procedimentos para atendimento de normas e padrões.	Escolha das medidas de controle e procedimentos específicos, como rotinas operacionais, inspeção, manutenção e preparação para resposta à acidentes com riscos de danos à biodiversidade
Questões-chave sobre biodiversidade a serem consideradas	Implicações da escolha por diferentes fontes de energia na política nacional de biodiversidade.	Justaposição de áreas importantes para biodiversidade e áreas com potencial de E&P: a E&P pode afetar o atendimento às metas e compromissos nacionais? Ênfase nos aspectos espaciais (ex: proximidade com áreas protegidas, com <i>hot spots</i>)	Compatibilidade das tecnologias de E&P com a biodiversidade (tecnologias amigáveis ambientalmente). Questões de cumulatividade em caso de danos.	Atividades de E&P projetadas x histórico de pressões, acidentes e danos à biodiversidade. A biodiversidade será mantida? Planos de gestão/controle ambiental considerando as questões da biodiversidade. Planos de contingência em caso de derramamentos para reduzir os danos à biodiversidade.	Monitoramento ambiental.

Atualmente, cabe à ANP, os estudos técnicos necessários às ofertas de blocos para concessão. Estes estudos são fundamentados apenas em dados geológicos e geofísicos e em indicações de potencial de produção. Mas desde a quarta rodada (2002) de concessão de blocos para E&P de petróleo e gás natural (Figura 3.4), o IBAMA, com apoio da ANP, vem participando de maneira mais próxima deste processo, elaborando Guias de Licenciamento Ambiental e Relatórios de Sensibilidade Ambiental. Estes guias e relatórios se baseiam em uma série de estudos das regiões geográficas que abrigam os blocos a serem ofertados, e contêm informações sobre (ANP, 2006b):

- a situação do meio físico, biótico, social e econômico;
- períodos de maior sensibilidade ambiental;
- restrições especiais para execução das diversas etapas de E&P.

Além dos já mencionados, outros avanços foram incorporados na quinta rodada de concessão (2003), como por exemplo, a exclusão do processo de alguns blocos da Bacia de Potiguar e da Bacia do Espírito Santo. A partir do trabalho conjunto com órgãos ambientais federais, estaduais e a ANP, estes blocos foram excluídos por estarem dentro de áreas de conservação, em zonas de amortecimento, em áreas urbanas com mais de 25.000 habitantes, ou por haver sobreposição com outras áreas de concessão (ANP, 2006b).

Este movimento também ocorreu na sexta rodada, da qual foram excluídos 28 blocos em águas rasas na Bacia de Barreirinhas e 33 blocos em águas rasas na Bacia de Santos, após as conclusões apresentadas por estudos técnicos da ANP, IBAMA, MME e MMA, que evidenciaram a impossibilidade de definição de parâmetros de licenciamento ambiental destas áreas, dado o nível de conhecimento atual. Este processo foi possível devido à análise prévia pelo IBAMA e órgãos ambientais estaduais, das áreas identificadas como potenciais para E&P pela ANP. Tal análise baseia-se na superposição de bases geográficas com um índice de sensibilidade, que considera, por exemplo, a existência de unidades de conservação e zonas de amortecimento, áreas prioritárias para conservação da biodiversidade e áreas de migração de fauna (LIMA/COPPE/UFRJ, 2004).

sejam conhecidos antes que a decisão de conceder os blocos seja tomada, havendo ainda tempo hábil para a exclusão de áreas consideradas altamente sensíveis do ponto de vista da conservação da biodiversidade.

Diversos exemplos (Malheiros, 2002; Goodland, 2005a; Goldzimer, 2005; Lessa, 2005; WWF, 2005) mostram como a falta deste tipo de consideração pode atrasar e dificultar o desenvolvimento das reservas. No Brasil, a concessão da Newfield expirou devido a não obtenção da licença de sísmica para o bloco localizado na área de amortecimento do Parque Nacional Marinho de Abrolhos (Lessa, 2005). A empresa adquiriu o bloco na Quarta Rodada de Licitação, quando ainda não era realizada a consulta prévia, por parte da ANP ao IBAMA, sobre as áreas de maior vulnerabilidade ambiental e com maior possibilidade de não terem a licença ambiental concedida. Desde então os blocos próximos ao Parcel de Abrolhos não vêm mais sendo oferecidos.

Para evitar a repetição de problemas como este que a resolução CONAMA 350 de 2004 definiu regras mais brandas e ágeis para o licenciamento ambiental de estudos sísmicos, dividindo as áreas exploratórias em três categorias de diferentes sensibilidades ambientais: áreas menos sensíveis, áreas de sensibilidade intermediária e áreas de maior sensibilidade. As concessionárias detentoras de áreas menos sensíveis, com blocos em profundidades superiores a 200 m e distantes da costa, podem apresentar estudos simplificados, os Planos de Controle Ambiental de Sísmica (PCAs), no lugar do EIA/RIMA, demandando também menos tempo de análise no órgão ambiental. O estudo mais simplificado deve conter uma série de medidas previamente aprovadas pelo IBAMA e que deverão ser implementadas pela empresa. O prazo máximo de licenciamento por este sistema é de 180 dias. A classe intermediária de sensibilidade é a situada entre 50 m e 200 m de profundidade, desde que não haja interferência significativa na atividade pesqueira artesanal local ou aspectos ambientais particulares (Lessa, 2005). As concessionárias que adquiram blocos com estas condições terão que apresentar o Estudo Ambiental de Sísmica e Relatório de Impacto Ambiental de Sísmica (EAS/RIAS), com informações específicas sobre a particularidade ambiental da área. O prazo máximo de análise desses processos também será de 180 dias. Para estudos sísmicos em áreas que fazem parte da classe de maior sensibilidade, com profundidades inferiores a 50 m, o documento exigido continua a ser o EIA/RIMA e o

período máximo de análise ainda é de um ano. Para começar a atuar nestes blocos, as concessionárias são obrigadas a realizar audiências públicas e a implementar medidas mitigadoras de impacto ambiental de acordo com as constatações decorrentes do EIA/RIMA (Lessa, 2005).

Outro caso ocorrido no Brasil que serve de exemplo foi a não concessão da liberação de uma licença ambiental de perfuração pra uma das empresas com atividades de exploração próximas da reserva de Santa Isabel. De acordo com Malheiros (2002), os estudos apresentados pelas empresas continham informações inconsistentes ou incompletas, e o plano de emergência não estava bem estruturado, considerando a biodiversidade do local e o potencial de dano devido aos derramamentos de óleo. As atividades seriam realizadas em uma região de importância biológica devido a sua proximidade com unidades de conservação (Malheiros, 2002). A reserva de Santa Isabel abrange uma área de 2.766 ha e apresenta 45 km de praias com alta diversidade de ecossistemas, incluindo dunas, manguezais, estuários e lagoas costeiras. O local também abriga quatro das cinco espécies de tartarugas marinhas existentes no Brasil.

A Fase II de desenvolvimento de óleo e gás do Sakhalin – grupo de plataformas, dutos marinhos e planta de liquefação de gás natural na costa Pacífica da Rússia - é um outro exemplo. O local possui alta sensibilidade ambiental, apresentando a única área remanescente conhecida para alimentação das últimas 100 baleias cinzas (Gray Whales) (WWF, 2005). A Fase 1 foi finalizada sem a realização de estudos de AAE, e a decisão quanto ao financiamento da Fase 2 foi adiada devido às incertezas quanto aos impactos e riscos das atividades previstas, à necessidade de maiores detalhes relacionados à população de baleias cinzas, e à demanda por um estudo de AAE. Este exemplo demonstra como as instituições financeiras estão cada vez mais demandando estudos de AAE para direcionar as decisões quanto aos investimentos setoriais.

Outro exemplo foi o do gasoduto Camisea, parte de uma grande infra-estrutura composta não apenas pela construção do gasoduto, mas também a exploração, processamento e fracionamento do gás. O gasoduto está localizado em uma das áreas de maior diversidade biológica na floresta Amazônica, e o traçado passa pelos Andes até a costa, fragmentando a única reserva nacional marinha do Peru e um sitio RAMSAR

(Goldzimer, 2005). A consideração, de forma inadequada, dos riscos à biodiversidade nos níveis estratégicos do planejamento levou a ocorrência de danos irreversíveis, não apenas para a biodiversidade, mas também para as comunidades locais. A identificação prévia de alternativas tecnológicas, como a perfuração direcional, poderia ter reduzido ou evitado tais danos.

Estes exemplos mostram que a não consideração dos riscos decorrentes da E&P *offshore* nas instâncias estratégicas do processo de tomada de decisão cria um ambiente instável para as agências governamentais, para as empresas e para a sociedade como um todo. As consequências podem variar de atrasos na E&P, maiores custos operacionais, até ameaças à biodiversidade. A realização de estudos ambientais adequados para estes níveis de decisão, como a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) podem auxiliar a reduzir a complexidade e as incertezas inerentes à tomada de decisão, conforme apresentado no item 3.2 a seguir.

3.2 AAE na E&P *offshore* de petróleo e gás natural

A AAE permite a sistematização da incorporação do risco à biodiversidade ainda nas etapas iniciais do processo de tomada de decisão, como no caso da escolha de blocos para concessão de E&P de petróleo e gás natural, na instância de Planos, ou na escolha de alternativas tecnológicas mais amigáveis do ponto de vista ambiental, no caso de Programas.

Segundo Partidário (2000), a AAE é um procedimento sistemático e contínuo de avaliação da qualidade e das consequências ambientais de visões, e de alternativas de desenvolvimento, incorporadas em iniciativas de política, planos e de programas, assegurando a integração efetiva de considerações biofísicas, econômicas, sociais e políticas, o mais cedo possível em processos públicos de tomada de decisões.

De outra forma, Dalal-Clayton & Sadler (2005) definem a AAE como um instrumento para o desenvolvimento sustentável, integrando as questões ambientais, econômicas e sociais na formulação das PPP.

Pode-se dizer que a avaliação ambiental de PPPs existe desde o início da avaliação ambiental, em 1969, quando o Congresso norte-americano aprovou o *National Environmental Policy Act* (NEPA), que mencionava uma avaliação de caráter programático e genérico (Dalal-Clayton & Sadler, 2005). Desde então, algumas propostas internacionais mencionaram a necessidade da AAE, contribuindo para sua evolução e consolidação, como a diretiva interna do Banco Mundial (*Organization Directive* -OD. 4.00 – 1989), sobre a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), que incluiu a preparação de avaliações setoriais e regionais. Mas foi a partir da década de 1990 que a AAE foi introduzida como um processo dissociado da avaliação de impactos ambientais (AIA), a partir da definição do termo “AAE” em um documento da *Commission of the European Communities* (Dalal-Clayton & Sadler, 2005). Com base neste novo termo (“AAE”), surgiram outras definições de AAE e diferentes metodologias de aplicação, como a do Conselho de Educação Ambiental (*Council for Environmental Education* - CEE - 1990), que preparou a primeira Diretiva sobre Avaliação Ambiental de Políticas, Planos e Programas; a Convenção da CEE-ONU de 1991 sobre os impactos de contextos transfronteiriços, que promoveu a aplicação da avaliação ambiental de Políticas, Planos e Programas; a Diretiva da Comissão Européia (1997) que adotou uma proposta sobre a avaliação dos efeitos de certos Planos e Programas sobre o ambiente; e a adoção pela CEE-ONU em 2001 de uma proposta de protocolo sobre AAE com aplicação a Políticas, Planos e Programas. As tendências e a evolução das definições e metodologias de AAE são discutidas por Dalal-Clayton & Sadler (2005), que concluem que o termo AAE tornou-se um “guarda-chuva” para a avaliação ambiental (e cada vez mais social e econômica) de PPPs. Os autores afirmam ainda que este tipo de avaliação ambiental deve abordar diferentes questões essenciais para que os processos de tomada de decisão estejam alinhados com os princípios do desenvolvimento sustentável e com os tratados internacionais da área de meio ambiente.

Especificamente em relação à consideração das questões relacionadas à biodiversidade, Byron & Treweek (2005) e Treweek et al. (2005), mostram que é possível tratá-las nos estudos de AAE, de forma a contribuir para a conservação e uso sustentável desta biodiversidade, conforme explicitado nas convenções internacionais, na legislação nacional e nas PPP setoriais (Pritchard, 2005). Experiências neste sentido já foram realizadas no planejamento territorial (Kolhoff & Slootweg, 2005), planejamento hídrico (Uprety, 2005)

e de irrigação (Mathur, 2005), com benefícios ambientais e econômicos. Para o setor de E&P de petróleo e gás natural, a AAE também pode auxiliar na redução dos riscos de danos à biodiversidade, indicando, por exemplo, alternativas locacionais e tecnológicas mais amigáveis ambientalmente.

Entre os benefícios da realização da AAE, destacam-se (Partidário, 2000):

- Auxílio na promoção do desenvolvimento sustentável, integrando o meio-ambiente ao processo de tomada de decisões, formulando políticas e planos ambientalmente sustentáveis, e considerando as melhores práticas e alternativas ambientais;
- Fortalecimento da AIA ao nível de projetos antecipando a identificação dos impactos e de seus efeitos cumulativos, considerando as questões estratégicas relacionadas à justificativa e a localização da proposta, e reduzindo o tempo e esforço necessários à avaliação de esquemas individuais;
- Permite uma visão ambiental mais ampla das políticas e dos planos setoriais;
- Facilita um encadeamento de ações ambientalmente estruturadas;
- Contribui para um processo sustentável de desenvolvimento de políticas e de planejamento.

A literatura internacional nos mostra que os processos de avaliação ambiental de PPP são diferentes entre si. Enquanto a avaliação ambiental de políticas requer abordagens mais rápidas e flexíveis, a avaliação ambiental de um plano exige o ajuste dos procedimentos da AAE aos procedimentos de planejamento, garantindo que em cada momento da decisão sejam consideradas alternativas e apurados os seus efeitos, re-introduzindo no processo de planejamento o produto da avaliação. Já no âmbito de um programa¹, a avaliação ambiental pode ser tratada como uma abordagem muito próxima da avaliação ambiental de projetos (MMA, 2002). Mas a AAE só se torna eficaz se realizada de forma integrada e compatibilizada com os outros mecanismos de decisão, como por exemplo, as estratégias

¹ O MMA define programa como o escalonamento temporal de investimentos e o cronograma de atividades que se implementarão por meio de projetos de desenvolvimento.

nacionais de sustentabilidade e de biodiversidade, os programas nacionais de política ambiental, os planos operacionais de gestão ambiental, as Agendas 21 (gerais ou setoriais, nacionais, regionais ou locais).

A experiência internacional também tem mostrado que a AAE é um instrumento flexível, com grande abrangência de aplicação, com abordagens regionais e setoriais, como no setor de transportes (Dom, 1996; Hildén et al., 2004; Fisher, 1999; Fisher, 2003; Parkhurst & Richardson, 2002;) e energia (Finnveden et al., 2003; Pires, et al, 2002; Pires et al, 1999), nas quais diferentes critérios, procedimentos e técnicas são utilizados. De acordo com o Banco Mundial (World Bank, 1993; World Bank, 1996), a AAE setorial deve avaliar as questões ambientais estratégicas de PPP ou de um grupo de projetos de um determinado setor, como o de petróleo e gás natural. Já a AAE regional deve avaliar as questões ambientais específicas de uma região. De acordo com Horvath & Barnes (2006), estudos de AAE da E&P de petróleo e gás natural deveriam incorporar tanto as características da AAE setorial, como as da AAE regional, devendo também considerar todas as atividades em uma área definida, desde as primeiras etapas da exploração, até a produção e descomissionamento.

Porém, independente da abordagem, critérios, procedimentos e técnicas utilizados, a literatura internacional sugere as seguintes etapas (Figura 3.5) para a realização da AAE (Therível & Partidário, 1996):

- 1º. Seleção e triagem de propostas de decisão estratégica (*screening*)
- 2º. Estabelecimento de prazos (*timing*)
- 3º. Definição do conteúdo da avaliação (*scoping*)
- 4º. Avaliação dos impactos estratégicos
- 5º. Documentação e envolvimento dos agentes sociais relevantes
- 6º. Revisão
- 7º. Tomada de decisão

8º. Acompanhamento da implementação da decisão estratégica.

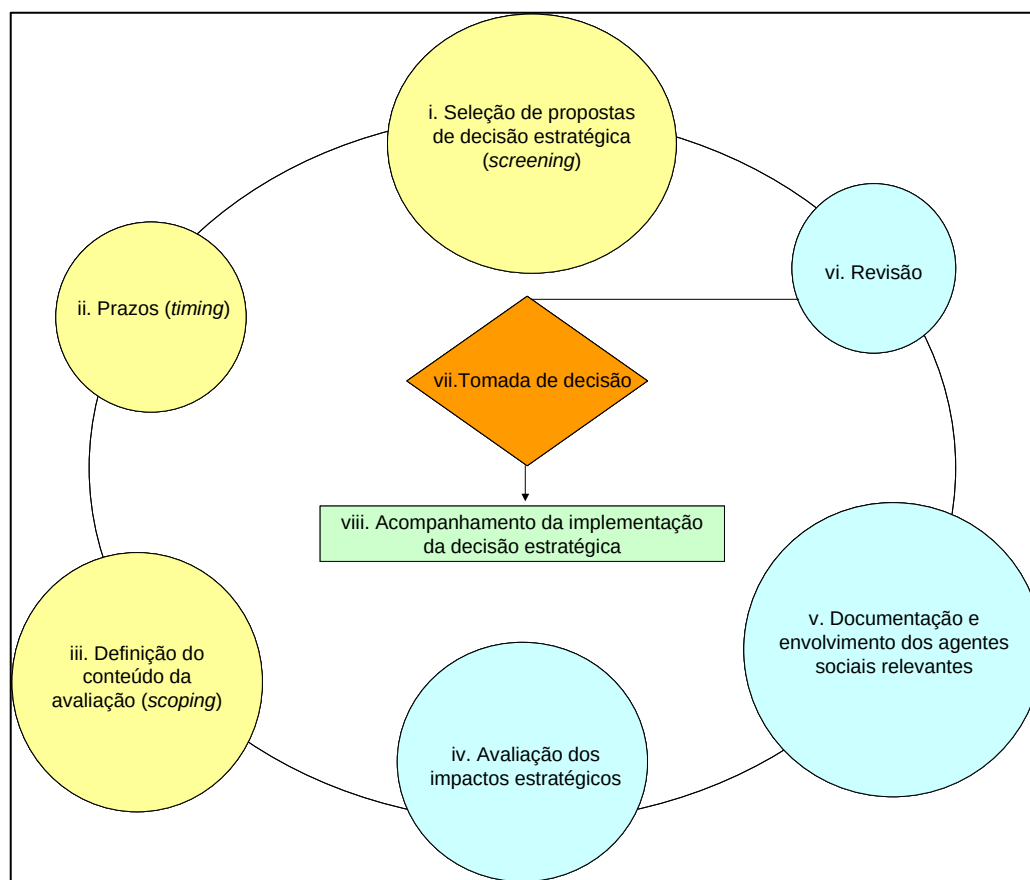


Figura 3.5: Etapas gerais da AAE (Garcia et al. 2003)

Davey et al. (2001), propõe alguns princípios que devem ser incorporados a uma AAE da E&P, como a realização ainda no início do processo de tomada de decisão (antes da oferta de blocos para concessão), participação efetiva da sociedade, consideração de cenários de desenvolvimento realistas e completos, especificação das áreas em locais ou em condições em que os desenvolvimentos podem ou não ocorrer, etc.

Algumas empresas e agências governamentais de países como o Canadá, Reino Unido e Austrália, já estão trabalhando neste sentido, e têm observado benefícios decorrentes da consideração das questões ambientais em instâncias mais estratégicas do processo de tomada de decisão (LIMA/COPPE/UFRJ, 2004), como: participação ampla da sociedade, identificação prévia de áreas muito sensíveis do ponto de vista socioambiental, identificação prévia de conflitos, e melhoria da qualidade dos estudos ambientais

posteriores (estudos prévios à obtenção de licenças ambientais, com redução de custos de projetos, de tempo e esforço em locais inapropriados). Outro benefício poderia ser o potencial para a realização de uma avaliação estratégica de riscos à biodiversidade.

Apesar destes benefícios, existem algumas limitações e dificuldades inerentes aos estudos de AAE, como a complexidade de obtenção e análise dos dados, alto grau de incerteza (incertezas quanto ao estado da biodiversidade, aos cenários ambientais futuros, às condições econômicas e sociais, às novas tecnologias e quanto aos novos desenvolvimentos que acontecerão como resultado do PPP), a incompatibilidade ou limitação dos dados obtidos em diferentes regiões, a dificuldade em definir quando a AAE deve ser realizada e quais PPP devem ser avaliadas. Além disso, em alguns locais as PPPs podem não seguir um processo aberto e formal de elaboração e aprovação, e questões de confidencialidade podem estar envolvidas, dificultando também a realização dos estudos de AAE.

O item a seguir apresenta alguns exemplos de benefícios e limitações observados em países que já incorporaram a AAE no processo de tomada de decisão da E&P *offshore* de petróleo e gás natural. A apresentação e posterior análise destes exemplos procuram focar na abordagem dos riscos à biodiversidade relacionados aos possíveis acidentes na E&P *offshore* de petróleo e gás natural.

3.2.1 Os riscos à biodiversidade nos estudos de AAE na E&P *offshore* de petróleo e gás natural no mundo

Com o objetivo de propor uma metodologia para incorporação dos riscos à biodiversidade decorrentes de eventos acidentais nos estudos de AAE da E&P avaliou-se a experiência internacional do Reino Unido, Canadá e Austrália. Estes exemplos foram escolhidos devido à sua localização geográfica, para avaliação das diferentes abordagens nos continentes, e a outros fatores específicos como:

- presença de atividades de E&P em locais com significativa diversidade biológica (de acordo com Wegner et al., 2005)

- experiência na realização de diversos estudos de AAE no setor de petróleo;
- existência de uma metodologia alinhada com as definições de Therível & Partidário (1996) apresentadas anteriormente;
- participação no mercado internacional de petróleo e gás natural em termos de reservas provadas e produção anual.

Para orientar a avaliação alguns parâmetros chaves foram selecionados:

- responsável e executor do estudo de AAE e área de abrangência;
- descrição e forma de abordagem das questões de biodiversidade no diagnóstico, caracterização e linha de base;
- descrição/histórico de eventos acidentais;
- descrição da E&P;
- avaliação dos riscos à biodiversidade decorrentes de eventos acidentais;
- critérios de avaliação, comparação de alternativas e influência dos riscos à biodiversidade na decisão;
- decisão final.

A seguir são apresentados tais parâmetros para os países selecionados como exemplos.

3.2.1.1 O caso do Reino Unido

O Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, ou simplesmente Grã-Bretanha, compreende quatro países: Inglaterra, Escócia, Gales e Irlanda do Norte. Todos os direitos sobre as reservas de petróleo do Reino Unido² pertencem à Coroa Britânica.

O controle da execução das atividades de E&P no Reino Unido com vistas à preservação do ambiente costeiro e marinho é orientado pela MARPOL, a Convenção OSPAR (*Convention for Protection of the Marine Environment of the North East Atlantic*) de 1992, a Convenção ESPOO (*Convention on Environmental Impact Assessment in a transboundary context*) de 1991, a Convenção da Diversidade Biológica de 1992, a OPRC (*International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Cooperation*) de 1990, Convenção de Espécies Migratórias ou *Bonn Convention*, Convenção RAMSAR, ASCOBANS (*Agreement on the Conservation of small cetaceans of the Baltic and North Seas*), além da legislação do próprio Reino Unido.

O *Department of Trade and Industry* (DTI) é o órgão que concede as Licenças para a E&P das reservas de petróleo e gás natural no Reino Unido. Ele está diretamente ligado à Secretaria da Indústria e Comércio, que, por sua vez é vinculado ao Gabinete de Estado. A Secretaria de Indústria e Comércio é responsável pelos assuntos relativos à energia, de forma geral. Dentre as diversas diretorias do DTI, o *Oil and Gas Directorate*³ é responsável pelas atividades de petróleo e gás natural (LIMA/COPPE/UFRJ, 2004). Esta diretoria tem como principal objetivo a maximização dos benefícios econômicos provenientes dos recursos de petróleo e gás existentes no Reino Unido, levando-se em consideração os impactos ambientais de seu desenvolvimento, assim como, a necessidade de se assegurar suprimentos sustentáveis de energia a preços competitivos (LIMA/COPPE/UFRJ, 2004).

² Em 2005 o Reino Unido apresentou a 4ª posição mundial de produção de gás natural e a 15ª em produção de óleo. Em relação às reservas provadas apresentou a 33ª posição em reservas de gás natural e a 28ª em reservas de petróleo (ANP, 2006a).

³ Esta Diretoria de Petróleo e Gás foi reestruturada, em 2000, potencializando a ênfase na preservação ambiental, com a criação do Escritório de Meio Ambiente e Descomissionamento para Óleo e Gás.

O licenciamento *offshore* só começou a partir da década de 60, no Mar do Norte. O Ministério da Energia emitiu a primeira licença no ano de 1964, e o seu sucessor, o DTI, emitiu a centésima licença, em 1999 (LIMA/COPPE/UFRJ, 2004). O sistema de licenciamento cobre o petróleo e gás natural dentro da Grã Bretanha, no seu mar territorial e na sua plataforma continental, a UKCS4.

Segundo o DTI, a AAE é um processo de predição e avaliação das implicações ambientais de uma política, plano ou programa. É também uma fonte chave de informações para a tomada de decisão. A AAE é conduzida em um nível estratégico, o que contrasta com a Avaliação de Impacto Ambiental que é executado para um projeto ou atividade específica. É aplicada a fim de facilitar o planejamento espacial, incorporando elementos socioeconômicos e ambientais, podendo envolver análise de risco e mapeamentos temáticos e de sensibilidade ambiental (LIMA/COPPE/UFRJ, 2004).

A AAE é aplicada previamente à concessão das Licenças de Produção nos setores do Mar do Norte pertencentes à Grã Bretanha. As alternativas consideradas são: a não concessão de nenhum bloco; o licenciamento de áreas restritas; ou o estabelecimento de uma agenda para as atividades na área.

As áreas que foram e que serão, respectivamente, cobertas por tais estudos são mostradas, na Figura 3.6, cujo mapa mostra o plano geral para a continuação do processo de AAE.

Já foram realizadas seis AAEs e a sétima encontra-se em fase de consulta pública. Todas as AAEs foram elaborada por uma consultoria independente, sob supervisão do DTI. Conforme exigido pela *SEA Directive 2001/42/EC* (2001), todas as AAEs consideram as questões importantes para a proteção da biodiversidade, e o risco de dano associado à ocorrência de acidentes com derramamento, mas sempre de forma não sistemática e qualitativa. A consideração da biodiversidade é apresentada, de uma forma geral, em termos de distribuição e abundância, ecologia, áreas de conservação, vulnerabilidade ao óleo e efeitos decorrentes das atividades de E&P.

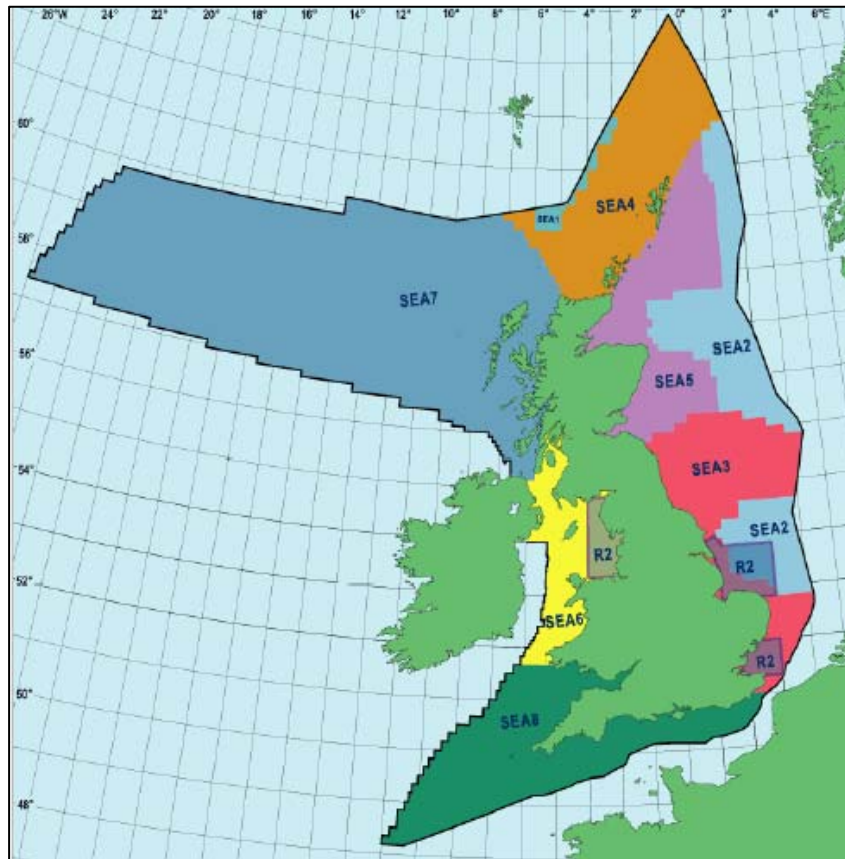


Figura 3.6: Áreas *offshore* cobertas pela agenda de AAEs do DTI (DTI, 2005)

Todas as AAEs apresentam como alternativas a não colocação dos blocos para licença, a colocação de parte dos blocos, o adiamento da licença dos blocos ou a liberação dos blocos sem restrições espaciais ou temporais. Apesar de todas as áreas apresentarem características importantes para a biodiversidade local, nenhuma das AAEs realizadas considerou que a E&P deveria ser restrita espacialmente ou temporalmente.

A primeira AAE (**SEA 1 - 19º round – 1999/2000**) abrangeu uma região importante para mamíferos marinhos em águas profundas. O local abriga a *Darwin Mounds*, proposta como a primeira área especial de conservação *offshore* do Reino Unido (*Special Area of Conservation*).

⁴ A área demarcada da UKCS foi redefinida ao longo dos anos por uma série de determinações, segundo o *Continental Shelf Act*, de 1964, que foi seguido de acordos sobre as fronteiras do país com os Estados vizinhos. O mais recente foi assinado com as Ilhas Faroé, em 1999.

Neste estudo foram estabelecidos cenários de E&P, com estimativas de sísmicas simultâneas e volume de produção de hidrocarbonetos. Foram também estimadas, de forma semi-quantitativa, as frequências de derramamentos de óleo para os cenários de produção e transporte de hidrocarbonetos (por navio e duto). Foram consideradas as cumulatividades (vários acidentes ao mesmo tempo) e efeitos transfonteiriços.

Em relação às características da biodiversidade, o estudo apresenta a abundância, distribuição e, quando apropriado, a variação sazonal de diversas espécies de aves marinhas, mamíferos marinhos, organismos bentônicos, plâncton, peixes, etc. Para as aves e mamíferos marinhos são apresentadas as vulnerabilidades ao óleo. A distribuição, padrões de sazonalidade e tamanho da população de espécies de importância especial para conservação são destacados. Há ainda a identificação de sítios importantes para a conservação, como sítios RAMSAR, reservas da Biosfera e unidades de conservação.

A AAE apresenta esquematicamente os eventos acidentais possíveis em cada etapa da E&P, apontando os derramamentos de óleo e vazamentos de gás natural como um destes eventos. O estudo chama a atenção para possíveis derramamentos no fundo do mar provenientes de dutos, *manifolds* e *risers*, mais difíceis de serem detectados e também de terem seus efeitos avaliados. Acredita-se que a tendência de ampliação da E&P em águas profundas aumentará cada vez mais a importância deste tipo de problema.

O próprio estudo aponta diversas lacunas, dentre elas a determinação de distribuição e abundância de algumas espécies e a distribuição espacial e temporal das aves marinhas, importante para uma melhor avaliação dos riscos devido aos acidentes com derramamentos de óleo, bem como para elaboração de planos de contingência e ações de resposta.

A segunda AAE (**SEA 2 - 20º round - 2001**) abrangeu a área que contém a maior parte dos campos de produção de petróleo e gás natural do Reino Unido. As águas do Atlântico influenciam na ecologia local, especialmente dos plânctons e comunidades de peixes. Diversos animais marinhos estão presentes e as áreas costeiras são utilizadas para reprodução de aves marinhas e focas. Há também diversos *habitats* importantes para a conservação, como o banco de areia *Dogger Bank*.

Esta AAE, diferente da anterior, apresenta sítios de proteção à biodiversidade também em países próximos (Bélgica, Noruega, Alemanha, França), abrangendo questões transfronteiriças associadas aos possíveis derramamentos.

O estudo considera que a probabilidade de ocorrência de um derramamento de óleo é mínima e que por isso o risco acaba tendo influência mínima ou nenhuma no processo de tomada de decisão. Porém, o relatório menciona que caso ocorra um derramamento de algum tipo de óleo persistente, e caso as ações de resposta sejam ineficientes, há a possibilidade do óleo atingir a costa, podendo prejudicar aves marinhas, principalmente no final do verão e no outono. Recomendações afirmam que análises de risco devem ser realizadas em etapas posteriores, juntamente com a elaboração dos PEIs.

Como base da metodologia de avaliação o estudo introduz a utilização de critérios e julgamento de especialistas, com resultados apresentado de forma qualitativa e descritiva. Os critérios de classificação são apresentados na Tabela 3.6.

De acordo com a tabela, alterações na biodiversidade são consideradas em relação ao tempo de recuperação dos ecossistemas e da área atingida, ou em termos de espécies, *habitats* ou sítios de importância para a biodiversidade afetados pela E&P.

A terceira AAE (**SEA 3 - 21º round - 2002**) abrangeu uma série de sítios de conservação, importantes para aves marinhas e focas. Grandes bancos de areia com potencial interesse para conservação também estão presentes tanto nas áreas costeiras como nas *offshore*. As atividades de E&P estão restritas a alguns campos de produção de gás natural.

A descrição e abordagem das questões relacionadas à biodiversidade é similar às AAEs anteriores. Mas nesta AAE são também identificadas diversas áreas marítimas de grande sensibilidade devido ao risco de danos por acidentes de derramamento de óleo provenientes de navios (*Marine Environment High Risk Areas – MEHRAs*). Outros eventos acidentais foram considerados improváveis, como os blowout ou vazamentos durante a produção.

Tabela 3.6: Critérios para classificação dos efeitos das atividades de E&P *offshore* (DTI, 2001)

Efeito	Definição
Positivo	A atividade pode contribuir para recuperação de habitats. Benefícios positivos para a economia local, regional ou nacional.
Nenhum	Sem efeitos detectáveis.
Desprezível	Improvável que os efeitos sejam notados ou medidos.
Menor	Alterações no contexto da variabilidade já existente, porém potencialmente detectáveis.
Moderado	Alterações no ecossistema causando danos de curta duração, com possibilidade de recuperação em 2 anos no caso de uma área de 2 hectares ou menor, ou para áreas protegidas ou de importância restritas ao local. Efeito possível mas improvável na saúde humana. Possíveis efeitos transfronteiriços. Possíveis contribuições para efeitos cumulativos. Questões de interesse público limitado. Pode causar incômodo. Possibilidade de pequenos prejuízos de curta duração para usuários privados ou para as finanças públicas.
Maior	Alterações no ecossistema causando danos de média duração (mais de 2 anos), com possibilidade de recuperação no intervalo de 2 a 10 anos para uma área de 2 hectares ou mais, ou para áreas, habitats ou espécies protegidos internacionalmente ou nacionalmente. Efeitos transfronteiriços esperados. Contribuição moderada para efeitos cumulativos. Questões de interesse público. Possíveis efeitos na saúde humana. Possibilidade de prejuízos de média duração para usuários privados ou para as finanças públicas.
Severo	Alterações no ecossistema causando danos de longa duração (mais de 10 anos), com pouca possibilidade de recuperação para uma área de 2 hectares ou mais, ou para áreas, habitats ou populações protegidos internacionalmente ou nacionalmente. Efeitos transfronteiriços severos esperados. Contribuição severa para efeitos cumulativos. Questões de grande interesse público. Grande possibilidade de efeitos na saúde humana. Prejuízos substanciais de longa duração para usuários privados ou para as finanças públicas.

Em relação aos critérios de avaliação, algumas mudanças foram introduzidas. A consideração das alterações na biodiversidade aparece de forma mais específica, mas os níveis continuam os mesmos: efeito positivo (contribui para recuperação de *habitats*), nenhum efeito, efeito irrelevante, moderado (distúrbios em populações de espécies em áreas importantes para reprodução, alimentação ou outras fases do ciclo de vida com

expectativa de recuperação considerável⁵), efeito maior (distúrbios em populações de espécies em áreas importantes para reprodução, alimentação ou outras fases do ciclo de vida com expectativa de recuperação moderada e potencial moderado de causar mudanças à populações, *habitats* ou sítios internacionais ou nacionais), severo (distúrbios em populações de espécies em áreas importantes para reprodução, alimentação ou outras fases do ciclo de vida com expectativa de recuperação baixa e potencial alto de causar mudanças à populações, *habitats* ou sítios internacionais ou nacionais).

Além dos critérios qualitativos, foram também atribuídas notas para os efeitos, considerando cada componente de análise (fauna, atividades econômicas, áreas protegidas, derramamentos, etc). As notas variaram de 1 a 6, da seguinte forma: 1 - sem efeito; 2 - efeito positivo; 3 - efeito irrelevante; 4 a 6 - questões que devem ser consideradas no estudo e em estudos posteriores).

A quarta AAE (**SEA 4 - 22º round - 2003**) abrangeu áreas costeiras e *offshore* importantes para populações de mamíferos marinhos e *habitats* coralinos de potencial interesse para conservação. As áreas costeiras apresentam alta importância para conservação, especialmente de aves marinhas e focas. Já existem campos de petróleo em produção e outras descobertas a serem desenvolvidas.

A descrição e abordagem da biodiversidade mantêm a similaridade com o estudo anterior, porém nesta região são identificadas Áreas Marinhas de Particular Sensibilidade (*Particularly Sensitive Sea Area - PSSA*) da IMO (*International Maritime Organization*). Áreas PSSA são definidas pela IMO como áreas que necessitam de proteção especial devido a sua significância ecológica, socioeconômica ou por razões científicas reconhecidas, e que podem ser vulneráveis aos danos causados por atividades marítimas. Medidas específicas podem ser utilizadas para controlar as atividades marítimas nas PSSA, como o controle de rotas de navios e aplicação estrita dos requerimentos de descargas

⁵Esta análise é realizada por grupo de especialistas a partir de três critérios:

- área potencialmente afetada é maior do que 10% da população biogeográfica, quando a medição é possível de ser feita;
- recuperação em relação ao estado na pré-licença: 1 ano = bom, 5 anos (ou 2 gerações para espécies de tempo de vida longo) = moderado, 10 anos (ou 5 gerações para espécies de tempo de vida longo) = ruim
- baixo potencial de causar mudanças à populações, *habitats* ou sítios internacionais ou nacionais (efeito contrário aos objetivos de planos de gestão para áreas protegidas nacionais ou internacionais ou espécies).

descritos na MARPOL⁶. Atualmente existem seis áreas de PSSA: a grande barreira de corais da Noruega (designada em 1990), o Arquipélago Sabana-Camagüey em Cuba (1997), Ilha Malpelo na Colômbia (2002), o entorno da Florida Keys, nos Estados Unidos (2002), o mar de Wadden, na Dinamarca, Alemanha e Holanda (2002), e a Reserva Nacional de Paracas National, no Peru (2003). Neste estudo são também levados em consideração as Estratégias e os Planos de Ação para proteção da Biodiversidade (*Biodiversity Action Plans*, *Scottish Biodiversity Strategy* e *Draft Nature Conservation (Scotland) Bill*).

Nesta AAE os riscos foram classificados como baixos e moderados, podendo ser severos, caso os derramamentos atinjam a costa, principalmente devido a maior distância do local aos recursos de combate aos derramamentos. Apesar disto as modelagens apresentaram um tempo de resposta adequado, mesmo para o pior caso de derramamento.

A avaliação dos efeitos de derramamentos de óleo está mais detalhada do que nos estudos de AAE de rodadas anteriores, e incluiu não apenas a descrição do histórico genérico de acidentes e do comportamento do óleo no mar, mas também uma descrição mais detalhada dos efeitos na flora e fauna e às vezes na biodiversidade (avaliação apenas em termos de abundância). Menciona também os pontos onde ainda há falta de informações, como por exemplo, as informações referentes a utilização de dispersantes, destacando a necessidade de estudos posteriores mais detalhados. Foram avaliados os riscos cumulativos, considerando o somatório de possíveis derramamentos, mas nenhum possível efeito crônico foi identificado. Os critérios de avaliação foram mantidos da mesma forma que a terceira AAE.

A abrangência da quinta AAE (**SEA 5 - 23º round - 2005**), assim como as outras, incluiu áreas costeiras extensas de potencial para conservação, incluindo áreas de importância internacional de reprodução de aves marinhas, e de importância regional para conservação de mamíferos marinhos. A biodiversidade é descrita em termos da ecologia, distribuição e abundância de espécies, interações tróficas, espécies e *habitats* de interesse

⁶ Maiores detalhes sobre a implementação e evolução da Convenção podem ser vistos em Souza Filho, 2006.

para a conservação, espécies ameaçadas e protegidas e em termos da sensibilidade à contaminação.

São descritas também áreas de conservação na área de abrangência da AAE, que apresentam importância local, nacional ou internacional (sítios RAMSAR, sítios do Patrimônio Natural, OSPAR *Marine Protected Areas*, MEHRAS, PPSA – IMO, etc).

O histórico de acidentes é apresentado, com boxes exemplificando ocorrências no local, como a colisão do FPSO Captain com navio aliviador. Há também um estudo da trajetória provável do óleo, em caso de derramamento, mas de forma não quantitativa, indicando apenas a direção da mancha. A vulnerabilidade de aves marinhas e mamíferos aquáticos ao óleo é examinada, bem como seus possíveis efeitos no turismo e pesca.

Há um capítulo sobre os possíveis efeitos das atividades de E&P, organizado por questões chaves: biodiversidade, flora, fauna, ar, população, saúde humana, solos e geologia, água, fatores climáticos, herança cultural e arqueológica, bens materiais, terra e itens inter-relacionados. Na parte referente à questão-chave “biodiversidade”, são tratados os efeitos decorrentes da construção de dutos, de transporte marítimo (introdução de espécies pela água de lastro) e dos efeitos decorrentes de derramamentos de óleo, com danos para os *habitats*, funções e serviços dos ecossistemas. Nos itens inter-relacionados avaliam-se os efeitos múltiplos na biodiversidade e na fauna devido às alterações nos *habitats*, contaminação da água, dos sedimentos e da fauna, e riscos de derramamentos de óleo. São também avaliados os conflitos entre as questões-chaves e os receptores, como as diversas opções para ações de resposta aos derramamentos de óleo.

Ao final, a análise de lacunas destaca a necessidade de mais estudos taxonômicos, estudos de longo prazo sobre a estrutura das comunidades e interações tróficas, distribuição e ecologia dos *habitats* específicos e discussões mais detalhadas sobre a possibilidade de uso ou não de dispersantes, no caso de ocorrência de derramamentos.

Na sexta AAE (**SEA 6 - 24º round - 2006**) foi realizada uma revisão dos estudos anteriores, mas não foi identificado nenhum efeito não previsto anteriormente. Porém, algumas áreas coincidentes com as das AAEs anteriores foram propostas como áreas de

conservação, o que, à princípio, não impede a inclusão no licenciamento, mas pode impor controles espaciais ou temporais.

A área da AAE 6 está próxima a uma costa sensível, principalmente em relação às populações de aves marinhas. Algumas épocas do ano tornam o ambiente ainda mais sensível em relação a algumas aves, e por isto estas devem ser consideradas durante as operações. Para algumas localidades o tempo de atingimento da costa, caso ocorra algum derramamento, é considerado curto. Por isso são necessários planos de contingência efetivos e alocação de recursos de resposta nas proximidades. O acidente com o navio Sea Express, em 1996, na área da AAE 6, resultou na morte de pássaros e efeitos nos organismos bentônicos. Apesar da maior parte dos reservatórios serem de gás natural, há alguns campos de petróleo, havendo a possibilidade de ocorrência de acidentes como este no futuro.

Diferente dos estudos anteriores, a sexta AAE relaciona tratados, planos, e diretrizes de proteção da biodiversidade com a AAE (ex: Diretiva Habitats, OPRC 90, Convenção RAMSAR, Plano de Biodiversidade do Reino Unido, etc). Há também uma descrição detalhada das áreas nacionais e internacionais de conservação e áreas potenciais futuras (*onshore* e *offshore*).

Sete diferentes cenários de exploração são apresentados, de forma mais detalhada e esquemática que os estudos anteriores, indicando variações de acordo com as características geológicas locais (que indicam a possibilidade de haver ou não hidrocarbonetos). Para cada cenário é identificado o tipo de costa (substrato), relacionando-o com a vulnerabilidade ao óleo, caso ocorram acidentes de derramamento. Para cada cenário há também uma descrição da biodiversidade, com indicação da vulnerabilidade ao óleo.

Há uma descrição mais detalhada do histórico de acidentes, e dos danos à biodiversidade. O estudo avalia também os riscos cumulativos (de diversos possíveis acidentes simultaneamente). Dependendo da magnitude, os riscos deverão ser maiores ou menores, e, portanto as ações de resposta devem ser planejadas para atender a esta variação. Há uma avaliação dos possíveis efeitos da E&P, assim como na quinta AAE.

Por fim, a AAE apresenta objetivos para cada questão avaliada e indicadores para acompanhamento dos mesmos. Em termos da biodiversidade o objetivo é apresentar uma tendência favorável de conservação nos sítios considerados mais relevantes. O indicador é nenhum dano decorrente das atividades de E&P nos locais relevantes para conservação da biodiversidade.

Assim como nos estudos anteriores, a alternativa selecionada foi a terceira, sem exclusão de blocos. O estudo conclui que não é necessária a limitação de área, mas que estudos específicos de riscos devem considerar as variações na vulnerabilidade de aves marinhas, distribuições de mamíferos marinhos e épocas de crescimento de filhotes de focas.

3.2.1.2 O caso do Canadá

O Canadá⁷ (Figura 3.7) tem 10 (dez) províncias e 3 (três) territórios distribuídos segundo as seguintes regiões: Oeste Canadense (British Columbia, Alberta, Saskatchewan e Manitoba); Canadá Central (Ontário e Quebec); Atlântico Canadá - costa leste – (Nova Scotia, Newfoundland & Labrador, New Brunswick e Prince Edward Island); e Norte do Canadá (Nunavut, North West Territories e Yukon Territory).

A prática canadense de avaliação executado pelo próprio proponente (*self-assessment*), que vigorou em relação à avaliação ambiental de projetos até 1995, também é aplicada para avaliação de políticas, planos e programas (LIMA/COPPE/UFRJ, 2004).

3.2.1.2.1 AAE no leste canadense (Nova Scotia, Newfoundland & Labrador)

No setor de petróleo, o processo de avaliação ambiental que vem sendo aplicado para as atividades *offshore* no leste canadense (Nova Scotia e Newfoundland) inicia-se com os

⁷ Em 2005 o Canadá apresentou a 3ª posição mundial de produção de gás natural e a 7ª em produção de óleo. Em relação às reservas provadas apresentou a 20ª posição em reservas de gás natural e a 12ª em reservas de petróleo (ANP, 2006a).

procedimentos de oferta dos blocos (*Call for Bids*). Nesse estágio, realiza-se a AAE ou uma ampla avaliação ambiental para identificar ou sinalizar questões relevantes, o que pode levar à decisão de não ofertar uma dada parcela (LIMA/COPPE/UFRJ, 2004).



Figura 3.7 - Mapa do Canadá (LIMA/COPPE/UFRJ, 2004)

Nas áreas onde AAEs já foram realizadas no leste canadense, nas Províncias de Nova Scotia e Newfoundland & Labrador (Figura 3.8), operam o *Canada–Nova Scotia Offshore Petroleum Board* (CNSOPB) e o *Canada–Newfoundland Offshore Petroleum Board* (CNOPB). Essas Agências são responsáveis pelo gerenciamento de recursos, operação e segurança, meio ambiente e monitoramento das atividades de petróleo e gás natural em suas respectivas províncias (LIMA/COPPE/UFRJ, 2004).

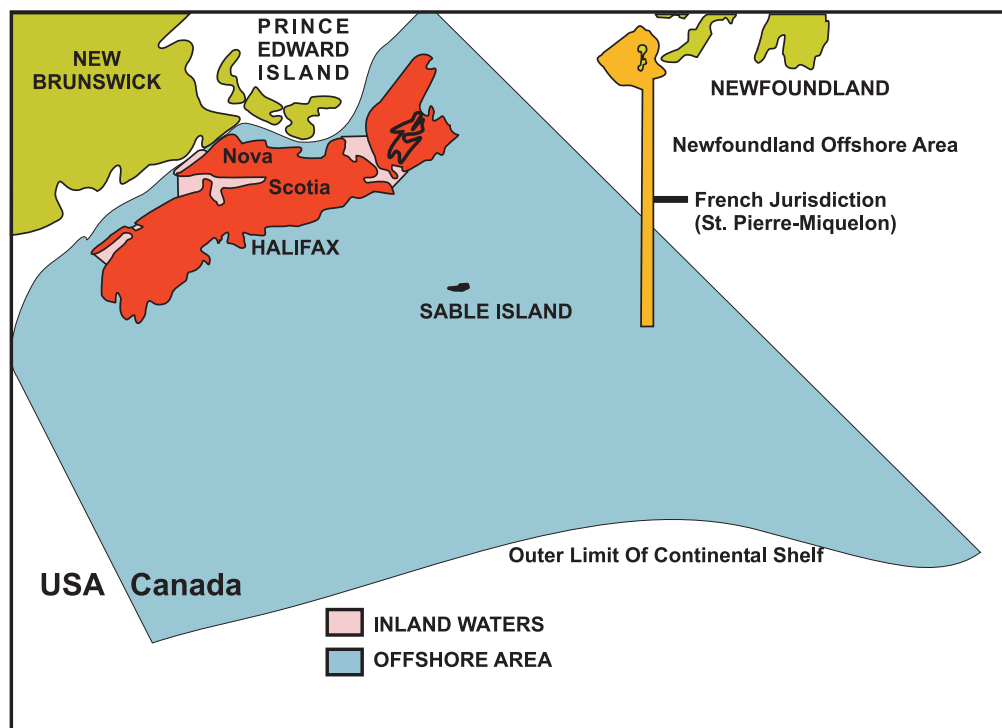


Figura 3.8 - Nova Scotia e Newfoundland (LIMA/COPPE/UFRJ, 2004)

Baseado nas informações resultantes da AAE, o CNSOPB toma a decisão sobre a emissão de novas licenças de exploração. O processo de concessão pode resultar em quatro cenários para um ou mais dos blocos ofertados: nenhuma oferta e a devolução do bloco à autoridade competente; não aceitação, pelo CNSOPB, da oferta para um ou mais blocos; adiamento da decisão, pelo CNSOPB, sobre um ou mais blocos, por um período de até 6 (seis) meses, quando o vencedor da oferta é tornado público; garantia da licença de E&P para a empresa com a mais alta oferta. Neste último caso, antes da emissão da licença, por meio de uma diretiva, os Ministros Federal e da Província e o Ministro dos Recursos Naturais têm 30 dias para aprovar, articular veto ou alterar a decisão do CNSOPB ou requerer um adiamento (LIMA/COPPE/UFRJ, 2004).

O CNOPB também tem a responsabilidade de garantir que as atividades industriais *offshore* de petróleo e gás natural ocorram de maneira ambientalmente aceitável. Para tal, avalia os efeitos potenciais das condicionantes ambientais, como ventos, ondas e neve, os procedimentos operacionais como planos de gerenciamento na neve e o monitoramento das condições de operação, e acompanham, ainda, todas as atividades físicas, da sísmica aos

projetos de produção. Neste acompanhamento o CNOBP identifica os potenciais efeitos, tanto sobre o meio ambiente, como sobre outros usuários do ambiente, como os pescadores, avaliando as medidas propostas para prevenir e mitigar tais efeitos, incluindo a elaboração de planos de contingência e emergência. Todas essas avaliações são discutidas com especialistas das agências ambientais do governo federal e da província e, ocasionalmente, com outras jurisdições do Canadá e de outros países. Nos casos de grandes projetos, o público também é convocado a participar do processo (LIMA/COPPE/UFRJ, 2004).

A avaliação de alguns relatórios de AAE disponibilizados pela CNOBP e CNSOPB (LGL Ltd., 2003⁸; Jacques Whitford Ltd., 2003⁹; CEF Consultants Ltd., 2005¹⁰; Jacques Whitford Ltd., 2007¹¹) mostra que as AAE já realizadas para o leste canadense incorporam, de uma forma estritamente qualitativa, os riscos à biodiversidade decorrentes da E&P de petróleo e gás natural. Esta incorporação inicia-se com a apresentação das características da biodiversidade em termos de componentes do ecossistema considerados mais relevantes (VEC – *valued ecosystem components*), de acordo com a sua distribuição (sazonal e espacial), abundância e função nos ecossistemas. Alguns estudos também avaliam a produtividade primária e estruturas alimentares de mamíferos e aves marinhos. Os VECs mais utilizados são: comunidades bentônicas, plâncton, aves marinhas, mamíferos e tartarugas marinhas e peixes, espécies ameaçadas e ambientes sensíveis. Porém, esta lista não é fixa, podendo variar de acordo com a realidade de cada caso. Normalmente também são avaliadas as variações sazonais, áreas especiais, espécies ameaçadas, endêmicas e representativas para o bioma. Algumas ameaças à biodiversidade são descritas, como alterações nos *habitats*, predação e as ameaças resultantes de ações humanas.

As áreas descritas pelos estudos são caracterizadas pela intensa atividade pesqueira, além da ocorrência de diversas espécies raras (de acordo com as definições do governo canadense). Em alguns locais há presença de corais, principalmente em águas profundas. Há também diversos *habitats* chaves para a conservação de aves marinhas, mamíferos

⁸ AAE na Newfoundland Shelf, Orphan Basin

⁹ AAE na Laurentian Subbasin

¹⁰ AAE no Misaine Bank Area

¹¹ Sydney Basin

marinhos (baleias e golfinhos) e tartarugas, mas não há muitas áreas especiais ou de proteção ambiental designadas.

Os riscos à biodiversidade decorrentes de possíveis derramamentos de óleo são avaliados qualitativamente, em relação aos VEC, em todas as etapas da exploração, e, em alguns casos, também da produção. São apresentadas estatísticas de acidentes, inclusive nos locais previstos de haver E&P.

O estudo elaborado por Jacques Whitford (2007) apresenta cenários hipotéticos com variações das distâncias das atividades de E&P da costa (perto e longe), para avaliação do tempo de atingimento de um derramamento de óleo, com diferentes direções e velocidades de ventos, de acordo com os padrões identificados para cada estação do ano. O estudo menciona a possibilidade de elaboração de cenários hipotéticos de acidentes mais detalhados, com considerações de diferentes volumes de óleo, ventos e correntes em estudos posteriores.

Na maioria dos estudos há também a estimativa das atividades de exploração, como, por exemplo, o número de sísmicas (3D e 2D) ocorrendo simultaneamente, o número de poços de perfuração e de poços de desenvolvimento, para avaliação de cumulatividade.

Por fim, são avaliadas as possíveis interações entre as atividades de E&P com os VECs. Os riscos decorrentes de derramamentos são considerados para cada VEC, mas sempre de forma qualitativa. Posteriormente, são propostas medidas de mitigação e recomendações. As mais comuns em relação aos acidentes são a elaboração de Planos de Contingência, aquisição de material de combate aos derramamentos em quantidade e qualidade adequados, e estabelecimento de programas de compensação por danos causados por derramamentos de óleo às atividades de pesca e turismo, quando pertinente. Além disso, em cada item dos estudos são apresentadas lacunas no conhecimento, visando orientar a necessidade de levantamentos mais detalhados em etapas posteriores no processo de tomada de decisão.

Os estudos mais recentes, como os elaborados por CEF Consultants (2005) e Jacques Whitford (2007), indicam nas conclusões a necessidade de restringir as atividades de E&P

em determinados locais (*habitats* de aves marinhas, por exemplo) ou determinadas épocas do ano, para evitar danos aos VECs. Jacques Whitford (2007) indica ainda algumas áreas consideradas mais sensíveis (*habitats* de algumas comunidades de peixes com importância socioeconômica e *habitats* de corais), e impõe restrições às atividades de sísmica em épocas de acasalamento, reprodução e migração de espécies, e restrições às atividades que causem distúrbios físicos nas proximidades de corais. É também proposta a designação de algumas áreas como *National Marine Conservation Area*, com liberação para E&P somente mediante a designação oficial.

Este mesmo estudo apresenta também uma discussão sobre a significância ecológica da Scotian Shelf, indicando a presença de importantes atributos para manutenção do ecossistema, conservação da diversidade de espécies, populações e *habitats*, e funções ecológicas. A identificação da significância ecológica destas áreas na Scotian Shelf é feita a partir de diversos critérios, incluindo:

- (a) Critérios de primeira ordem: produtividade biológica, biodiversidade (diversidade de espécies e genética), áreas de reprodução, migração ou áreas de refúgio (não reprodutivas), *habitats* de espécies em perigo e ameaçadas, *habitats* raros/únicos e *habitats* para espécies raras, naturalidade.
- (b) Critérios de segunda ordem: dependência/sobrevivência, fragilidade/sensibilidade, significância em termos de escala.

A identificação das interações das atividades de E&P nas áreas sensíveis também segue alguns critérios estabelecidos no estudo, como: naturalidade da área, produtividade e reprodução, falta de informações sobre as comunidades bentônicas, possibilidade de existência de corais em águas profundas, sensibilidade das áreas costeiras (em relação à derramamentos de óleo), potencial de danos em espécies raras e ameaçadas, diferentes visões em relação aos impactos potenciais em espécies lucrativas para a pesca comercial.

3.2.1.2.2 AAE no oeste canadense (British Columbia)

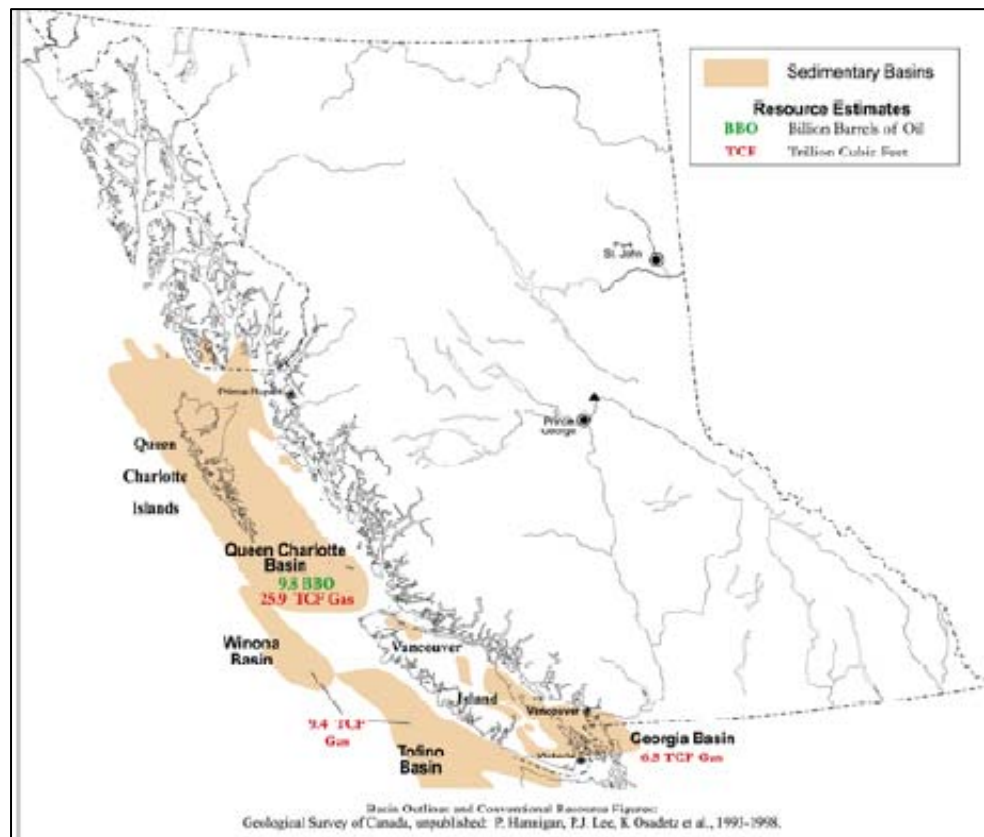


Figura 3.9 – Bacias petrolíferas da província de British Columbia (MEM, 2002)

O oeste do Canadá apresenta quatro bacias de petróleo e gás natural: Queen Charlotte, Winona, Tofino e Geórgia (Figura 3.9). Estima-se que haja 42 trilhões de pés cúbicos de gás natural e 9.8 bilhões de barris de petróleo. Esta parte da costa Canadense apresenta uma história peculiar em relação à E&P, que teve início ainda nos anos 1950. A região esteve sob Moratória Federal desde de 1972, quando o Governo do Canadá decretou que nenhuma nova permissão para E&P poderia ser dada, e que todas as atividades já com autorizações deveriam ser suspensas. Posteriormente, em 1989, após a ocorrência de derramamentos de óleo severos (Exxon Valdez), outra moratoria foi estabelecida, a Moratória Provincial, desta vez pela província de British Columbia, que impediria qualquer perfuração *offshore* por no mínimo cinco anos (MEM, 2002).

Desde então, diversos estudos foram elaborados para identificar se havia a possibilidade de extrair os recursos das bacias de uma forma ambientalmente viável. Dentre estes estudos, destacam-se os elaborados por Jacques Whitford (2001) e pela Royal Society of Canada (2004), ambos com foco na Queen Charlotte Basin (QCB), possivelmente a maior produtora.

O estudo da Jacques Whitford (2001) foi contratado para avaliar a viabilidade ambiental da E&P na província de British Columbia. O estudo seguiu as principais etapas dos estudos de AAE realizados para o leste do Canadá, apresentando características da biodiversidade local, das atividades de E&P, seus impactos e também os riscos associados aos derramamentos de óleo, em cada uma das etapas da E&P. Estatísticas de acidentes são apresentadas de forma detalhada. São também estudadas diferentes faixas de probabilidades de riscos e os valores aceitáveis para a realidade do Canadá. São também descritos os possíveis danos causados pelos derramamentos na flora, fauna e biodiversidade. Alguns danos são destacados, como: bioacumulação do óleo ao longo da cadeia alimentar, causando efeitos letais e sub-letais; irritação, causando um aumento da sensibilidade da pele (principalmente mamíferos); flutuabilidade de aves marinhas, podendo torná-las mais vulneráveis à outras ameaças, antrópicas ou não; persistência do óleo no ambiente; etc.

O estudo conclui que não há nenhuma inadequação científica ou tecnológica, apropriadamente aplicada em um contexto regulatório, que justifique a moratória das atividades de E&P. Diversas recomendações foram feitas, entre elas a realização de pesquisas e elaboração de um plano de trabalho para responder às recomendações.

O outro estudo, da Royal Society of Canada (2004) foi solicitado pelo *Minister of Natural Resources Canada* para avaliar de forma científica a viabilidade ambiental da realização de atividades de E&P na província de British Columbia e ser uma referência para as consultas públicas sobre o tema. Além de contextualizar o histórico e as etapas da E&P, o documento também mostra a importância da avaliação de riscos no processo de tomada de decisão. Tomando como base o Princípio da Precaução¹², o estudo identifica lacunas no conhecimento científico e propõe uma série de recomendações. Dentre estas lacunas podem

ser citadas: a identificação e determinação dos VEECs (*Valued Ecological and Economic Components*), que, para a região, referem-se às espécies em risco, espécies com importância ecológica; distribuição espacial e sazonal das espécies que são VEECs; identificação de áreas de acasalamento; estudos de linha de base referentes aos *habitats* de diferentes espécies; modelagem de trajetórias de derramamentos de óleo; etc.

Com base nestas informações o estudo apresenta recomendações, como: designação dos locais onde há presença de recifes esponjosos como Área de Proteção Marinha (*Marine Protected Area*), protegida principalmente de atividades de pesca e perfuração; manutenção de uma área de exclusão para perfuração com uma distância de 20 km da costa até que restrições mais específicas possam ser determinadas a partir de estudos de trajetórias de derramamentos e vulnerabilidade da costa; proibição de atividades de sísmica em áreas com *habitats* críticos para espécies em perigo, ameaçadas ou de interesse especial, e em períodos em que estas espécies são mais vulneráveis (migração, acasalamento, etc). De acordo com o estudo, conforme as lacunas do conhecimento científico sejam eliminadas, as restrições mencionadas nas recomendações poderão substituídas por restrições mais localizadas, tanto espacialmente quanto temporalmente. Ainda assim, a conclusão final do estudo é que, não há lacunas no conhecimento científico que justifiquem a manutenção da Moratória Federal. No entanto, caso esta seja suspensa, regulações devem ser elaboradas para garantir que as lacunas existentes serão eliminadas antes do início das atividades de E & P na QCB.

3.2.1.3 O caso da Austrália

A Austrália¹³ é um dos maiores países do mundo (7.686.850 km²) e possui uma população de 19,7 milhões de habitantes (2003) (LIMA/COPPE/UFRJ, 2004). O país é governado sob um sistema federativo, com diferentes níveis de atuação: o chamado

¹² A interpretação do Princípio da Precaução utilizada pelo Painel de Especialistas, de acordo com o estudo, é que, “face a uma incerteza científica, é preferível errar para o lado da precaução”.

¹³ Em 2005 a Austrália apresentou a 19ª posição mundial de produção de gás natural e a 27ª em produção de óleo. Em relação às reservas provadas apresentou a 14ª posição em reservas de gás natural e a 27ª em reservas de petróleo (ANP, 2006a).

Commonwealth, os Estados e os territórios. Apesar do Governo Federal ter o poder para legislar nos territórios, a legislação do Commonwealth aplica-se apenas aos Estados onde há permissão da Constituição Australiana. Esta estrutura complexa acabou por contribuir para que a legislação ambiental do país nos níveis Estaduais e Federal também se tornasse complexa (SEA Wiki, 2007).

O exemplo da Austrália é bastante interessante para o presente trabalho de tese, não apenas devido à biodiversidade única do país, com a presença, por exemplo, da grande barreira de corais (*Great Barrier Reef Marine Park – GBRMP*), mas também pela abordagem adotada para implementação da AAE no país, nos diferentes níveis geográficos e políticos.

No nível dos Estados/territórios, observa-se que há uma abordagem estratégica no desenvolvimento de propostas de PPP, havendo também diferentes metodologias de AAE. O *New South Wales*, por exemplo, menciona a AAE no Ato Protection of the Environment Operation, de 1997. Além disso, planos locais e regionais devem realizar estudos ambientais de acordo com o Environmental Planning and Assessment Act, de 1979 (SEA Wiki, 2007). Já em *Victoria*, os efeitos ambientais significativos de um plano de desenvolvimento devem ser considerados pelas autoridades do planeamento. Um exemplo disto é a Estratégia Costeira de Victoria, que utilizou uma abordagem ad-hoc de AAE (SEA Wiki, 2007). Em *Queensland* há apenas um potencial para aplicação da AAE, mas não se identifica nenhuma abordagem ou orientação específica. Na Austrália do Sul (*South Australia*) uma AAE informal foi utilizada no processo de planeamento costeiro em 1989 (*South Australian Marina Strategy*) (Harvey, 2000). Na *Tasmania*, assim como em *Queensland*, há apenas um potencial para aplicação da AAE, mas não se identifica nenhuma abordagem ou orientação específica. No Oeste Australiano (*Western Australia*), observa-se uma maior prática de AAE. Entre 1995 e 2001 cerca de 40 AAEs foram realizadas pela Agência de Proteção Ambiental (*Environmental Protection Agency - EPA*) em uma série de propostas, de acordo com o *Environmental Protection Act* de 1986. A EPA também promoveu a realização de uma revisão da avaliação estratégica do desenvolvimento de gás natural (*Gorgon Gas Development*) na costa de Pilbara, realizada pelo Governo Estadual entre 2002 e 2003. De acordo com as modificações incorporadas em

2003 no *Western Australia Environmental Protection Act*, de 1986, a EPA pode avaliar propostas utilizando a avaliação estratégica formalmente, caso estas apresentem efeitos significativos no meio ambiente. Os proponentes também podem propor voluntariamente que a avaliação seja feita pela EPA (SEA Wiki, 2007).

Já no nível Federal, o *Environment Biodiversity Conservation Act* de 1999 (EPBC Act) é o principal ato ambiental que orienta a elaboração da AAE em PPPs, e cuja decisão pela condução cabe ao Ministro do Meio Ambiente (Dalal-Clayton & Sadler, 2005). Seu enfoque na biodiversidade auxilia a orientação das AAEs voltadas para estas questões. Isto pode ser claramente observado pelos próprios objetivos do EPBC, que incluem:

- a ampliação da proteção ambiental especialmente nos aspectos relevantes para o país;
- a promoção do desenvolvimento ecológico sustentável por meio da conservação e uso sustentável dos recursos naturais;
- a promoção da conservação da biodiversidade;
- a promoção da proteção e conservação do patrimônio histórico, de uma atitude cooperativa para proteção e gestão ambiental envolvendo o poder público e a sociedade para a implementação das responsabilidades ambientais da Austrália;
- o reconhecimento do papel das comunidades tradicionais na conservação e uso sustentável da biodiversidade do país;
- e a promoção da participação e envolvimento destas comunidades nos processos de tomada de decisão, compartilhando seus conhecimentos a cerca da biodiversidade.

Todo o EPBC baseia-se na avaliação de atividades em áreas do Patrimônio Mundial Natural e Cultural, em áreas úmidas (sítios RAMSAR), em áreas com presença de espécies ameaçadas e migratórias, no ambiente marinho, na GBRMP, dentre outras, sendo que o

Capítulo 4, Parte 10, trata especificamente da consideração destas questões na AAE (EPBC, 1999).

No setor de E&P, o EPBC orienta também a avaliação de projetos. Já foram avaliadas diversas propostas de desenvolvimento de atividades de petróleo e gás natural de acordo com as orientações do EPBC, geralmente a partir da avaliação do impacto provável no ambiente marinho e nas espécies migratórias listadas. Apesar dos sucessos exploratórios comporem a história da Austrália – como a descoberta de grandes campos de petróleo e gás natural na Bacia de Gippsland, em 1963 (início de produção em 1969), a descoberta do campo gigante de petróleo na Bacia de Carnarvon, em 1964 (início de produção em 1967) e a descoberta do primeiro de uma série de grandes campos de gás natural no noroeste, em 1971 - a exploração das bacias sedimentares *offshore* está apenas na sua fase inicial, e os avanços nas tecnologias de produção em águas profundas sugerem um futuro muito promissor (LIMA/COPPE/UFRJ, 2004), o que torna ainda mais necessária a realização de estudos de avaliação ambiental também para PPPs.



Figura 3.10: Permissões para E&P na Austrália (LIMA/COPPE/UFRJ, 2004)

As bases para a avaliação de propostas de desenvolvimento de atividades de petróleo e gás natural realizadas atualmente para os projetos incluem o potencial de derramamentos de óleo e descargas de água de produção, efeitos dos fluidos de perfuração, os efeitos dos ruídos em espécies de cetáceos ameaçadas e listadas, dentre outros. Geralmente, exige-se que os proponentes elaborem planos de contingência para o caso de derramamento de óleo e planos de descomissionamento. Há também diretrizes específicas relacionadas às atividades de sísmica e suas interações com grandes cetáceos, elaboradas pelo Departamento de Meio Ambiente (Department of Environment and Heritage). Historicamente, observa-se que algumas propostas de sísmicas não necessitaram de aprovação justamente por terem seguido tais diretrizes.

Além do EPBC, as atividades de petróleo também são reguladas pelo Ato do Petróleo (Submerged Lands) de 1967 (o PSL Act). Embora a aprovação esteja sujeita ao EPBC, os proponentes têm que receber primeiramente a aprovação sob o PSL. Este Ato é responsável pelo monitoramento da operação cotidiana de exploração de petróleo *offshore* e as atividades de desenvolvimento. Em particular, a avaliação para emissão da aprovação requer a submissão de um plano ambiental, com uma descrição detalhada do ambiente, dos riscos e de suas conseqüências; legislação ambiental pertinente; objetivos de desempenho ambientais, padrões e critérios; uma estratégia de implementação (inclusive um Plano de contingência de Derramamento de Óleo e um Plano de Resposta de Emergência); informando arranjos; e regime de consulta pública.

Atualmente o Departamento de Indústria, Turismo e Recursos (Department for Industry, Tourism and Resources) está empreendendo uma revisão dos Regulamentos ambientais atuais do PSL. A revisão, que inclui a participação de atores sociais da indústria, governo e a comunidade ambiental, tem como objeto continuar promovendo uso múltiplo dos recursos marinhos de Austrália e as melhores práticas ambientais.

Além das avaliações de projetos, observa-se que até o momento apenas uma AAE para E&P foi iniciada de acordo com o EPBC Act. Em 2001 o Ministério do Meio Ambiente (*Minister of Environment and Heritage*) e o Ministério da Indústria, Ciência e Recursos Naturais (*Minister for Industry, Science and Resources*, atual *Industry, Tourism and Resources*) concordaram com a realização de uma AAE das atividades de exploração

offshore nas águas marinhas Australianas. O documento está sendo elaborado pelo Ministério da Indústria, de acordo com um termo de referência (ver descrição em LIMA/COPPE/UFRJ, 2004). O estudo tem como objetivo avaliar os impactos ambientais potenciais das atividades de exploração de petróleo em regiões da costa australiana para orientar a seleção e liberação de áreas para E&P *offshore*, a concessão de licenças de exploração, as atividades de exploração (inspeções sísmicas, perfuração exploratória) e outras atividades correlatas, mas apesar disto, apenas as atividades de exploração são avaliadas.

Até o momento, apenas parte do relatório foi disponibilizado, mas avaliando o sumário executivo observa-se que o ponto chave é a matriz de avaliação. Nesta, são identificados não apenas impactos, mas também riscos, destacando os pontos mais críticos da interação das atividades de exploração com o meio ambiente marinho e a biodiversidade Australiana. Também são identificadas algumas medidas de mitigação. No caso dos derramamentos de óleo os grandes destaques são o estabelecimento de calendários para que a exploração não ocorra em épocas de acasalamento e de migração de certas espécies, o Plano de Contingência e a alocação de recursos de resposta mais próximos das áreas mais sensíveis.

O relatório avalia os pontos chaves destacados no EPBC, priorizando uma avaliação dos ecossistemas e *habitats*, com determinação de sua importância para a biodiversidade e para a economia, além das principais ameaças, descrevendo também características das espécies em termos de distribuição e padrões de migração. São descritos ainda os sítios RAMSAR e do Patrimônio Ambiental, bem como as pressões impostas a estes locais e o possível incremento das mesmas, devido à E&P.

Outro estudo interessante, apesar de não poder ser considerado um estudo de AAE, e de ter sido elaborado para um local específico, é a Avaliação da Sensibilidade de Mamíferos Marinhos à E&P na área de proteção de mamíferos marinhos do Parque Marinho *Great Australian Bight* (*Great Australian Bight Marine Park - Marine Mammal Protection Zone*). O estudo tomou como base a avaliação de riscos, apresentando uma metodologia que pode ser vista como um guia, aplicável em qualquer área com presença de mamíferos marinhos ou qualquer outra espécie característica da biodiversidade local.

O estudo avalia a sensibilidade a diferentes causas, como ruído, colisões com estruturas de E&P e também derramamentos de óleo. O ponto interessante é que é realizada uma avaliação dos riscos de forma semi-quantitativa, mais adequada para tomadas de decisão em que não há muitas informações exatas sobre a severidade e da frequência de ocorrência dos eventos acidentais. Baseando-se nas características da biodiversidade local (identificação de espécies, citação na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN e apêndices da Convenção CITES), nas características da E&P, seus impactos e histórico de acidentes, são atribuídos para cada causa graus de severidade das consequências (insignificante – nota 1, menor – nota 2, moderado – nota 3, maior – nota 4, catastrófico – nota 5) e de probabilidade de ocorrência (raro – nota 1, improvável – nota 2, possível – nota 3, provável – nota 4, quase certo – nota 5), resultando em uma nota final que representa o risco relativo (extremo, alto, moderado, baixo), utilizada para classificar os riscos em um *ranking* e destacar aqueles que forem mais significativos (Figura 3.11). Os critérios utilizados para atribuição dos graus de severidade das consequências e as probabilidades também foram definidos para cada atributo impactado, conforme denominado no guia. No caso dos danos à biodiversidade devido à ocorrência de derramamentos de óleo, por exemplo, diferentes atributos seriam afetados, como a qualidade da água, a cadeia alimentar, a reprodução e a saúde dos mamíferos. A Tabela 3.7 mostra os critérios de severidade adotados para estes atributos. Ao final, o estudo lembra que a decisão deve sempre ser baseada no Princípio da Precaução, conforme descrito no EPBC, e que estudos mais detalhados do risco real, devem ser realizados em etapas posteriores.

	CONSEQUÊNCIA				
POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA	Insignificante (1)	Menor (2)	Moderada (3)	Maior (4)	Catastrófica (5)
Rara (1)	1	2	3	4	5
Improvável (2)	2	4	6	8	10
Possível (3)	3	6	9	12	15
Provável (4)	4	8	12	16	20
Quase certa (5)	5	10	15	20	25

	Risco extremo	Requer extrema vigilância e documentação constante sobre o estado da atividade, ou deve ocorrer apenas em períodos específicos do ano em que o risco à biodiversidade possa ser minimizado. Quando o risco não pode ser mitigado a atividade não deve ocorrer na área em questão.
	Risco alto	Requer demonstração e comprovação do gerenciamento do risco.
	Risco moderado	Requer menção especial em um Plano de Gestão Ambiental.
	Risco baixo	Requer gerenciamento rotineiro no contexto de um Plano de Gestão Ambiental.

Uma vez que os riscos são classificados e ordenados utilizando esta tabela, é possível estabelecer alvos e metas para o tratamento da exposição ao risco, começando pelos riscos mais elevados.

Figura 3.11: Avaliação de riscos (Pidcock et al, 2003)

Apesar de não ser utilizado desta forma no estudo, este é um exemplo interessante de como é possível avaliar diferentes alternativas de E&P (locacionais e tecnológicas) em instâncias mais estratégicas utilizando uma avaliação de riscos que não seja exclusivamente qualitativa, e que permita uma comparação de alternativas, o que não era possível nos outros países apresentados neste Capítulo. As limitações da metodologia residem na ausência de dados detalhados, e a não consideração da cumulatividade.

Tabela 3.7: Exemplos de critérios de severidade para atributos com alterações na biodiversidade (Pidcock et al., 2003)

Área impactada (a)	Consequências insignificantes (Nota = 1)	Consequências menores (Nota = 2)	Consequências moderadas (Nota = 3)	Consequências severas (Nota = 4)	Consequências catastróficas (Nota = 5)
Qualidade da água	Liberação acidental de poluente temporária e em pequena escala, dispersando para níveis mínimos ou indetectáveis em um curto período de tempo.	Devido à liberação acidental de poluente (incluindo óleo e fluido de perfuração) sem efeitos persistentes. Não há necessidade de assistência externa.	Devido à liberação acidental controlada/não controlada de poluente persistente no ambiente por semanas, podendo cobrir ou ser ingerido por animais marinhos. Geração de significativas quantidades de resíduos perigosos em um grande área e ou com potencial para contaminação da costa. Morte de alguns animais marinhos e redução do sucesso reprodutivo por 1 ou 3 anos. Assistência externa pode ou não ser necessária.	Devido à liberação acidental incontrolável de poluente, incêndio ou explosão. Volume ou natureza dos componentes químicos liberados implica em persistências no ambiente em torno de meses, com particular atenção àqueles em que há migração de cetáceos mencionados em listas vermelhas, resultando em mortalidade em populações marinhas e significativa redução do sucesso reprodutivo por 3 ou mais anos. Assistência externa requerida.	Devido à liberação acidental não controlável, incêndio ou explosão. Quantidades significativas de poluentes liberada de forma a cobrir uma área grande, persistindo no ambiente em níveis detectáveis por meses ou anos. Auxílio externo com significativo esforço de limpeza é necessário. Liberação crônica extensiva de poluente perigoso. Mais de 50% de redução no sucesso reprodutivo de animais marinhos locais por décadas ou mais, podendo levar a erradicação de espécies vulneráveis.
Fonte de alimentos (não impacta espécies migratórias que não se alimentam na área)	Redução em pequena escala e temporária na abundância de alimentos (maior do que o esperado a partir de variações naturais) devido às atividades de exploração ou produção em uma área relativamente pequena. Possibilidade de encontrar alimentos nas vizinhanças.	Redução do fornecimento de alimentos devido à alterações na cadeia alimentar (redução de presas por alguns dias). Alguns impactos nutricionais nos animais marinhos, sem levar à fome.	Grande redução nos alimentos devido à morte de indivíduos de diferentes espécies de presas por um período moderado de tempo (meses). Impactos na nutrição de animais marinhos resultando na redução do sucesso na alimentação e em algumas mortes (<10% da população alimentada) devido à fome.	Morte de indivíduos de diversas espécies de presas, com danos aos seus <i>habitats</i> chaves dificultando a recuperação das populações de presas, podendo levar até 1 ano ou mais para ocorrer. Impactos na nutrição resultam em significativa redução do sucesso na alimentação por 1 ano ou mais.	Dano significativo na alimentação e nos <i>habitats</i> resultando em reduções no número de indivíduos por por alguns anos. Efeitos que podem causar morte em espécies de animais marinhos, particularmente as espécies locais e não migratórias.

Outro exemplo interessante é a avaliação do *Gorgon Gas Development*, na Costa de Pilbara, oeste da Austrália, realizada em 2002 e 2003. Apesar de não ter sido uma AAE formal, a avaliação foi realizada pelo governo estadual (*state government*), incluindo considerações sobre as questões sociais, econômicas e ambientais, bem como as implicações da proposta para o oeste europeu (Dalal-Clayton & Sadler, 2005). O estudo foi realizado com grande interação entre as agências relevantes, e também com as partes interessadas (Dalal-Clayton & Sadler, 2005). Além de respostas às questões apresentadas pelas submissões públicas, o processo incluiu ainda avaliações sobre a situação ambiental, realizada pela Autoridade de Proteção Ambiental do Oeste da Austrália (*Western Australian Environmental Protection Authority*), recomendações acerca dos valores da conservação da biodiversidade, elaborado pela Comissão de Conservação do Oeste da Austrália (*Conservation Commission of Western Australia*), e recomendações acerca das considerações sociais, econômicas e estratégicas para o Departamento da Indústria e Recursos (*Department of Industry and Resources – DoIR*) (Dalal-Clayton & Sadler, 2005). Em 2003 o parecer foi dado como positivo e o proponente iniciou um processo de avaliação ambiental dos projetos do gasoduto e da estação de compressão de gás natural.

3.2.2 Considerações sobre a experiência internacional

Os itens anteriores apresentaram a experiência internacional em relação à consideração da biodiversidade nos estudos de AAE da E&P *offshore* de petróleo e gás natural. Pôde-se observar que as agências governamentais do Reino Unido, Canadá e Austrália, vêm utilizando a AAE como instrumento para a incorporação das questões ambientais em diversos momentos do planejamento do setor de petróleo e gás natural, principalmente antes da oferta de blocos à licitação.

Na mesma direção, estudos de levantamento do estado da arte internacional apontam para a importância e a necessidade do desenvolvimento de metodologias específicas para realização da AAE no setor de petróleo e gás natural (Malheiros, 2002; Miyamoto, 2003; LIMA/COPPE/UFRJ, 2004; Wagner & Jones, 2004).

Com base nos estudos consultados, observou-se que a maior parte dos países citados incorpora as questões estratégicas sobre a biodiversidade nos estudos de AAE, embora o foco usual esteja nos impactos à biodiversidade causados pela construção das unidades e operações de rotina da E&P, e não aos riscos apresentados pelos eventos acidentais. Quando a avaliação dos riscos devido aos eventos acidentais é realizada, esta é feita de forma estritamente qualitativa, sem comparação de alternativas e algumas vezes até superficial.

No Canadá destacou-se a utilização de componentes ambientais chaves (VECs ou VEECs, no caso do oeste do Canadá) para orientação da avaliação ambiental, auxiliando na focalização das questões mais estratégicas, mas que, por outro lado, pode significar uma simplificação inadequada caso a seleção dos componentes não seja realizada de forma minuciosa e de acordo com cada realidade local. A incorporação de espécies raras e áreas sensíveis nos VEC, e a consideração do histórico, frequências e magnitudes dos acidentes ocorridos no mundo e no Canadá pareceram auxiliar no direcionamento da avaliação dos riscos à biodiversidade. A Austrália também tem uma abordagem equivalente, pela avaliação de pontos chaves, como as espécies na Lista Vermelha, no EPBC. A descrição da biodiversidade de forma mais ampla, incluindo dados sobre as cadeias alimentares de algumas espécies topo e variações sazonais e espaciais da distribuição, além de padrões de migração, também são um ponto de destaque no Canadá e Austrália.

Por outro lado, nenhum dos relatórios estudados do Canadá apresentou critérios explícitos para avaliação da interferência das atividades de E&P nos chamados componentes ambientais (VECs). Esta avaliação foi sempre realizada de forma estritamente qualitativa, comprometendo por vezes, a clareza do processo de tomada de decisão. Apesar disto, o estudo realizado por Jacque Whitford (2007) apresentou alguns critérios interessantes para identificação de áreas sensíveis e avaliação da significância ecológica, que poderiam balizar parte da avaliação de riscos à biodiversidade.

Já na Austrália, observa-se que a experiência na avaliação de riscos e a menção da avaliação ambiental de PPPs, originada do EPBC, direcionam os estudos para um caminho mais definido, semi-quantitativo, com estabelecimento de critérios claros e adequados para este nível de análise, orientando melhor a tomada de decisão. Também foi possível

observar um aumento da clareza dos critérios utilizados para avaliação no Reino Unido, e um detalhamento maior das questões relacionadas à biodiversidade ao longo dos anos, em cada estudo de AAE elaborado. Observa-se também um maior destaque para os riscos à biodiversidade decorrentes de derramamentos de óleo a partir de diversas fontes (navios, dutos, plataformas).

Outra importante evolução no Reino Unido foi a compatibilização dos objetivos de tratados internacionais, planos e diretrizes de proteção da biodiversidade, com as atividades de E&P e avaliação da sensibilidade da costa (por tipo de substrato) e sensibilidade de espécies aos derramamentos de óleo. Esta preocupação também ficou clara na Austrália, quando o EPBC destaca a importância da consideração dos sítios RAMSAR e do Patrimônio Natural nos estudos de AAE. Já no Canadá não há menção, em nenhum dos estudos avaliados, aos tratados internacionais de conservação da biodiversidade, deixando a dúvida se os objetivos e diretrizes destes foram considerados nas AAEs, e se influenciaram o processo de tomada de decisão.

Em relação aos acidentes, a quinta AAE do Reino Unido apresenta um histórico mais detalhado, incluindo histórias de derramamentos de óleo na área de abrangência. A sexta AAE já apresenta cenários de desenvolvimento e avalia, ainda que qualitativamente, a vulnerabilidade de cada área em caso de derramamentos de óleo.

No Canadá e também na Austrália, a maior parte dos estudos de AAE considerou apenas os impactos e riscos das atividades de exploração, indicando que as atividades de produção causariam apenas impactos cumulativos, em relação àqueles causados na exploração. Em relação especificamente ao risco à biodiversidade devido aos derramamentos de óleo, observa-se que isto não é verdade. O próprio relatório da JWL (2001) indica que a produção de petróleo e gás natural no Canadá apresenta maior volume de hidrocarbonetos derramados em acidentes do que as atividades de exploração, mostrando que avaliações do risco seriam essenciais também para esta etapa.

As incertezas foram descritas na análise de lacunas, um ponto comum do Reino Unido, Canadá e Austrália. Esta análise mostrou-se relevante, uma vez que viabiliza a orientação de estudos posteriores em outras instâncias da decisão (programas e projetos), bem como

indica pontos de incerteza na AAE. A descrição das tecnologias de E&P, bem como estimativa destas atividades (número de sísmicas simultâneas, número de poços de perfuração simultâneos, etc) no Canadá, pareceu ser bastante apropriada para avaliação de cumulatividades, ainda que os dados tenham alto nível de incertezas. A questão das incertezas também aparece nas “simulações” de tempo atingimento do óleo na costa, mas estas podem ser consideradas inerentes a este nível de decisão, com escassez de dados de entrada e ampla gama de possíveis cenários de E&P e acidentais.

Mas apesar das modificações e evolução no tempo, os estudos permanecem sem avaliar e comparar cada uma das alternativas vis-à-vis os critérios estabelecidos. A avaliação é realizada para a área como um todo, de uma forma global, e as análises são quase que exclusivamente qualitativas, na maior parte dos casos sem a utilização de critérios claros, o que diminui a transparência, além de parecer dificultar, a tomada de decisão e a escolha de alternativas. Apenas o Canadá apresenta uma avaliação mais clara, semi-quantitativa, com base na teoria de riscos.

Ainda assim, observou-se pela prática internacional, que a realização de um processo formal de AAE nas instâncias de planejamento permite que as questões estratégicas sobre a biodiversidade sejam tratadas e discutidas nas escalas apropriadas, considerando as diversas etapas do ciclo de E&P. Além disso, permite reduzir a incerteza sobre questões críticas em estágios iniciais do processo de tomada de decisão, como a superposição das áreas ofertadas para E&P e áreas legalmente protegidas, por exemplo.

Observou-se também, que a AAE permite a identificação das organizações e indivíduos que detém informações estratégicas importantes para o processo de tomada de decisão, viabilizando o envolvimento dos atores sociais relevantes (*stakeholders*) em estágios iniciais do processo, aumentando sua participação e contribuição. Resumidamente, os benefícios identificados, relacionados à biodiversidade incluem:

- Clarificação e compreensão do contexto político e legal que relaciona as atividades de E&P com a conservação e proteção da biodiversidade;
- Apontamento das incertezas e identificação de lacunas;

- Criação de oportunidades de revisão das fronteiras das áreas de concessão, visando atender aos múltiplos interesses, tanto comerciais e energéticos, quanto de conservação e proteção da biodiversidade;
- Criação de oportunidades para projetar medidas de mitigação e ações de resposta a eventos acidentais mais efetivas, antes da entrada em operação;
- Criação de oportunidades de desenvolvimento de parcerias visando garantir uma avaliação e gestão eficiente e eficaz dos ativos da biodiversidade; e
- Fornecimento de informações necessárias para a etapa de projetos, como para os Estudos de Impactos Ambientais.

Novamente, pode-se concluir que a consideração dos riscos à biodiversidade é abordada internacionalmente na E&P *offshore* de petróleo e gás natural principalmente na instância de Planos, ainda que de forma não esquemática e predominantemente qualitativa, sem caráter semi-quantitativo. Porém, uma vez que os termos políticas, planos e programas têm significado diferente em diferentes países, dependendo do contexto político e institucional local (Dalal-Clayton & Sadler, 2005), faz-se necessário o desenvolvimento de uma metodologia similar àquelas apresentadas no presente Capítulo, adaptadas à realidade brasileira. Para tal, é importante que esta metodologia seja abrangente, para que possa ser aplicada não apenas às instâncias de Planos, mas também aos Programas, e quiçá, Políticas, de forma a influenciar e auxiliar efetivamente a tomada de decisão.

No Brasil isto foi realizado de forma pioneira, no estudo de AAE dos Programas de Desenvolvimento das Atividades de Exploração, Produção, Transporte e Uso de Petróleo e Gás Natural do litoral sul da Bahia, pelo Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente da Universidade Federal do Rio de Janeiro (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003), seguindo a metodologia da Avaliação Estratégica do Risco à Biodiversidade, proposta nesta tese. Os resultados do estudo da Bahia mostram que uma avaliação dos riscos à biodiversidade como parte integrante da AAE, realizada de acordo com a metodologia de AERB, pode auxiliar no processo de tomada de decisão, com a escolha de alternativas que apresentem não apenas o menor impacto ambiental, mas também um menor risco de ocorrência de

acidentes que causem danos ao meio ambiente e conseqüentemente à sociedade e até à economia local. (Garcia, 2003^b).

Além de auxiliar na prevenção de acidentes, a AERB pode ainda auxiliar no combate aos derramamentos de óleo, fornecendo informações e subsídios importantes para elaboração dos planos de emergência individuais, planos de área ou do plano nacional de contingência, bem como critérios para seus acionamentos.

O próximo Capítulo apresenta tal proposta metodológica, seguida pelo Capítulo V, com apresentação do exemplo de aplicação na instância de Programas, no litoral sul da Bahia e Capítulo VI, com apresentação de um exemplo e simulação da aplicação da AERB para a instância de Planos.

CAPÍTULO IV – AVALIAÇÃO ESTRATÉGICA DO RISCO À BIODIVERSIDADE (AERB)

Este capítulo apresenta uma proposta de metodologia para inclusão da avaliação do risco à biodiversidade - decorrente de liberações acidentais de hidrocarbonetos - em estudos de AAE de planos e programas da E&P de petróleo e gás natural *offshore* no Brasil, com o objetivo de auxiliar o processo de tomada de decisão e escolha de alternativas. Para tal, são estabelecidos primeiramente alguns princípios norteadores visando balizar a elaboração e utilização da metodologia. Posteriormente são compatibilizados os objetivos e questões a serem respondidas pela Avaliação Estratégica do Risco à Biodiversidade (AERB) com cada etapa da AAE. Por fim, é apresentada a metodologia de AERB de forma detalhada, considerando o referencial metodológico sobre avaliação de riscos e análise multicritério.

4.1. Princípios norteadores da AERB

Não existe um único modelo de AAE que possa ser aplicado ao setor de petróleo e gás natural em todos os países. A diversidade de abordagens apresentadas no Capítulo III reforça a afirmação. Assim, considera-se que a AAE mais eficaz é aquela capaz de se adaptar à realidade da estrutura legal e de planejamento de cada país (Fisher, 2005). Em muitos casos algumas adaptações podem ser necessárias dependendo de quem for o agente responsável pela avaliação, isto é, se o estudo de AAE é liderado por uma agência governamental, ou por uma empresa ou grupo de empresas. No entanto, independente da abordagem utilizada, a AAE deve ser capaz de envolver os atores sociais relevantes e permitir que os resultados das análises sejam alcançados em tempo hábil para influenciar a tomada de decisão, levando em consideração as questões ambientais apontadas como estratégicas (Thérivel & Partidário, 1996; Treweek et al., 2005).

Apesar da diversidade de abordagens observada, existem, especificamente em relação às questões da biodiversidade, princípios básicos estabelecidos pela IAIA (*International Association of Impact Assessment*) em 2005 (IAIA, 2005) para orientar a incorporação destas questões nos estudos de AAE, independente de tratar-se de uma AAE setorial ou

regional. Estes princípios foram estabelecidos utilizando como linha mestra o conjunto de requisitos presentes na CDB, já mencionados no Capítulo II desta tese.

De acordo com os princípios propostos (IAIA, 2005, Treweek, 2005, CDB, 2006), a biodiversidade deve ser reconhecida como base para importantes serviços ambientais, devendo ser considerados não apenas seu valor ambiental intrínseco, mas também o seu valor social e econômico, como fornecedora de bens e serviços, possibilitando atividades de subsistência, a geração de empregos em pequenas comunidades, viabilizando atividades de ecoturismo, bem como melhorando a saúde da população e sua qualidade de vida (IAIA, 2005).

Uma AAE setorial da E&P de petróleo e gás natural que siga os princípios gerais da biodiversidade (IAIA, 2005) deve incorporar tanto os aspectos socioeconômicos quanto ecológicos/ambientais, podendo utilizar como ferramenta para a avaliação, mapas de unidades de conservação e outras áreas protegidas, de sítios importantes do ponto de vista da conservação e proteção da biodiversidade, mapas de sensibilidade ambiental, e análises de riscos (WWF, 2005). O objetivo destas ferramentas é auxiliar na identificação dos ativos da biodiversidade expostos aos perigos inerentes das atividades de E&P, bem como a extensão dos possíveis danos, no caso de ocorrência de eventos acidentais. Além disso, algumas medidas podem ser sugeridas para compatibilizar os objetivos estratégicos da tomada de decisão com as questões apontadas pelo uso das ferramentas acima citadas. O WWF (WWF, 2005) menciona alguns exemplos:

- (i) Estabelecimento de limites espaciais, como, por exemplo, garantir que as áreas protegidas ou de relevância para a proteção da biodiversidade sejam consideradas, temporariamente ou permanentemente, como *no-go areas*, isto é, áreas não disponíveis para a E&P;
- (ii) Estabelecimento de níveis de controle, como, por exemplo, limites de extração de hidrocarbonetos ou limites de concentração e volume de descargas poluidoras;
- (iii) Estabelecimento de regulação visando o desempenho ambiental das unidades

de E&P;

- (iv) Estabelecimento de planos de emergência em vários níveis (local, regional, nacional) de forma consistente com os planos de ação para proteção à biodiversidade locais e nacionais.

Porém, considerando tanto os ecossistemas marinhos quanto os terrestres presentes nas áreas com potencial para E&P, deve-se sempre considerar a dificuldade de obtenção de informações sobre a biodiversidade em escalas apropriadas, que viabilizem o estabelecimento das medidas acima mencionadas, de forma a influenciar positivamente o processo de tomada de decisão setorial. Algumas medidas internacionais têm sido tomadas para tentar minimizar este problema. Um exemplo é a colaboração entre a *IHS Energy* e o *World Conservation Monitoring Centre* da UNEP (United Nations Environment Programme, UNEP-WCMC). O objetivo do centro é fornecer informações globais sobre biodiversidade para o setor de energia, integrando dados das áreas sob concessão, blocos de E&P, campos de petróleo, bacias sedimentares, reservas, dutos e outras informações, em diferentes níveis e escalas, relacionadas não só às atividades de E&P, mas também às unidades de conservação e áreas protegidas nacionais e internacionais, *habitats* e ecossistemas (UNEP-WCMC/IHS Energy, 2005). Ainda assim, cabe destacar que não se pode assumir que todas as áreas relevantes para a biodiversidade são ou serão decretadas como unidades de conservação ou como outras áreas de proteção legal. Também não há consenso em relação aos níveis aceitáveis de atividades nas diferentes categorias de áreas sensíveis, como nos *hotspots* da *WWF's Global 2000 network*, por exemplo. Assim, também se torna necessário avaliar no contexto das PPPs, as distribuições de *habitats* e espécies da vida selvagem, os locais e fronteiras das áreas protegidas, os locais e distribuição da biodiversidade fora das áreas protegidas, as restrições às atividades no interior e nas zonas de amortecimento das áreas protegidas, e a extensão em que as atividades podem se sobrepor ou interferir em áreas importantes para a biodiversidade.

Entende-se que a AAE é um instrumento adequado para identificação e avaliação de tais questões (IAIA, 2005). A AAE oferece um benefício em termos de estruturação da consulta aos atores sociais (Vicente & Partidário, 2006), além de apresentar uma

oportunidade formal para o diálogo entre empresas e governo, sobre as metas do desenvolvimento sustentável e os riscos e impactos associados a este desenvolvimento.

É neste contexto que é proposta a metodologia de Avaliação Estratégica do Risco à Biodiversidade (AERB). Esta proposta segue os princípios básicos estabelecidos pela IAIA (2005) e pela CDB (2006), referentes à incorporação dos riscos à biodiversidade, adaptados à realidade da E&P nacional, e denominados aqui de “princípios norteadores”. Desta forma, a AERB pretende ser um instrumento de auxílio à tomada de decisão alinhado à noção de desenvolvimento sustentável, uma vez que deve compor os estudos de AAE setoriais, para as instâncias de planos e programas de E&P de petróleo e gás natural *offshore* no Brasil.

A seguir são apresentados os princípios norteadores propostos com base nas indicações de Treweek (2005) e IAIA (2005).

- a) “No net loss”: as convenções internacionais que tratam das questões de biodiversidade, como a Convenção da Diversidade Biológica, a Convenção Ramsar, e outras apresentadas no Capítulo II, consideram que nenhuma perda de biodiversidade deve ser aceita sem a tomada de medidas de mitigação efetivas. Para alcançar esta meta, os planos e programas devem procurar soluções alternativas que evitem a perda de biodiversidade e identificar ações para recompor ou compensar tal perda, indicando substitutos com valor ambiental similar visando garantir o balanço e equilíbrio ecológico. A IAIA denomina estas ações como parte de um “plano positivo para a biodiversidade”.
- b) Princípio da precaução: a definição mais utilizada para o princípio da precaução está apresentada no artigo 15 da CDB. Este princípio deve ser aplicado sempre que ativos importantes da biodiversidade estejam sob condição de perigo ou quando não houver conhecimento suficiente sobre sua importância. A falta de conhecimento sobre a eficácia e eficiência das medidas de mitigação também não pode ser utilizada como justificativa para adiar medidas de prevenção à degradação ambiental.

- c) Consideração dos impactos e riscos à biodiversidade nas escalas apropriadas: a AAE não deve negligenciar os efeitos genéticos, mas deve, primeiramente, identificar as mudanças nos ecossistemas para avaliar as ameaças à diversidade genética, não necessariamente de uma forma detalhada. A abordagem dos ecossistemas é mais desejável, pois as mudanças na biodiversidade e suas conseqüências às comunidades se dão de acordo com as fronteiras dos ecossistemas.
- d) Usos sustentável dos recursos ambientais: as alternativas consideradas nos planos e programas devem reconhecer o papel da biodiversidade como fornecedora de serviços ambientais para as comunidades locais. Muitos dos impactos e riscos associados às atividades de E&P vão de encontro à este princípio, e por esta razão diferentes alternativas tecnológicas e locacionais devem ser identificadas para evitar, ao máximo possível, a contaminação de corpos d'água, deflorestamento, degradação do solo, perda de *habitat* e fragmentação, contaminação de mamíferos decorrente de derramamentos de óleo, etc.
- e) Abordagem participativa: a consulta constante aos atores sociais, incluindo os órgãos governamentais, ONGS e população local, é importante para garantir que os valores da biodiversidade sejam tratados de maneira adequada nos estudos de AAE, e que seus usos e tradições sejam reconhecidos e respeitados.

Baseando-se nestes princípios norteadores, nos riscos à biodiversidade associados aos eventos acidentais na E&P apresentados no Capítulo I, nos compromissos internacionais para proteção e conservação da biodiversidade acordados pelo Brasil e apresentados no Capítulo II, e na experiência internacional apresentada no Capítulo III, procurou-se estabelecer uma metodologia de AERB como parte integrante de estudos de AAE, de forma suficientemente abrangente para viabilizar a sua utilização em diferentes contextos dos planos e programas setoriais da E&P no Brasil. O item a seguir descreve o primeiro momento do desenvolvimento da metodologia, a compatibilização da AERB com as etapas da AAE.

4.2. AAE e AERB

O desenvolvimento da metodologia proposta passou, em um primeiro momento, por uma identificação das questões sobre a biodiversidade que deveriam ser respondidas pela AERB, considerando os princípios norteadores e as etapas básicas dos estudos de AAE apresentadas no Capítulo III (item 3.2), de forma a garantir uma total compatibilização dos instrumentos. Tais questões, baseadas nos estudos de Treweek et al. (2005) são apresentadas a seguir para as etapas de seleção e triagem, definição do conteúdo da avaliação, estabelecimento da linha de base, definição de alternativas e avaliação ambiental, tomada de decisão, definição de medidas de mitigação e preparo da resposta aos acidentes, e monitoramento.

- a) Seleção e triagem de propostas de decisão estratégica (*Screening*): nesta etapa da AAE deve-se identificar se existem ativos da biodiversidade importantes que podem estar sujeitos ao perigo apresentado pelas diferentes alternativas nos planos e programas do setor. As questões-chave a serem respondidas são:
- Quais considerações a cerca da biodiversidade devem orientar a AAE do plano ou programa de E&P de petróleo e gás natural?
 - Existe algum conflito entre o plano ou programa setorial e as políticas e planos de conservação da biodiversidade em alguma instância (nacional, regional, local)?
 - O plano ou programa apresenta alto potencial de dano ao meio ambiente com consequências catastróficas no longo prazo?
 - O plano ou programa reduz o acesso dos usuários atuais e potenciais futuros à biodiversidade ?
 - Já existem atividades de E&P na região que representam perigo (ex: fragmentação ou perda de *habitats*) para a biodiversidade? O plano ou programa aumenta estes perigos?

- O plano ou programa setorial pode contribuir de forma significativa aos efeitos cumulativos decorrentes de possíveis danos à biodiversidade?
 - O plano ou programa afeta áreas protegidas por algum mecanismo de conservação da biodiversidade, ou áreas importantes, ameaçadas ou vulneráveis?
- b) Definição do conteúdo e abrangência da avaliação (*Scoping*): esta etapa deve auxiliar na determinação das fronteiras e da abrangência da AAE. As principais questões nesta etapa são:
- Quais as fronteiras do estudo de AAE?
 - Quais as principais implicações do plano ou programa para a biodiversidade e para as pessoas que dela dependem?
 - Como as questões relacionadas à biodiversidade devem ser avaliadas no estudo (métodos, nível de detalhamento, tempo)?
 - As áreas consideradas nos planos e programas estão inseridas em áreas de proteção, zonas de amortecimento ou em áreas que fornecem importantes serviços ambientais às comunidades locais?
 - Quais atores sociais devem ser envolvidos no processo?
 - Quais etapas da E&P apresentam riscos à biodiversidade? Quais são estes riscos e que níveis da biodiversidade podem ser afetados (bioregião, *habitat*, população, comunidade, ecossistema, espécie, genes).
 - Como estes elementos estão relacionados aos serviços ambientais oferecidos à comunidade e ao equilíbrio do ecossistema?
 - Há algum plano de conservação ou de usos sustentável destes elementos na área de estudo?
 - Quais os principais aspectos da composição, estrutura e funções da

biodiversidade que podem ser afetados pelo plano ou programa?

- Quais alternativas devem ser consideradas?

c) Linha de base ambiental e socioeconômica: situação atual da biodiversidade e avaliação da tendência evolutiva pelo estabelecimento da linha de base são essenciais para avaliar os possíveis efeitos na biodiversidade local com e sem a implementação do plano/programa. As principais questões relacionadas a esta etapa são:

- Qual a extensão adequada para a pesquisa sobre a biodiversidade local? Quais as espécies, ecossistemas e serviços ambientais merecem destaque?
- Quais critérios devem ser utilizados para avaliar a importância relativa dos diferentes elementos da biodiversidade?
- Quem deve ser parte do processo de identificação dos impactos e riscos futuros?
- Existem mapas que podem esclarecer a localização e distribuição dos recursos da biodiversidade considerados relevantes?
- Existem registros de que a área tenha apresentado alguma tendência negativa em termos de conservação da biodiversidade ao longo do tempo?
- Existe alguma ameaça ou pressão sobre a biodiversidade atualmente?

d) Definição de alternativas e avaliação ambiental: o processo da AAE deve auxiliar na identificação de alternativas nos planos e programas. Na instância de planos, por exemplo, as alternativas podem incluir diferentes arranjos para as áreas de E&P de petróleo e gás natural, variando de acordo com a sensibilidade ambiental da área. Nos programas, as alternativas podem incluir diferentes tecnologias com distintos riscos e impactos associados à biodiversidade. A avaliação dos riscos e impactos das alternativas identificadas deve ser realizada com base nos princípios norteadores apresentados anteriormente, indicando a frequência e

magnitude/severidade das alterações. As principais questões nesta etapa são:

- Qual a severidade, extensão e significância dos riscos à biodiversidade?
 - Quais as ameaças impostas pelos planos e programas à biodiversidade, seus valores e usos?
 - Há alguma possibilidade de reposição ou substituição da biodiversidade, seus valores ou usos?
 - Existem alternativas nos planos e programas de E&P que estejam em linha com os princípios norteadores?
- e) Tomada de decisão: é o ponto chave dos estudos de AAE. A decisão irá escolher a melhor alternativa, considerando inclusive as questões relacionadas à biodiversidade, e garantindo que as percepções, comentários e necessidades dos atores sociais relevantes, afetados direta ou indiretamente pela decisão, também sejam levados em conta.
- f) Definição de medidas de mitigação e de preparo para resposta a acidentes: para minimizar os efeitos adversos inerentes às atividades de E&P, medidas de mitigação podem ser necessárias, bem como o preparo à possíveis ações de resposta aos acidentes, visando prever e evitar os efeitos adversos sobre a biodiversidade. Estas ações podem ajudar a garantir o princípio “*no net loss*”. As questões principais relacionadas a esta etapa são:
- Quais ações de mitigação e de preparo para resposta aos acidentes devem ser consideradas?
 - É possível manter as alternativas flexíveis para futuras adaptações?
 - Existe alguma medida de mitigação do tipo *win-win*?
 - Quais as melhores práticas do setor, considerando a preparação para resposta aos acidentes de derramamento de óleo?

- Em quais estágios do ciclo de E&P estas ações devem ser implementadas?
- g) Monitoramento: também é importante manter, após a decisão, o acompanhamento dos resultados da implementação dos planos e programas. A comparação dos resultados previstos com o que foi realmente observado pode ser utilizada como fonte de informações para estudos de AAE no futuro. Além disso, os programas de monitoramento também podem ser utilizados como uma importante fonte de informações sobre a evolução e as alterações na biodiversidade local.

Tomando como referência os princípios norteadores e as etapas e questões apresentadas acima, que o item a seguir apresenta a metodologia de AERB proposta para auxiliar o processo de tomada de decisão dos planos e programas de E&P *offshore* de petróleo e gás natural no Brasil.

4.3. Metodologia AERB

Conforme já mencionado, a AERB pretende incorporar a avaliação dos riscos à biodiversidade nas instâncias de planos e programas do processo de tomada de decisão da E&P *offshore* de petróleo e gás natural no Brasil. A escolha de alternativas que compõe os planos e programas de E&P consideradas mais amigáveis para a biodiversidade pode auxiliar na redução dos riscos associados às liberações acidentais de hidrocarbonetos no mar. Como consequência, as atividades de E&P podem se tornar mais compatíveis com as políticas e planos de conservação da biodiversidade estabelecidos pelo país e os acordados internacionalmente.

A proposta da metodologia de AERB (Figura 4.3) está inserida como parte do contexto mais amplo da AAE, apresentado no Capítulo III (item 3.2). Além disso, a fundamentação analítica da metodologia foi construída utilizando os princípios gerais da análise de riscos, com critérios de tomada de decisão escolhidos a partir de uma avaliação dos riscos à biodiversidade, de acordo com a metodologia Avaliação Preliminar de Perigos (APP). Parte da lógica analítica também seguiu a experiência dos estudos ambientais

estratégicos realizados para o setor elétrico brasileiro, descritos no Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas (Eletrobrás, 1997), adaptados para a realidade e particularidades da E&P *offshore* de petróleo e gás natural, e para os objetivos da AERB, de avaliação dos riscos à biodiversidade.

A avaliação de riscos (Figura 4.1), utilizada como referência para a metodologia AERB, é uma avaliação quantitativa ou qualitativa da frequência de ocorrência de eventos indesejáveis e da extensão do dano decorrente destes eventos, conjugada a um julgamento de valores concernente ao significado dos resultados obtidos. Normalmente é composta pelas seguintes etapas: inventário de dados básicos; identificação de perigos; inventário das medidas de proteção passiva e ativa; determinação dos cenários de acidentes; determinação dos efeitos e danos; determinação das frequências de falhas e avaliação dos riscos propriamente dita (quanto à frequência de ocorrência e severidade dos danos).

De acordo com a avaliação, os riscos podem ser expressos de formas qualitativas - por categorias de frequência (Tabela 4.1), por categorias de consequências (Tabela 4.2) e combinação em matrizes de riscos (Figura 4.2) - ou quantitativas - por riscos sociais (risco social médio e curvas F-N) e riscos individuais (risco individual e contornos de risco individual) - (Faertes, 2004).

Figura 4.1: Esquema geral de uma avaliação de riscos (Faertes, 2004)

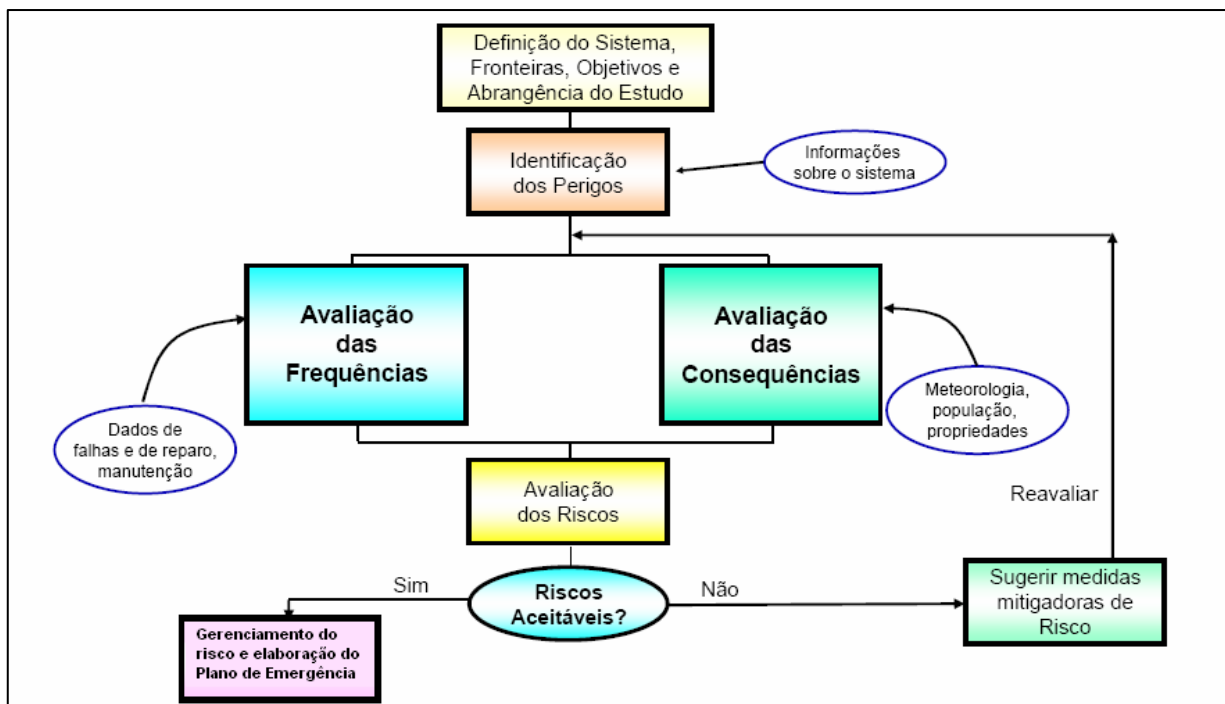


Tabela 4.1: Exemplos de categorias de Frequências (Faertes, 2004)

Categoria	Denominação	Faixa de Frequência (eventos/ano)
A	Extremamente Remota	$f < 10^{-4}$
B	Remota	$10^{-3} > f > 10^{-4}$
C	Improvável	$10^{-2} > f > 10^{-3}$
D	Provável	$10^{-1} > f > 10^{-2}$
E	Frequente	$f > 10^{-1}$

Tabela 4.2: Exemplos de categorias de consequência (Faertes, 2004)

SEVERIDADE DAS CONSEQUÊNCIAS DO CENÁRIO		
Categoria	Denominação	Descrição / Características
I	Desprezível	. Sem danos ou danos insignificantes aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio-ambiente; . Não ocorrem lesões/mortes de funcionários, de terceiros (não funcionários) e/ou de pessoas extra-muros (indústrias e comunidade); o máximo que pode ocorrer são casos de primeiros socorros ou tratamento médico menor.
II	Marginal	. Danos leves aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente (os danos materiais são controláveis e/ou de baixo custo de reparo); . Lesões leves em funcionários, terceiros e/ou em pessoas extra-muros;
III	Crítica	. Danos severos aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente, levando à parada ordenada da unidade e/ou sistema; . Lesões de gravidade moderada em funcionários, em terceiros e/ou em pessoas extra-muros (probabilidade remota de morte de funcionários e/ou de terceiros); . Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento em catástrofe.
IV	Catastrófica	. Danos irreparáveis aos equipamentos, à propriedade e/ou ao meio ambiente, levando à parada desordenada da unidade e/ou sistema (reparação lenta ou impossível); . Provoca mortes ou lesões graves em várias pessoas (em funcionários, em terceiros e/ou em pessoas extra-muros).

Figura 4.2: Exemplo de matriz de riscos

Frequência						Severidade
	Extremamente remota	Remota	Improvável	Provável	Frequente	
Catastrófica	Menor	Moderado	Sério	Crítico	Crítico	
Crítica	Desprezível	Menor	Moderado	Sério	Crítico	
Marginal	Desprezível	Desprezível	Menor	Moderado	Sério	
Desprezível	Desprezível	Desprezível	Desprezível	Menor	Moderado	

Como técnicas qualitativas de identificação e avaliação dos riscos têm-se as a avaliação preliminar de perigos (APP), as listas de verificação (*checklists*), *what-if*, análise de perigos e operabilidade (HazOp) e a análise de modos e efeitos de falhas (FMEA). Existem também as técnicas quantitativas de avaliação de frequências (árvore de falhas, árvore de eventos, processos de Markov, análise de modo de falha comum e análise de erro humano) e os métodos de avaliação de conseqüências (modelos de vulnerabilidade: efeitos de gases tóxicos, efeitos térmicos e efeitos de explosões).

Neste conjunto, a APP, metodologia de caráter qualitativo, fortemente baseada na experiência dos especialistas que a realizam, se mostra mais adequada ao contexto da AAE, de avaliação em instâncias estratégicas do processo de tomada de decisão, em um ambiente de escassez de dados e incerteza associada aos mesmos e ao processo de avaliação em si. Há também a incerteza relacionada ao próprio risco, uma vez que para qualquer estimativa de possibilidade de ocorrência existe o seu complementar, que é a não ocorrência (Szklo, 1996). Irremediavelmente, prever estados futuros significa lidar com lacunas e incertezas, mas tal fato não justifica o repúdio ou a ignorância dos riscos. Deve-se sim, caracterizá-los utilizando as metodologias mais adequadas para cada situação, e verificar a necessidade de buscar novas informações para redução das incertezas (Szklo, 1996). Para tal, deve-se trabalhar com o conceito de flexibilidade, que mostra que não há uma solução única para os problemas, e que sugere a procura por soluções alternativas e adaptativas à realidade modificada pelo tempo e por novas circunstâncias.

Neste sentido, a APP visa identificar e avaliar preliminarmente os perigos presentes em uma dada instalação ou unidade produtiva, buscando para cada perigo identificado, as causas e as conseqüências da ocorrência dos eventos acidentais a ele associados (Souza Jr., 2005). Além disso, procede-se a uma estimativa qualitativa preliminar do risco associado a cada seqüência de possíveis eventos ou cenários acidentais, a partir da estimativa qualitativa da frequência e da severidade de sua ocorrência (Souza Jr, 2005).

Seguindo a fundamentação teórica descrita nos parágrafos precedentes, a AERB está composta por 4 etapas, conforme mostra a Figura 4.4: linha de base, definição de cenários,

análise das consequências e análise multi-critério.

O objetivo da escolha desta estrutura analítica é evidenciar as questões mais estratégicas e relevantes, do ponto de vista do risco à biodiversidade. Além disso, pretende-se conferir seletividade e poder de diferenciação para comparação de alternativas tecnológicas/locacionais dos planos e programas avaliados. Para isto, foram definidos dois **componentes do risco** - frequência de ocorrência dos eventos acidentais e a severidade de suas consequências para a biodiversidade -, sendo cada um deles representado por um conjunto de **atributos**, que servem de guia para a elaboração da linha de base e para a avaliação dos riscos, considerando os **critérios de avaliação** a eles associados. A descrição destes atributos permite que a AERB seja realizada considerando a noção de biodiversidade *expandida*, conforme descrito no Capítulo I, definida não apenas pelo contexto regional, a diversidade de ecossistemas, espécies e genética, mas também pela escala espacial e temporal, os valores da comunidade, o uso e o benefício líquido da conservação.

Na Etapa 1, são realizados levantamentos de dados (primários e secundários) para os dois componentes do risco (frequência de ocorrência e severidade das consequências), além de dados sobre a bacia sedimentar e a E&P de petróleo e gás natural. A partir dos atributos relacionados ao **componente frequência** dos eventos acidentais, é realizada, ainda nesta etapa, a avaliação dos perigos e identificação de possíveis acidentes. A partir destes atributos juntamente com aqueles relacionados ao **componente severidade**, são construídos mapas, indicando as diferentes sensibilidades da área de estudo, e evidenciando sub-áreas específicas, de maior sensibilidade¹, considerando a biodiversidade. Esta compartimentação será importante para a etapa de análise multi-critério. A partir dos dados da bacia sedimentar, são identificados os possíveis volumes, natureza e localização geográfica das descobertas. Todas estas informações serão utilizadas como base para a etapa posterior, de definição dos cenários e identificação das alternativas.

Na Etapa 2 são definidos os **cenários de desenvolvimento** de E&P e os **cenários acidentais**, além da identificação das **alternativas tecnológicas/locacionais** de E&P. A

¹ Sensibilidade de uma área pode ser definida como “ a propriedade de reagir que possuem os sistemas ambientais e os ecossistemas, alterando o seu estado de qualidade, quando afetados por uma ação humana” (Verocai, 1990).

partir do cenário de E&P é possível realizar os estudos de engenharia para identificação das alternativas tecnológicas/locacionais adequadas para a realidade da bacia. Considerando a existência de incertezas, relacionadas não apenas aos volumes, natureza e locais das descobertas de hidrocarbonetos, mas também à ocorrência dos eventos acidentais, torna-se importante a **análise dos riscos à biodiversidade** nos diferentes cenários.

Na Etapa 3 tal análise é realizada, considerando os cenários apontados na etapa anterior. Resumidamente, para cada cenário de desenvolvimento das atividades de E&P e para cada cenário acidental estabelecidos na Etapa 2, são atribuídas notas aos componentes do risco, considerando cada alternativa tecnológica/locacional, e a sensibilidade de cada sub-área identificada na Etapa 1. As notas dos componentes são dadas a partir dos atributos e de seus critérios correspondentes. Desta forma, são identificadas as alternativas mais amigáveis do ponto de vista da biodiversidade, constantes nos planos e programas de E&P. É possível também a construção de mapas de vulnerabilidade, destacando as áreas de maior vulnerabilidade em relação à presença dos empreendimentos de E&P e as áreas onde são identificados os mais significativos efeitos cumulativos e sinérgicos decorrentes dos possíveis eventos acidentais. As áreas de vulnerabilidade são obtidas cruzando as áreas de sensibilidade identificadas no componente do risco à biodiversidade na Etapa 1, com a espacialização das consequências decorrentes dos possíveis eventos acidentais associados às alternativas tecnológicas/locacionais, analisadas na Etapa 3.

A Etapa 4 prevê um **suporte à decisão**, que permite comparar estas alternativas com aquelas apontadas nos estudos de custos ou na avaliação dos impactos ambientais, indicando alguns *trade-offs* e diferentes possibilidades de seleção de alternativas, escolha esta que caberá aos decisores. Além da indicação dos pontos fortes e fracos de cada alternativa para auxílio da decisão, a análise final pode ainda fornecer importantes subsídios para os planos de contingência, além de orientações e diretrizes para mitigação dos riscos remanescentes à alternativa selecionada.

Cada uma das etapas da metodologia é descrita em maiores detalhes a seguir.

Etapa 1: Linha de base

A AERB insere-se no contexto de uma avaliação ambiental dos efeitos de um plano ou programa de E&P. Desta forma, é necessário conhecer e compreender o estado atual da biodiversidade na área de estudo, bem como sua tendência evolutiva, considerando a não implementação do plano ou programa em questão, estabelecendo uma linha de base. Por isso a definição da linha de base compõe a primeira etapa da metodologia. O objetivo desta etapa é construir uma base referencial para a avaliação dos riscos à biodiversidade associados a cada alternativa de E&P. É importante também que haja uma representação espacial dos aspectos mais estratégicos e relevantes para a análise das alternativas em etapas posteriores. Cabe mencionar que esta etapa não prevê uma grande caracterização, mas sim uma interpretação e tratamento de alguns dados primários, caso seja necessário, e de dados secundários, de forma a construir uma referência para a AERB, dentro de uma compartimentação espacial de cada atributo nas sub-áreas da área de estudo. Por esta razão que os dados e informações levantados nesta etapa devem seguir as indicações da etapa de *scoping* da AAE, que já indica as questões mais estratégicas e a abordagem mais apropriada para a área de estudo.

A área de estudo é definida como a delimitação territorial adequada para avaliar a dinâmica e os riscos à biodiversidade, considerando as atividades de E&P em questão. Já as sub-áreas são recortes territoriais contínuos que apresentam relações e processos particulares que as distinguem de outras sub-áreas, e que determinam sua relação com a dinâmica dos temas na área de estudo (Eletrobrás, 1997).

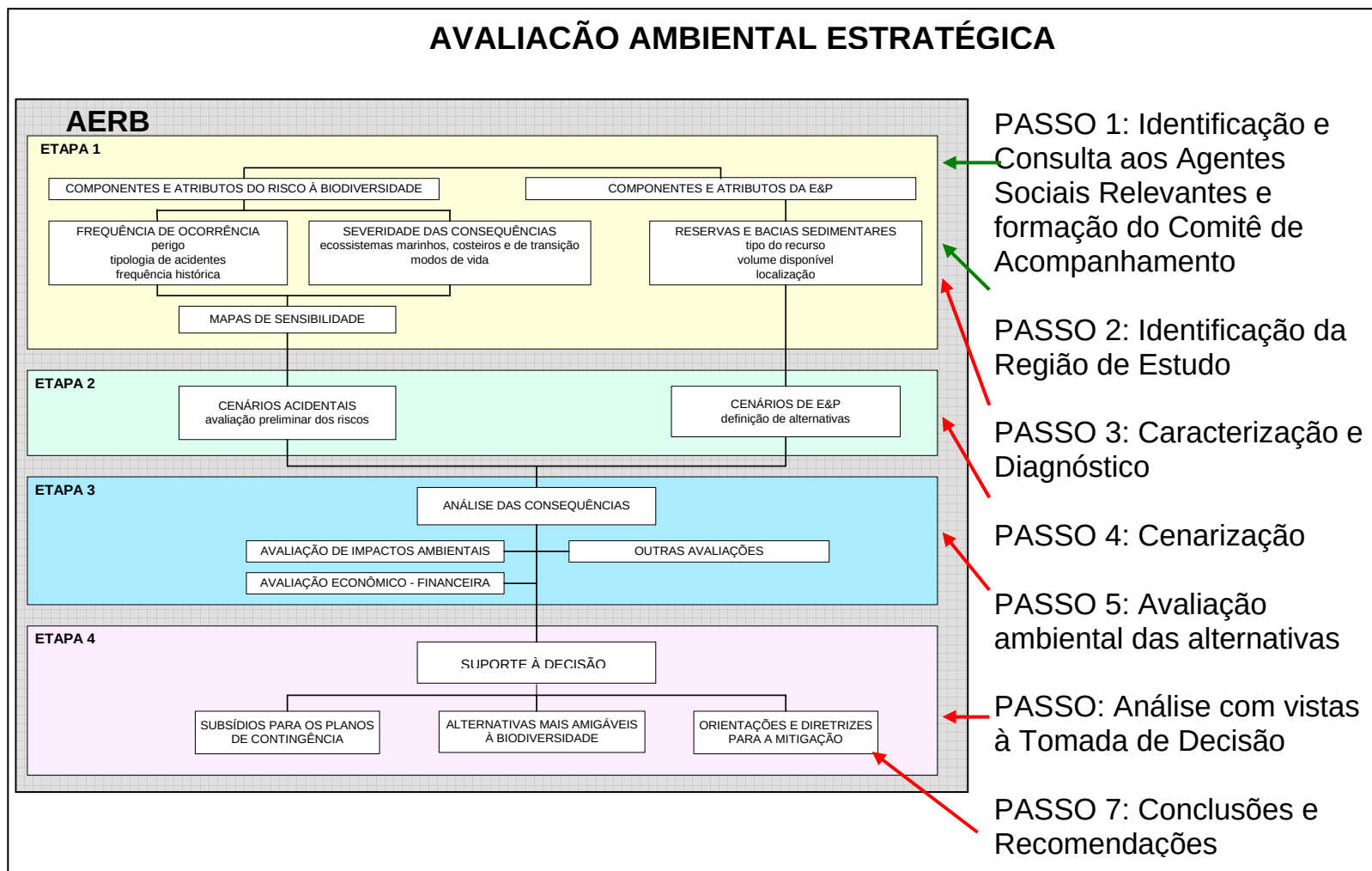


Figura 4.3 Metodologia de AERB proposta, como parte de um estudo de AAE.

Para a identificação da linha de base da área de estudo é preciso realizar o levantamento de dados para cada atributo dos componentes do risco à biodiversidade.

O **componente frequência de ocorrência dos eventos acidentais** é descrito e avaliado a partir dos **atributos** perigos, tipologias de acidentes associados a cada perigo, e frequência de ocorrência dos acidentes, descritos a seguir e apresentados em resumo no Quadro 4.1.

O perigo, já definido no Capítulo I, é a circunstância potencialmente capaz de acarretar algum tipo de perda, dano ou prejuízo ambiental, material ou humano. Para o caso específico da AERB, considera-se apenas o perigo relacionado diretamente à perda, dano ou prejuízo à biodiversidade. As atividades de E&P apresentam diversos perigos à biodiversidade, por trabalharem com petróleo e gás natural. A simples existência de tanques de combustível nos barcos que realizam as pesquisas sísmicas, ou o armazenamento de grandes quantidade de óleo cru nos navios aliviadores, exemplifica a existência destas circunstâncias que, potencialmente, podem acarretar prejuízos à biodiversidade, caso haja uma liberação acidental destes produtos para o meio ambiente. O acidente é justamente a consumação de um perigo. Os acidentes podem ser classificados em diferentes tipologias. As mais comuns são as liberações tóxicas de líquidos, gases e vapores, os incêndios a partir de substâncias sólidas, líquidos e gases/vapores, e as explosões. No caso das atividades de E&P, todas estas três tipologias podem ocorrer, mas as que apresentam maior risco de dano à biodiversidade são as liberações tóxicas ou derramamentos de óleo (cru ou diesel) ou gás natural. Estas liberações também apresentam elevada frequência de ocorrência.

A identificação da frequência de ocorrência das diferentes tipologias de acidentes em bancos de dados nacionais e internacionais também é importante para a caracterização do componente. Porém, uma vez que não existe no Brasil um banco completo que disponibilize informações referentes aos histórico de eventos acidentais do setor, propõe-se que esta etapa seja realizada utilizando informações de bancos de dados internacionais como o do Minerals Management Service (MMS), Worldwide Offshore Accident Databank (WOAD), o banco de dados administrado pela Det Norsk Veritas (DNV), além dos dados de acidentes disponíveis no IBAMA e em outros órgãos ambientais. A partir do estudo e

análise destes dados é possível identificar as causas mais freqüentes dos acidentes. Nesta tese, foi realizado um levantamento destes dados para a elaboração da metodologia AERB e validação nos estudos de caso apresentados nos Capítulos V e VI.

A partir deste levantamento identificou-se que as liberações acidentais em instalações de E&P de petróleo e gás natural podem ocorrer sob duas formas básicas: derramamentos originados nas instalações ou erupções de poço (*blowouts*). Derramamentos de óleo (normalmente óleo cru, condensado ou diesel) originados nas instalações podem ser provenientes de tanques, tubulações, válvulas, juntas ou operações de transferência. Estes derramamentos estão relacionados aos tipos mais comuns de acidentes e envolvem, normalmente, pequenas quantidades de óleo. Já as erupções de poço são eventos de ocorrência rara, mas que podem ter conseqüências bastante sérias. Sua ocorrência é mais provável durante as atividades de perfuração e preparação do poço, mas podem ocorrer durante qualquer fase do desenvolvimento do poço, incluindo operações de produção. Quando a perfuração encontra uma zona anormalmente pressurizada ou quando o equipamento está sendo retirado do poço, a pressão exercida pela formação pode se tornar consideravelmente maior que a exercida pelo fluido de perfuração ou de trabalho. Quando isto acontece, o fluido da formação e o fluido de perfuração ou de trabalho podem escoar descontroladamente do poço até a superfície. Os fluidos liberados na erupção de um poço podem sofrer ignição, especialmente, se contiverem uma quantidade significativa de gás, podendo ocasionar explosões e incêndios graves. Há casos de erupções de poço que causaram a destruição completa de plataformas, morte de trabalhadores e liberação de grandes quantidades de petróleo (Souza Filho, 2006; LIMA/COPPE/UFRJ, 2001). Algumas erupções podem ser controladas rapidamente, porém, em alguns casos – particularmente nas instalações *offshore* -, isto pode requerer meses.

Segundo os dados históricos do Minerals Management Service (MMS), 14% dos *blowouts* resultam em liberação de petróleo ou condensado para o ambiente e 4% em liberações maiores que 50 barris (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003).

O Relatório do WOAD de 1998 - importante fonte de informações sobre a ocorrência de acidentes em atividades *offshore* - cita 3.431 acidentes e incidentes ocorridos em

unidades *offshore* por todo o mundo, no período de 1º de janeiro de 1970 a 31 de dezembro de 1997, incluindo todos os acidentes causadores de danos significativos à unidade ou seus equipamentos, liberações significativas de hidrocarbonetos e acidentes fatais. A Tabela 4.3 apresenta a frequência de ocorrência de acidentes, em número de ocorrências em cada 1.000 instalações *offshore* por ano, em todo o mundo, por tipo de acidente e por tipo de instalação *offshore* (unidade de exploração, produção e transporte), no período de 1980 a 1997.

Tabela 4.3 — Frequência de ocorrências acidentais *offshore* no mundo (ocorrências em cada 1000 instalações *offshore* por ano)

Causa do Acidente	Tipo de instalação <i>offshore</i>	
	Móvel	Fixa
Falha de ancoragem	8,35	--
Blowout	10,73	0,88
Emborcamento	6,56	0,45
Colisão externa	2,78	0,52
Colisão com unidade envolvida na atividade	11,53	0,45
Acidente com guindaste	4,07	0,64
Explosão	2,78	1,39
Queda de carga	8,05	1,07
Incêndio	13,02	7,30
Afundamento	5,27	0,16
Encalhamento	3,18	--
Acidente com helicóptero	0,60	0,13
Inundação	3,28	0,04
Inclinação descontrolada	5,86	0,07
Falha de máquinas	1,39	--
Deslocamento acidental	11,53	--
Liberação acidental de fluidos	9,44	9,93
Dano estrutural	17,09	0,57
Acidente durante reboque	5,86	--
Problemas com o poço	14,01	1,28
Outros	2,48	0,54

De acordo com a Tabela 4.3, os eventos acidentais ocorreram com maior frequência

nas instalações móveis (ex: plataformas semi-submersíveis, navios-sonda). As causas mais frequentes de acidentes foram os danos estruturais, problemas com o poço, incêndio, deslocamento acidental e colisão com unidade envolvida na atividade de E&P, além dos *blowouts*. Já para as instalações fixas as tipologias de acidentes mais frequentes foram a liberação acidental de fluidos e incêndios. Com relação ao escoamento do petróleo e gás natural produzidos, os eventos acidentais estão relacionados, no caso de dutos, às liberações causadas por furos ou rupturas provocados na maior parte das vezes por corrosão ou interferência externa. No caso do escoamento ser feito por intermédio de navios aliviadores, liberações acidentais de petróleo podem resultar de colisões ou encalhes destes navios (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003).

Com relação às liberações acidentais – petróleo cru, óleo diesel ou outras substâncias químicas - com potencial direto de dano ao meio ambiente, a Tabela 4.4 apresenta um levantamento dos eventos ocorridos no mundo, no período 1980 a 1997, em função da quantidade liberada. Observa-se que as liberações de baixo volume são as mais frequentes tanto para as instalações fixas quanto móveis. Porém, o segundo maior número de liberações enquadra-se na faixa de volume desconhecido, o que pode ser preocupante, pois pode significar, na realidade, um grande volume liberado.

Tabela 4.4 — Número de liberações acidentais *offshore* no mundo (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003, DNV, 1999)

Quantidade Liberada	Tipo de Instalação <i>offshore</i>	
	Móvel	Fixa
Entre 0 e 9 toneladas	57	328
Entre 10 e 100 toneladas	8	47
Entre 100 e 1.000 toneladas	6	61
Entre 1.000 e 10.000 toneladas	2	5
Maior que 10.000 toneladas	5	3
Desconhecida	23	68

Quadro 4.1: Atributos e fontes de dados do componente frequência de ocorrência dos riscos à biodiversidade

Componente do risco à biodiversidade	Atributos	Fontes de dados
Frequência de ocorrência	• Perigos • Tipologias de acidentes • Frequência histórica de ocorrência de cada tipologia	Bancos de acidentes nacionais e internacionais (DNV, MMS, WOAD, Órgãos ambientais estaduais, IBAMA, publicações científicas, dados de empresas).

O segundo **componente** do risco, a **severidade das conseqüências**, é descrito a partir dos atributos relacionados aos ecossistemas marinhos, costeiros e de transição, e modos de vida da população local, apresentados a seguir e resumidos no Quadro 4.2.

O atributo ecossistemas marinhos, costeiros e de transição agrupa uma série de processos e relações do meio biofísico, importantes para caracterizar a situação atual e tendências dos fatores ambientais determinantes na manutenção da biodiversidade. Neste atributo deve-se identificar a presença de ambientes ecologicamente estratégicos - áreas com condições ambientais únicas que atuam no tamponamento de impacto e na manutenção de fases juvenis de diversos taxons, além de viabilizar a presença de grupos endêmicos e o sucesso reprodutivo de algumas espécies (Eletrobrás, 1997) -, que possam ser potencialmente afetados e que sejam especialmente sensíveis à derramamentos de óleo, incluindo as áreas protegidas (sítios RAMSAR, sítios do Patrimônio Natural, unidades de conservação, Reservas da Biosfera e outros). Além dos ambientes ecologicamente estratégicos, para identificar a situação atual e tendência do atributo ecossistemas marinhos, costeiros e de transição, deve-se avaliar ameaças e pressões existentes e tendências negativas para a biodiversidade no tempo, por meio de levantamentos de uma série de dados, incluindo:

- composição da biodiversidade: riqueza/abundância, vulnerabilidade/sensibilidade dos componentes da biodiversidade;
- estrutura: organização no tempo e espaço, relações estruturais (conectividade, fragmentação, disponibilidade de água, distribuição de aspectos físicos chave), etc;
- funções críticas (relações funcionais importantes, processos e dinâmicas, etc) e condições ambientais que promovem uma maior biodiversidade ou que possam causar um declínio da mesma;
- número, distribuição e extensão dos sítios estatutários e não estatutários de conservação da natureza na área de estudo, com identificação da localização geográfica das áreas de conservação e suas fronteiras;
- distribuição e extensão dos *habitats* chave na área de estudo, identificando aqueles que apresentam uma importância internacional, como os sítios RAMSAR, bem como os que apresentam uma importância nacional, como os parques nacionais, e regional, como os parques estaduais, por exemplo;
- distribuição de espécies com importância internacional, nacional e regional na área de estudo, identificando também os *habitats* destas espécies;
- *hotspots* e outras áreas críticas importantes para a manutenção do estado de conservação das espécies na área de estudo;
- áreas e recursos da biodiversidade que podem ser afetados pelo plano ou programa, levantando as ameaças e pressões nos componentes da biodiversidade na área de estudo, como por exemplo invasão de espécies não nativas, poluição direta e difusa, fragmentação e isolamento de *habitats*, distúrbios e mudanças no clima;
- oportunidades de melhoria na conservação da biodiversidade.

Além dos dados relacionados diretamente à biodiversidade, é importante levantar

também dados sobre os modos de vida da população local que depende da biodiversidade para sua sobrevivência. Para isto deve-se levantar dados sobre os bens e serviços ambientais (fornecimento de água, recursos pesqueiros, ativos para exploração turística, etc) oferecidos pelos ecossistemas presentes na área de estudo, bem como os atores sociais potencialmente afetados pelo comprometimento ou alteração na oferta e forma de organização (quantidade, tipo, destino) de tais serviços. Devem ser identificados os valores-chaves da biodiversidade para as pessoas que dependem desta, e as possíveis alterações na dinâmica de gestão ou no uso tradicional da biodiversidade, considerando a tendência evolutiva da área de estudo. A gestão e uso da biodiversidade podem ser avaliados pelos sistemas de produção locais, considerando a organização da produção, os recursos disponíveis e também possíveis condicionantes ambientais (dinâmica de marés, compartimentação do relevo, etc).

A partir destes dados pode-se elaborar a linha de base referente aos ecossistemas costeiros, marinhos e de transição e aos modos de vida da população da área de estudo. De posse destes dados, identifica-se a representação espacial destes atributos, e consequentemente, as **subáreas** correspondentes aos ecossistemas costeiros, marinhos e de transição, e dos modos de vida, que enfatizam aspectos relevantes no contexto da área de estudo. Sobrepondo estes aspectos com os perigos, tipologias e frequência de acidentes, pode-se identificar áreas mais sensíveis, do ponto de vista da biodiversidade. Esta compartimentação em sub-áreas será utilizada em etapa posterior.

Além dos atributos do componente risco, são também levantados atributos do **componente E&P de petróleo e gás natural**, por meio da caracterização das reservas e da bacia sedimentar. Três atributos são levantados: o tipo de recurso energético (petróleo, gás natural); o volume disponível do recurso energético; e a localização dos recursos (distância da costa, águas rasas, médias e intermediárias).

Quadro 4.2: Atributos e fonte de dados do componente severidade das consequências à biodiversidade

Componente do risco à biodiversidade	Atributos	Fontes de dados
Severidade das consequências	• Ecossistemas marinhos, costeiros e de transição ➤ composição (riqueza/ abundância, vulnerabilidade/sensibilidade dos componentes, principalmente às liberações tóxicas, como óleo e gás natural, etc) ➤ estrutura (organização no tempo e espaço, inter-relações estruturais, etc) ➤ funções (relações funcionais importantes, processos e dinâmicas, etc) ➤ espécies raras e endêmicas ➤ ambientes ecologicamente estratégicos ➤ ameaças e pressões sobre os componentes da biodiversidade • Modos de vida ➤ Bens e serviços ambientais ➤ Valores chaves da biodiversidade ➤ Dinâmica de gestão e uso da biodiversidade, formas de organização	Sensoriamento remoto, recursos cartográficos e aerofotogramétricos existentes, documentação científica (artigos, teses, dissertações), publicações do MMA, publicações relacionadas à CDB, dados de órgãos ambientais, mapeamentos de vegetação e uso do solo existentes, Lista Vermelha da Flora e Fauna Ameaçada de Extinção, anexo Convenção CITES, Convenção RAMSAR, levantamentos complementares de campo.

Quadro 4.3: Atributos e fonte de dados do componente E&P

Componente da E&P	Atributos	Fontes de dados
Reservas e bacia sedimentar	• Tipo de recurso energético ➤ petróleo ➤ gás natural • Volume disponível do recurso energético • Localização dos recursos, distância da costa ➤ águas rasas ➤ águas médias e ➤ águas intermediárias	Dados de esforços exploratórios na bacia, mapas de indícios de hidrocarbonetos, relação de volumes descobertos, reservas das bacias, informações do banco de dados de E&P (BDEP), sísmicas disponíveis, dados de batimetria, mapas gravimétricos e magnetométricos, carta estratigráfica, arcabouço estrutural e seções geológicas da bacia, dados de poços, etc.

Etapa 2 – Definição de cenários

Na Etapa 2, devem ser estabelecidos os cenários de desenvolvimento das atividades de E&P a serem utilizados como referência para identificação das alternativas dos planos e programas a serem avaliadas nos diferentes cenários de eventos acidentais. Os cenários de desenvolvimento devem ser definidos a partir da linha de base, de acordo com as informações levantadas sobre as reservas de hidrocarbonetos e a bacia sedimentar. De uma forma geral, considerando as incertezas relacionadas às variáveis controláveis e não controláveis (Capítulo III), estes cenários podem ser classificados, pelos possíveis volumes de descobertas e localização das áreas de E&P. Esta diferenciação é necessária pois diferentes hidrocarbonetos, volumes e localização das descobertas, estão atrelados à diferentes alternativas tecnológicas ou locacionais. Da mesma forma, de acordo

com as alternativas identificadas, haverá diferentes perigos e riscos à biodiversidade. A Tabela 4.5 mostra algumas das possibilidades de cenários de desenvolvimento, de acordo com critérios definidos para as faixas de volumes de descoberta. Optou-se aqui por utilizar duas letras e um número para representar cada um dos cenários, sendo que a primeira letra está relacionada ao volume de descoberta (B – Baixo, M – Médio, G – Grande) e a segunda à profundidade da descoberta e distância da instalação de E&P da costa (R – Águas Rasas, I – Águas Interdiárias, P – Águas Profundas). Para identificar a natureza das descobertas foram utilizados os números 1 – para descobertas somente de gás natural – e 2 – para descobertas de petróleo e gás associados -.

Dependendo da bacia em que a AERB estiver sendo aplicada, pode ser interessante estabelecer cenários com volumes híbridos de descoberta, no caso de haver a presença de gás natural e petróleo associados. Pode-se, por exemplo, estabelecer um cenário que seja, simultaneamente, de baixo volume de gás natural (menos de 20 bilhões de m³) e grande volume de petróleo (mais de 1 bilhão de barris).

Nesta Etapa, além dos cenários de descobertas, são também estabelecidos os cenários acidentais a partir de uma avaliação das informações levantadas na linha de base, a avaliação qualitativa preliminar dos riscos à biodiversidade. Esta avaliação deve considerar a possibilidade de ocorrência dos eventos acidentais identificados na Etapa 1, considerando o contexto da área de estudo e cada estágio do programa de desenvolvimento da E&P. Esta avaliação qualitativa deve ser realizada por um grupo de especialistas, com base na sua percepção e experiência, mas contando com a participação das partes interessadas da área de estudo. Para auxiliar a avaliação podem ser utilizadas tabelas para cada atividade das diferentes fases da E&P, como a apresentada a seguir (Tabela 4.6).

Tabela 4.5: Possíveis Cenários de Desenvolvimento das atividades de E&P *offshore*

Nº	Cenário	Nível da reserva	Volume da descoberta	Característica locacional	Natureza da descoberta
1	BR 1	Baixa	20 bilhões de m ³ de gás natural + 100 milhões de barris de petróleo	Águas rasas	Gás natural
2	BR 2				Gás natural e petróleo
3	MR 1	Média	50 bilhões de m ³ de gás natural + 500 milhões de barris de petróleo	Águas rasas	Gás natural
4	MR 2				Gás natural e petróleo
5	GR 1	Grande	80 bilhões de m ³ de gás natural + 1 bilhão de barris de petróleo	Águas rasas	Gás natural
6	GR 2				Gás natural e petróleo
7	BI 1	Baixa	20 bilhões de m ³ de gás natural + 100 milhões de barris de petróleo	Águas intermediárias	Gás natural
8	BI 2				Gás natural e petróleo
9	MI 1	Média	50 bilhões de m ³ de gás natural + 500 milhões de barris de petróleo	Águas intermediárias	Gás natural
10	MI 2				Gás natural e petróleo
11	GI 1	Grande	80 bilhões de m ³ de gás natural + 1 bilhão de barris de petróleo	Águas intermediárias	Gás natural
12	GI 2				Gás natural e petróleo
13	GP 1	Baixa	20 bilhões de m ³ de gás natural + 100 milhões de barris de petróleo	Águas profundas	Gás natural
14	GP 2				Gás natural e petróleo
15	GI 1	Média	50 bilhões de m ³ de gás natural + 500 milhões de barris de petróleo	Águas profundas	Gás natural
16	GI 2				Gás natural e petróleo
17	GP 1	Grande	80 bilhões de m ³ de gás natural + 1 bilhão de barris de petróleo	Águas profundas	Gás natural
18	GP 2				Gás natural e petróleo

Tabela 4.6 — Exemplo de tabela padrão de avaliação preliminar de riscos à biodiversidade para as atividades de E&P

Avaliação Preliminar de Riscos – Atividades Exploração e Produção				
Fase – ex: Sísmica				
Atividade –ex: Lançamento dos cabos				
Eventos acidentais	Causas	Consequências	Frequência	Potencial de gravidade para a biodiversidade
Vazamento de óleo diesel durante abastecimento da embarcação	Vazamento em tanques, mangote, tubulações ou válvulas devido a: - corrosão - falha na vedação de juntas e conexões - falha operacional	Liberação de óleo para o ambiente		
Colisão com embarcações	Condições meteorológicas e de mar adversas; Falha nos procedimentos de navegação	Danos a terceiros Liberação de óleo para o ambiente		
Naufrágio da embarcação	Condições meteorológicas e de mar adversas; Falha estrutural; Perda de estabilidade	Liberação de óleo para o ambiente		
Vazamento de óleo diesel durante abastecimento da embarcação	Vazamento em tanques, mangote, tubulações ou válvulas devido a: - corrosão - falha na vedação de juntas e conexões - falha operacional	Liberação de óleo para o ambiente		
Colisão com embarcações	Condições meteorológicas e de mar adversas; Falha nos procedimentos de navegação	Danos a terceiros Liberação de óleo para o ambiente		
Naufrágio da embarcação	Condições meteorológicas e de mar adversas; Falha estrutural; Perda de estabilidade	Liberação de óleo para o ambiente		

Etapa 3 – Análise das consequências

Nesta etapa o risco à biodiversidade é determinado pela avaliação das frequências e consequências de um possível evento acidental, considerando:

- As principais questões relacionadas à biodiversidade, identificadas na Etapa 1, em cada sub-área, identificadas pelas suas distintas sensibilidades;

- As alternativas apresentadas no plano ou programa em avaliação,

considerando os cenários de desenvolvimento das atividades de E&P e os cenários acidentais.

- As principais sinergias e cumulatividades para a biodiversidade, resultantes da implantação de cada alternativa, e da possível ocorrência dos eventos acidentais identificados

Para realização da análise das consequências, o mesmo grupo de especialistas que realizou a avaliação preliminar qualitativa de riscos na etapa anterior deve avaliar, de acordo com sua percepção, experiência e com os critérios pré-definidos (Tabela 4.7), a frequência (frequente/provável, improvável, remota) e severidade das consequências (menor/moderada, crítica, catastrófica) de cada cenário acidental, para a biodiversidade local e para a população que depende dos serviços ambientais por ela fornecidos, considerando cada cenário de desenvolvimento.

Na AERB, a avaliação dos riscos à biodiversidade pode ser feita de forma mais genérica do que nas avaliações de projetos, mas alguns pontos são especialmente importantes de serem avaliados, como a cumulatividade das ameaças e pressões. Algumas ações que podem parecer insignificantes quando consideradas isoladamente, podem significar perdas importantes de biodiversidade, quando consideradas em conjunto com outras ações. Para avaliar esta cumulatividade é preciso identificar que outros planos ou atividades irão ocorrer na área de estudo, bem como as ameaças à biodiversidade associadas a estes planos e ameaças já existentes na atualidade. Deve-se avaliar também a vulnerabilidade da biodiversidade às novas ameaças e os mecanismos e tempo de recuperação necessários. Especificamente em relação aos derramamentos de hidrocarbonetos no mar, deve-se avaliar a ocorrência anterior de derramamentos na área de estudo, e riscos de derramamentos advindos de outras fontes, bem como a capacidade dos ecossistemas locais em suportar e se recuperar após a ocorrência de um derramamento, considerando os diferentes volumes de liberações possíveis. Efeitos cumulativos podem ocorrer caso haja uma repetição de ações similares que afetem o mesmo recurso da biodiversidade (ex: costões rochosos), caso haja diferentes ações que afetem o mesmo recurso em um certo horizonte de tempo, e caso haja ações que levem a outras, que possam

afetar o mesmo recurso (Treweek et al., 2005).

Os critérios utilizados para analisar o componente severidade das conseqüências dos eventos acidentais das alternativas apresentados na Tabela 4.7 foram construídos para os atributos apresentados no Quadro 4.2 com base no levantamento da experiência internacional (Capítulo III), nos indicadores relevantes para a biodiversidade sugeridos no índice de sensibilidade da costa definido pela NOAA (1995 e 2002), nos trabalhos de Treweek et al (2005), MMS (2002) e MacDonald et al (2000). A avaliação da severidade das conseqüências dos eventos acidentais é realizada a partir da atribuição de valores variando de 1 a 10 (1, 5 ou 10) para cada alternativa, visando um ordenamento semi-quantitativo do risco à biodiversidade. A escolha dos valores 1, 5 e 10 justifica-se uma vez que esta traduz a diferença qualitativa significativa entre os três níveis de severidade considerados, sendo o valor 10 a máxima severidade (catastrófica), o valor 1 a mínima (moderada), e o valor 5 a severidade intermediária, denominada aqui de crítica (Garcia et al., *no prelo*).

Devido à existência de mais de um critério, pode haver uma dificuldade na determinação do valor final da severidade, uma vez que a severidade pode ser classificada de uma forma, quando considera-se um determinado critério, e de outra, quando considera-se outro critério, não havendo necessariamente uma coincidência entre os mesmos. Caso isto ocorra, uma forma de solucionar a questão é atribuir valores para cada critério, de acordo com a Tabela 4.7, e em seguida atribuir uma ponderação por pesos para cada um deles, considerando a realidade da área de estudo conforme levantado na Etapa 1. Posterior deve-se realizar uma soma ponderada para consolidação em um único valor, que incorpore todos os valores de cada um dos critérios de avaliação, para os dois atributos do componente severidade.

Ressalta-se que o valor máximo da escala de avaliação (10) não deve ser estabelecido por comparação, pois não equivale ao maior valor dentre as diferentes alternativas avaliadas, mas sim a uma situação virtual de total comprometimento da área, que pode ou não ocorrer.

A mesma faixa de valores (1,5 e 10) é utilizada para atribuição da freqüência de

ocorrência dos eventos acidentais (Tabela 4.8). A partir da composição da frequência de ocorrência e severidade das consequências é então encontrado um nível de risco à biodiversidade de cada etapa da E&P para cada alternativa do plano ou programa em avaliação, em cada cenário de desenvolvimento (Tabela 4.5).

De posse das atribuições de valores para a frequência e severidade, é possível também construir mapas de vulnerabilidade, a partir do cruzamento deste resultado, com os mapas de sensibilidade da Etapa 1. Caso haja necessidade destes mapas para auxiliar a tomada de decisão, deve-se identificar geograficamente, nos mapas de sensibilidade, as alternativas avaliadas, e verificar a sobreposição de áreas sensíveis com alternativas de maior risco à biodiversidade. Desta forma, oferece-se aos decisores uma outra ferramenta, visual, para dar suporte à decisão, conforme descrito na Etapa 4.

Enfatiza-se que a relativa subjetividade inerente a estas avaliações apenas pode ser minimizada através da padronização de critérios de avaliação, elementos de avaliação e demais procedimentos adotados pela metodologia (Eletrobrás, 1997). No entanto, a discussão interdisciplinar das avaliações com diferentes especialistas e também com as partes interessadas é extremamente importante para interagir os resultados, identificar inconsistências e minimizar a subjetividade entre os julgamentos realizados para os diferentes componentes, adequando os resultados à realidade da área de estudo, uma vez que a participação é uma dimensão essencial e diferenciadora dos estudos de AAE. Para que esta participação seja eficiente, é preciso que haja o envolvimento de atores sociais de naturezas complementares para a discussão da AAE, como a população local, atores das três instâncias governamentais (municipal, estadual e federal), tanto da administração direta quanto indireta; empresários da área de E&P e suas associações setoriais; diretores/presidentes de organizações não-governamentais, principalmente de ONGs ambientalistas e associações comunitárias; além de atores de apoio técnico, como Universidades federais e ou estaduais.

Tabela 4.7: Critério e valores atribuídos para avaliação do componente severidade das consequências dos eventos acidentais

Atributo	Critério de severidade das consequências	Moderada (valor = 1)	Crítica (valor = 5)	Catastrófica (valor = 10)
Ecosistemas marinhos, costeiros e de transição	Composição, estrutura e função da biodiversidade	Ocorrem somente alterações pequenas ou moderadas na composição da biodiversidade (riqueza/ abundância, vulnerabilidade/sensibilidade dos componentes, etc), estrutura (organização no tempo e espaço, inter-relações estruturais, etc) ou na função (relações funcionais importantes, processos e dinâmicas, etc), por um período limitado de tempo (1 ano).	Ocorrem alterações significativas na composição da biodiversidade (riqueza/abundância, vulnerabilidade/sensibilidade dos componentes, etc), estrutura (organização no tempo e espaço, inter-relações estruturais, etc) ou na função (relações funcionais importantes, processos e dinâmicas, etc), por um período médio de tempo (5 anos ou 2 gerações para espécies de tempo de vida longo).	Ocorrem alterações irreversíveis (10 anos ou 5 gerações para espécies de tempo de vida longo) na composição da biodiversidade (riqueza/abundância, vulnerabilidade/sensibilidade dos componentes, etc), estrutura (organização no tempo e espaço, inter-relações estruturais, etc) ou na função (relações funcionais importantes, processos e dinâmicas, etc).
	Tipo da costa/substrato	A capacidade de recuperação da costa é rápida (até 1 ano) devido às suas características.	A capacidade de recuperação da costa é lenta tempo (até 5 anos ou 2 gerações para espécies de tempo de vida longo) devido às suas características.	Não é possível recuperar a costa atingida.
	Áreas protegidas e ambientes ecologicamente estratégicos	Somente uma pequena área da zona de amortecimento é afetada pelo acidente, sem alcançar a área protegida ou ambientes ecologicamente estratégicos. Baixo potencial de causar mudanças à populações, <i>habitats</i> ou sítios internacionais ou nacionais.	Uma parcela considerável da zona de amortecimento é afetada pelo acidente (>10% e < 50 %) ou uma pequena/ média parcela da área protegida ou dos ambientes ecologicamente estratégicos é afetada (<30%). Potencial crítico em causar mudanças à populações, <i>habitats</i> ou sítios internacionais ou nacionais.	Mais da metade da zona de amortecimento é afetada pelo acidente ou uma parcela considerável da área protegida ou dos ambientes ecologicamente estratégicos é afetada (mais de 30%).
Modos de vida	Bens e serviços ambientais dos ecossistemas	Alterações nos usos correntes dos serviços ambientais e das estratégias de sobrevivência por um curto período de tempo (até 1 ano), afetando temporariamente as comunidades, mas sem alterar a economia local.	Alterações nos serviços ambientais e das estratégias de sobrevivência por um período significativo de tempo (até 5 anos), afetando os usos correntes e potenciais futuros, causando impactos na economia local.	Total interrupção dos serviços ambientais e das estratégias de sobrevivência, comprometendo os usos atuais e futuros, bem como as comunidades, alterando a estrutura da economia local.

Tabela 4.8: Valores atribuídos à frequência dos eventos acidentais

FREQUÊNCIA DOS EVENTOS ACIDENTAIS		
Remota (valor = 1)	Improvável (valor = 5)	Provável/frequente (valor = 10)
Ocorrência não esperada ao longo da atividade	Ocorrência pouco provável ao longo da atividade	Ocorrência esperada ao longo da atividade ou várias ocorrências esperadas ao longo da atividade

Tabela 4.9: Classificação dos níveis de risco à biodiversidade

FREQUÊNCIA				
SEVERIDADE		Remota (valor = 1)	Improvável (valor = 5)	Provável/frequente (valor = 10)
	Menor/moderado (valor = 1)	Nível 1	Nível 2	Nível 3
	Crítico (valor = 5)	Nível 2	Nível 3	Nível 4
	Catastrófico (valor = 10)	Nível 3	Nível 4	Nível 5

Após a determinação da severidade das consequências e frequência de ocorrência, avalia-se o risco à biodiversidade acumulado nas diferentes combinações de alternativas tecnológicas/locacionais, de acordo com a Equação 1,

$$RB = RS + RP + RPi + RTG + RTP, \quad (\text{Equação 1})$$

onde RB é o risco à biodiversidade, RS o risco à biodiversidade decorrente de eventos

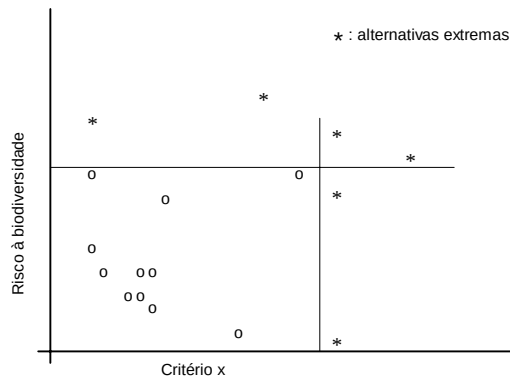
acidentais durante as atividades de sísmica, RP o risco à biodiversidade decorrente de eventos acidentais durante as atividades de perfuração, RPi o risco à biodiversidade no caso da utilização da alternativa de produção i, RTG o risco à biodiversidade da alternativa de transporte de gás natural e RTP o risco à biodiversidade decorrente de eventos acidentais considerando as alternativas de transporte de petróleo. O índice é calculado para todas as combinações de alternativas tecnológicas e locacionais, considerando cada cenário de desenvolvimento.

Etapa 4 – Suporte à decisão

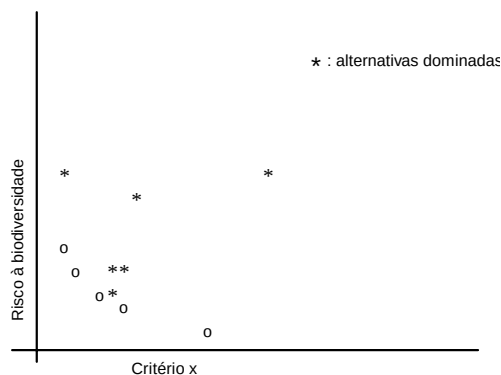
Após a análise das conseqüências pode ser efetuada uma análise para avaliar as alternativas que apresentem não apenas o menor risco à biodiversidade, determinado na etapa anterior, mas também o menor impacto ambiental (associados às operações do dia a dia da E&P), o menor custo, ou qualquer outro critério que se deseje comparar e que influencie e seja importante para a tomada de decisão. Desta forma, pode-se garantir a incorporação, no processo de tomada de decisão, da variável risco à biodiversidade, juntamente com outras variáveis importantes para a decisão.

Para auxiliar esta etapa, pode-se comparar as alternativas mais facilmente por meio de uma representação gráfica, onde em um dos eixos indica o impacto ambiental, por exemplo, e o outro o risco à biodiversidade decorrente de eventos acidentais de derramamento de hidrocarbonetos. O objetivo é identificar as alternativas representadas por pontos próximos à região inferior esquerda do gráfico, o que corresponde à minimização simultânea do risco à biodiversidade e o outro critério avaliado (denominado nos gráficos como critério x). Para a escolha das alternativas que atendam este objetivo, devem ser utilizados os conceitos listados a seguir (Eletrobrás, 1997):

- Regiões Extremas - As alternativas que se situarem em regiões extremas, correspondentes a altos impactos ou riscos, ou ambos, devem ser descartadas.

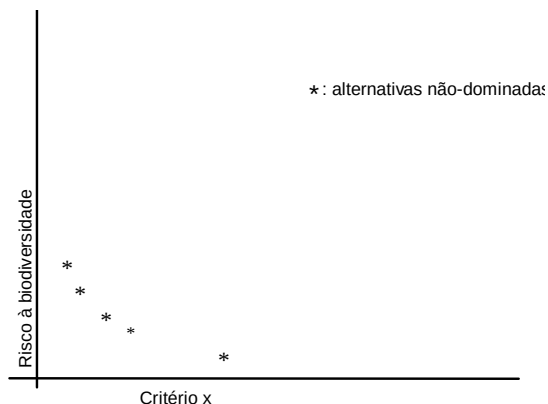


- Alternativas Dominadas - Uma alternativa A é dominada se existe alguma outra alternativa com impacto e riscos inferiores. Toda alternativa dominada deve ser descartada.



- Alternativas Não-Dominadas- Após os descartes das alternativas das regiões extremas e das alternativas dominadas deverá restar ainda um certo número de alternativas não-dominadas que devem ser reavaliadas e comparadas para a seleção final. Caso o conjunto de alternativas não-dominadas seja considerado pouco numeroso, busca-se dentre as alternativas dominadas um novo conjunto de alternativas não-dominadas, procurando sempre reformulá-las para melhorar seus índices e acrescentá-las ao conjunto de alternativas não-dominadas. Por outro

lado, quando o conjunto de alternativas não-dominadas é muito numeroso o espaço cartesiano pode ser dividido em regiões, selecionando a seguir alternativas-representantes para cada região do gráfico.



Além da indicação dos pontos fortes e fracos de cada alternativa para suporte à decisão, e da comparação entre elas, a última etapa da AERB pode ainda fornecer importantes diretrizes e recomendações que enriquecem a seleção das alternativas e que podem ser incorporadas nas práticas da E&P, em etapas posteriores à finalização do estudo de AAE. Como exemplos, pode-se mencionar os subsídios para os planos de contingência, além de orientações para mitigação dos riscos remanescentes à alternativa selecionada.

O próximo Capítulo (Capítulo V) testa a viabilidade da metodologia proposta por meio da apresentação de um estudo de caso aplicado na instância de programas de E&P, no litoral sul do Estado da Bahia.

CAPÍTULO V – AERB NA INSTÂNCIA DE PROGRAMAS: ESTUDO DE CASO NO LITORAL SUL DA BAHIA

A metodologia proposta no Capítulo IV foi testada e validada para a instância de programas em um estudo de caso realizado no litoral sul do estado da Bahia. A área de abrangência foi dividida em área de estudo ou área de influência direta das atividades de E&P, ou seja, os municípios costeiros confrontantes com os blocos marítimos e afetados diretamente pelas atividades de petróleo e gás natural, e em área estratégica ou área de influência indireta, definida segundo critérios relacionados aos objetivos do Estudo. A existência de instalações de apoio, como a Refinaria Landulfo Alves e as Unidades de Processamento de Gás Natural (UPGN), a passagem de poliduto da Petrobras e a expectativa de uso de energia elétrica gerada na região de estudo são exemplos dos critérios adotados para a definição dessa área (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003). A área de estudo (influência direta) abrangeu os municípios de Valença, Cairú, Taperoá, Nilo Peçanha, Ituberá, Irapiúna, Camamu, Maraú, Itacaré, Uruçuca e Ilhéus (Figura 5.1). O estudo de Avaliação Ambiental Estratégica foi iniciado a partir da demanda do grupo de cinco companhias de petróleo que adquiriam blocos (BAS-97, BM-CAL-4, BM-CAL-5 e BM-CAL-6), em diferentes rodadas, na bacia sedimentar marítima de Camamu-Almada. O objetivo do estudo era realizar uma avaliação ambiental do programa de desenvolvimento de E&P para o local, indicando para o processo de tomada de decisão, as alternativas tecnológicas e locacionais mais amigáveis ambientalmente, considerando todas as etapas da E&P.

A região da Bacia Sedimentar de Camamu (Bahia) é pioneira no setor de petróleo no Brasil. Datam do século XIX as primeiras autorizações para a exploração de turfa e de petróleo em Camamu e Ilhéus. A bacia de Camamu-Almada possui área de 16 mil km², sendo 13,9 mil km² no mar, apresentando um volume potencial de 20 bilhões de m³ de gás natural. Isto significa uma possibilidade de aumento em 45% nas reservas totais da Bahia, hoje de 45 bilhões de m³ (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003).

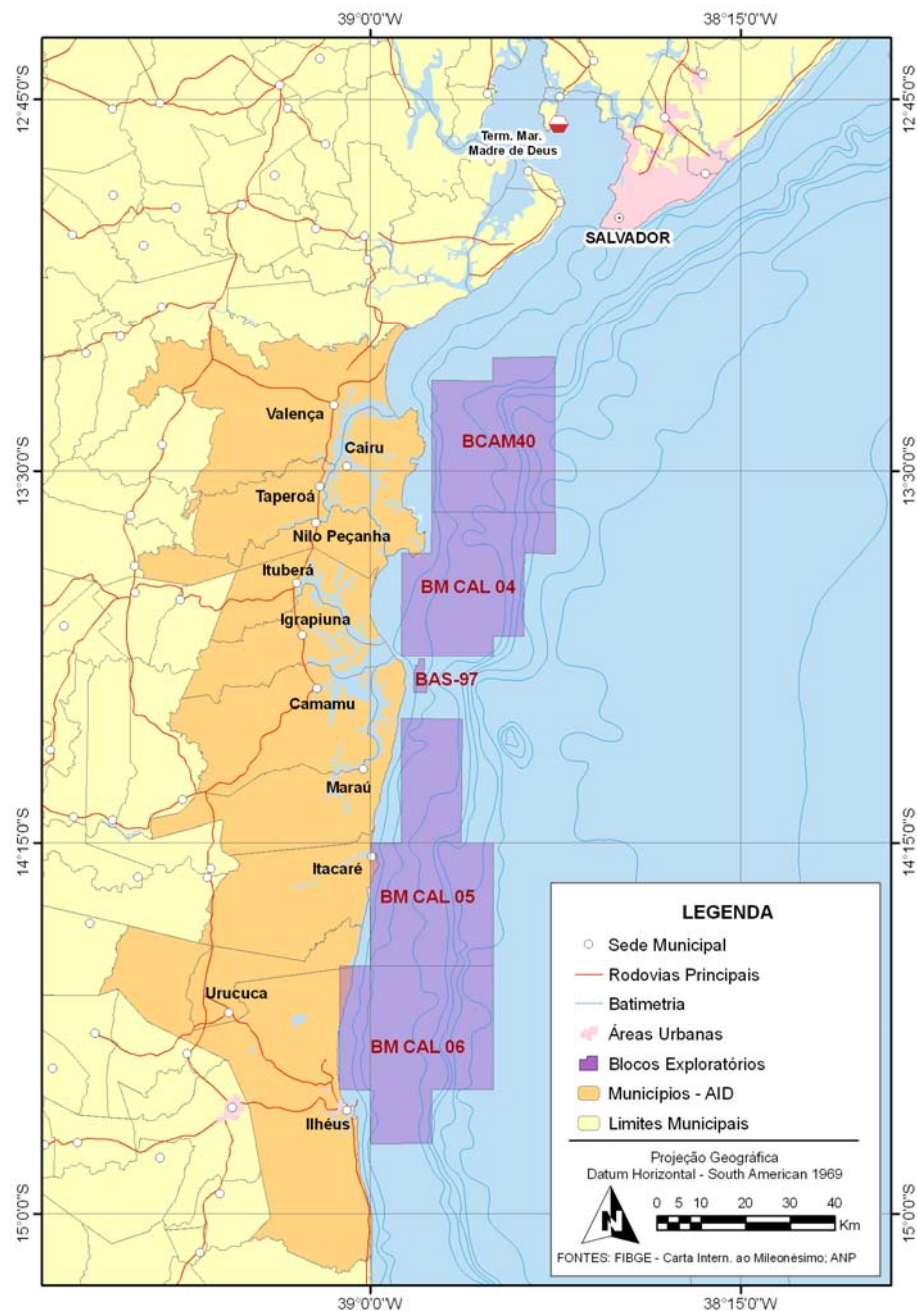


Figura 5.1: Área de estudo no litoral sul da Bahia

No aspecto ambiental, trata-se de uma região de complexidade e relevância cuja conservação dos ativos passa pelo fortalecimento da gestão descentralizada compartilhada e pelo incremento no controle social. A região detém precário desenvolvimento econômico e social, sendo a pesca a principal atividade econômica da atualidade, e o turismo sustentável uma de suas vocações, devido à extensa gama de ativos ambientais, inclusive de unidades

de conservação (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003).

O desenvolvimento de atividades de E&P de petróleo e gás natural em uma região caracterizada por abrigar importantes exemplares da biodiversidade brasileira implica em uma série de impactos e riscos à biodiversidade. No entanto, a AAE realizada mostrou que é possível conciliar a conservação da biodiversidade com as atividades de turismo e pesca (base da socioeconomia local) e a exploração e produção de combustíveis fósseis. Porém, é necessário que haja alternativas tecnológicas e locacionais amigáveis ambientalmente, que estas estejam disponíveis, e que as companhias priorizem a sua escolha, ainda que os custos apresentados possam não ser os mais competitivos.

O presente capítulo exemplifica o processo de avaliação dos riscos à biodiversidade no contexto da AAE, por meio do estudo de caso do litoral sul da Bahia, indicando os resultados obtidos e as alternativas tecnológicas e locacionais destacadas, para cada etapa do ciclo de E&P.

5.1. Linha de base

Todos os dados apontados na linha de base serviram como guia para a AERB. Foram levantados os atributos dos componentes do risco à biodiversidade e da E&P, conforme o Capítulo IV.

Ao final do processo foram construídos mapas de sensibilidade socioambiental geo-referenciados (Anexo I). A Figura 5.2 é a síntese destes mapas, e aponta as principais questões socioambientais na área de estudo. Este mapa foi utilizado, posteriormente, para a análise dos riscos à biodiversidade devido à ocorrência de liberações acidentais de hidrocarbonetos no litoral sul da Bahia. Além dos mapas, o Quadro 5.1 sintetiza os principais aspectos estratégicos relacionados à biodiversidade da região de estudo.

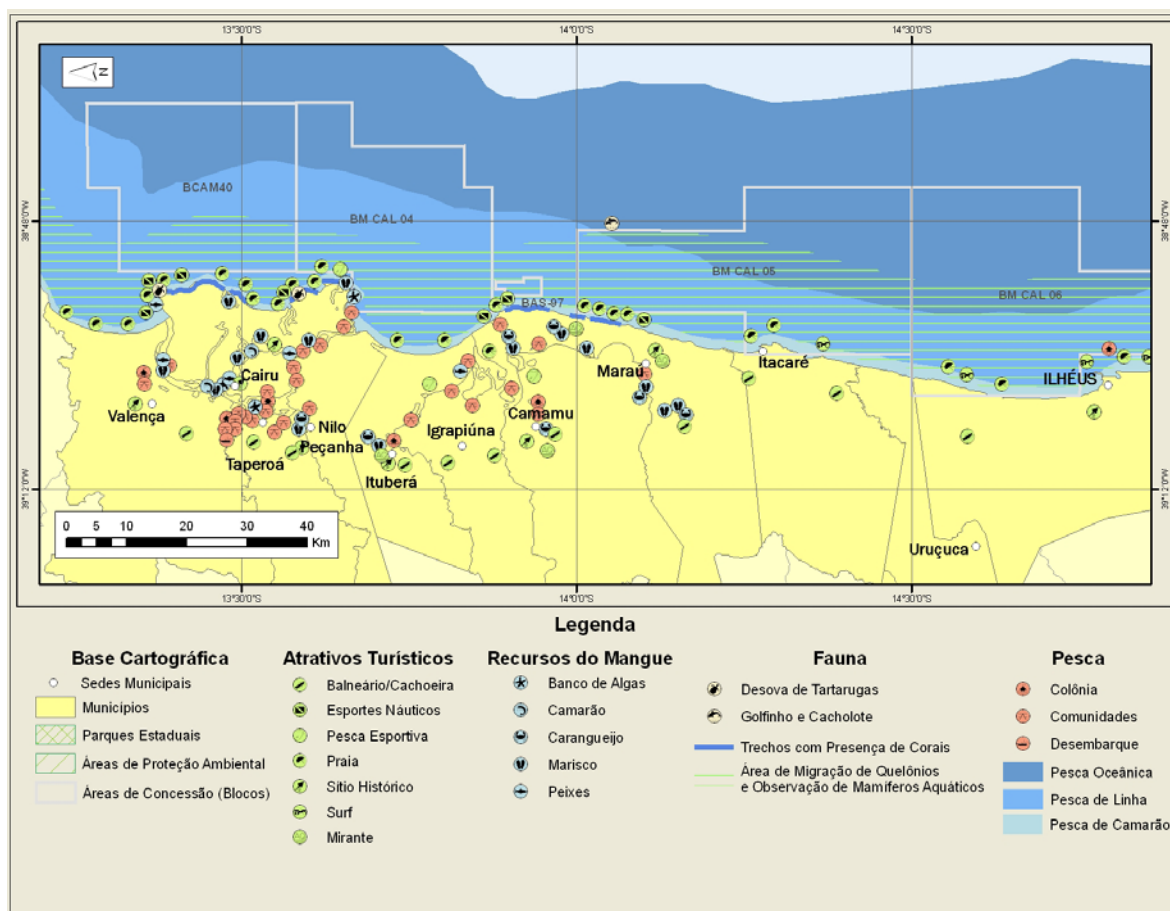


Figura 5.2: Sensibilidade ambiental do Litoral Sul da Bahia – área de estudo

Biodiversidade: síntese das principais características

Zona Costeira e Zona Marinha – diversidade biológica significativa.

Mata Atlântica – abriga parcela significativa de diversidade biológica do Brasil é um dos 25 *hotspots* identificados em todo mundo.

Estado da Bahia – mais complexo e diversificado dos estados brasileiros extra-amazônicos em termos ornitológicos.

Maraú/Camamu e Parque Estadual do Conduru – áreas identificadas como prioritárias à conservação de avifauna sendo de “alta importância biológica” e de “muito alta importância biológica”.

Valença a Camamu – área prioritária para a conservação de espécies da ictiofauna.

Valença a Ilhéus – áreas de “extrema importância biológica” para conservação para os anfíbios e répteis.

Valença até o rio de Contas e a Serra Grande – remanescentes florestais prioritários para conservação de mamíferos de “muito alta importância biológica”.

Quadro 5.1: Síntese das principais características da biodiversidade na região de estudo (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003)

5.1.1. Componentes do risco à biodiversidade

5.1.1.1 Severidade das consequências dos eventos acidentais

Ecossistemas marinhos, terrestres e de transição

Em termos ambientais a área de estudo compreende um conjunto de paisagens diversificadas como planícies marinhas, flúvio marinhas, terraços flúvio lagunares e colinas. Estão presentes ecossistemas representativos da biodiversidade brasileira: praias, cordões litorâneos, restingas, terraços arenosos, mangues e lagunas, restingas, além, da presença de Floresta Ombrófila (Mata Atlântica) e de recifes de coral.

Com relação aos aspectos de biodiversidade, a área de estudo se insere, totalmente, na Zona Costeira – abrangendo a área terrestre dos municípios assim como a faixa marítima formada pelo mar territorial com largura de 12 (doze) milhas náuticas a partir da linha da costa. Em conjunto com a Zona Marinha (região que tem início na Zona Costeira e se estende até 200 milhas da costa), a Zona Costeira possui uma diversidade biológica

significativa¹, abrigando 10% das 12 mil espécies de peixes descritas até hoje e servindo de abrigo para 5 (cinco) das 7 (sete) tartarugas marinhas existentes no planeta (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003).

A região encerra várias das áreas prioritárias para a conservação identificadas pela Política Nacional de Diversidade Biológica. Trata-se de uma das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade brasileira e mundial. Das 147 áreas prioritárias identificadas na Mata Atlântica e Campos Sulinos pelo Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), cerca de 48% está na região Nordeste, principalmente, nos Estados da Bahia, Ceará, Alagoas e Pernambuco. As áreas identificadas no Estado da Bahia são classificadas como de *extrema importância biológica*, *muito alta importância biológica* e *alta importância biológica*, em uma escala que vai de *extrema importância*, *muito alta importância*, *alta importância* e *insuficientemente conhecida, mas provavelmente com alta importância*². Na área de influência direta do estudo, os remanescentes de Mata Atlântica são caracterizados como de *extrema importância biológica*.

Têm-se também algumas áreas alvo de priorização de conservação, em função de ecossistemas representativos ou da presença de fauna: restingas (municípios de Valença, Maraú e Uma); recifes de corais (área entre a Ilha de Itaparica e Itacaré - nas proximidades do Rio de Contas -); tartarugas marinhas (em todo o Litoral Sul da Bahia); e baleias e golfinhos (município de Ilhéus, de barra de São Miguel até as praias do Sul).

¹ Cabe citar, por exemplo, o relatório *The Global 2000*, preparado pela *World Wildlife Foundation* (WWF) que seleciona 233 ecorregiões mundiais, as quais envolvem ecossistemas terrestres, de água doce e marinha caracterizados pela diversidade e riqueza de *habitats* e, portanto, considerados prioritários para a conservação. Três áreas brasileiras foram incluídas entre as ecorregiões prioritárias para conservação, sendo uma delas a que se refere integralmente à costa brasileira e incorpora os ecossistemas costeiros e marinhos do Nordeste, formados por dunas, restingas, manguezais e recifes de coral. (MMA, 2002). Classificação semelhante foi realizada pela *Conservation International* (CI), com base em trabalho original da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), na definição dos grandes ecossistemas marinhos (*Large Marine Ecosystems* - LME). Esta classificação procurou refinar as avaliações anteriores, incluindo dados de topografia de fundo e distribuição das espécies mais representativas, levando à seleção de 74 grandes ecossistemas marinhos. Novamente, duas regiões brasileiras foram incluídas nesta classificação, sendo uma delas o Nordeste do Brasil (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003).

² O Capítulo II apresenta uma crítica em relação aos critérios desta classificação.

Do ponto de vista da fauna, as prioridades de conservação são definidas para os grupos de invertebrados, ictiofauna, anfíbios, répteis, aves e mamíferos. Na região montanhosa e cacauieira do centro-sul da Bahia foram descritas, recentemente, 3 novas espécies de aves (abrigoando um novo gênero). A Bahia detém 21 das áreas sugeridas à conservação de aves na Mata Atlântica, sendo as áreas de Marau e Camamu e do Parque Estadual do Conduru apontadas como de *alta importância biológica* e *muito alta importância biológica*.

No caso de aves costeiras e marinhas, têm-se 111 espécies em função do grau de associação aos sistemas costeiros e marinhos. Foram selecionadas 40 áreas prioritárias para conservação, sendo que na área de estudo selecionou-se a região de Valença (entre Valença e a ponta da Serra Grande).

Já no ambiente marinho, as espécies de zooplâncton não são endêmicas da região, sendo encontradas em toda a costa brasileira. Os estudos da área revelam uma alta densidade de ovos de peixes na entrada da Baía de Camamu e na região costeira adjacente, em especial, na área próxima a Ilha Grande de Camamu, sugerindo alto potencial de desova nestas áreas. Todas as espécies encontradas são comuns em baías e estuários brasileiros.

Em termos de espécies de peixes, têm-se registros de 172 espécies encontradas, sendo que 156 são usadas comercialmente (peixes ornamentais). De um modo geral, as espécies encontradas na área de estudo são de ambientes recifais.

No caso de quelônios, têm-se 5 das 7 espécies de tartarugas marinhas vivendo em águas brasileiras, que buscam as praias e ilhas oceânicas para a desova, abrigo, alimentação e crescimento. No Brasil, os mamíferos marinhos são representados por cetáceos (baleias e golfinhos) e sirênios (peixe-boi). Nas águas marinhas da área de estudo, identificam-se cetáceos, destacando-se baleias jubarte e toninha (espécie endêmica brasileira) e o boto cinza.

Além da importância dos remanescentes de Mata Atlântica e ecossistemas associados, a área de estudo é caracterizada pela presença de 9 unidades de conservação de uso direto, as Áreas de Proteção Ambiental (APAs), pelo Parque Estadual do Conduru, por uma Reserva Ecológica e mais duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN)

(Tabela 6.1). Essas unidades de conservação e suas áreas de influência também são parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, declarada, em 1992, pela UNESCO e pelo Governo Brasileiro, no âmbito do Programa “Homem e Biosfera”.

Como forma de preservar estas áreas que o Estado da Bahia apresenta hoje 6% de seu território, com cerca de 56 milhões de hectares, protegidos por alguma configuração de unidade de conservação. 10% das áreas protegidas legalmente estão situadas em locais com predominância de ecossistemas vulneráveis, como a mata atlântica, os manguezais, corais, cachoeiras, com presença de flora e fauna ameaçada ou espécies endêmicas. Nestes locais existem também comunidades que exploram os recursos naturais para garantir sua sobrevivência, seja pela pesca, agricultura (como as culturas de dendê e coco), e atividades de comércio.

Os principais problemas ambientais na região estão relacionados (Tabela 5.1), principalmente, ao uso não sustentável dos recursos naturais. Destacam-se: o lançamento de esgotos domésticos sem tratamento em rios e praias; invasão das Áreas de Preservação Permanente; não existência de aterros sanitários e a prática de disposição inadequada de resíduos sólidos; extração ilegal de madeira; pesca proibida; desmatamento e queimadas; aterro de manguezais; uso indiscriminado de agrotóxicos; captura e comércio ilegal da fauna; drenagem de áreas alagadas para a implantação de infra-estrutura imobiliária; e substituição de vegetação nativa de Mata Atlântica, restinga e manguezais por monoculturas.

As principais questões relacionadas à sensibilidade local ao derramamento de óleo estão ligadas ao grande valor da biodiversidade local e aos serviços ambientais que suportam as atividades econômicas de grande parte da população. Há também importantes sítios históricos.

Tabela 5.1: Unidades de Conservação na área de estudo (adaptado de LIMA/COPPE/UFRJ, 2003)

Unidade Conservação	Município	Área (ha)	Principais Conflitos
RPPN Água Branca	Valença	100	NI
APA de Guaibim	Valença	2.000	Desmatamento, uso e ocupação desordenada do solo, poluição, deficiente saneamento básico e pesca proibida.
APA Candengo	Valença	7.000	NI
APA Tinharé/Boipeba	Cairu	43.300	Falta de saneamento básico, lixo nas praias, alteração das margens dos rios e estuários, deposição de sedimentos, pesca proibida, desmatamento das florestas, construções irregulares, retirada ilegal de pedras e de areia das praias, invasões de terra.
APA Pratigi	Nilo Peçanha, Ituberá e Igrapiúna	85.686	Pesca irregular e proibida com redes de arrastão, desmatamento, poluição dos estuários, ocupação indevida dos mangues, aterramento para construção civil, deposição de lixo, retirada ilegal de espécies nativas como bromélias, lançamento de esgotos, poluição e assoreamento dos corpos d'água, extração seletiva de madeira (jataípeba) e extrativismo (dendê), retirada da vegetação original das áreas de transição dos mangues para a floresta para o cultivo de dendê, e destruição de manguezais.
APA Cachoeira da Pancada Grande	Ituberá	50	NI
Reserva Ecológica de Juliana	Ituberá	NI	NI
APA Baía de Camamu	Camamu, Maraú e Itacaré	118.000	NI
APA Península de Maraú	Maraú	21.200	Pesca proibida (com bomba e malha fina), expansão urbana desordenada, especulação imobiliária e ineficiência de saneamento básico (<10%), lixo nas praias e estuários, manchas de óleo nas praias, corte de madeiras; retirada clandestina de areia e das rochas denominadas Pedras de Mangue.
APA Itacaré/Serra Grande	Itacaré, Uruçuca e Ilhéus	14.925	Desmatamento para novos tipos de cultivos, queimadas, uso e ocupação desordenada do solo, degradação dos corpos d'água, falta de infra-estrutura de saneamento básico.
Parque Estadual Serra do Condurú	Itacaré, Uruçuca e Ilhéus	7.000	NI
RPPN Fazenda Sossego	Uruçuca	5	NI
APA Lagoa Encantada	Ilhéus	11.800	Falta de saneamento básico, ocupação desordenada do solo, pesca proibida praticada na lagoa com redes-de-malha-fina, tarrafa, arpão e produtos químicos, além, da captura de peixes e camarões com tamanho menor que o permitido, caçadores e retirada ilegal de madeira nativa.

NI: não identificado

Modos de vida

O litoral sul da Bahia apresenta baixo dinamismo social e econômico. A população é tradicionalmente voltada para atividades pesqueira, extrativista e agrícola. Culturas de cacau, café, mandioca, dendê e piaçava são características da região. Na década de 80 a crise da lavoura cacaueira levou à desarticulação do setor rural e o crescimento do segmento de turismo. Esses fatos propiciaram um maior dinamismo demográfico, marcado pela migração rural-urbana, definindo o atual quadro de apenas 38% da população residente permanecer na zona rural. A região experimenta uma taxa de urbanização da ordem de 65% e uma densidade demográfica de 58,73 hab/km² (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003).

O turismo é atividade econômica importante para o desenvolvimento do Estado da Bahia pelo seu potencial de mobilização de investimentos públicos e privados. Embora voltado para a promoção das riquezas naturais, históricas e culturais e para a geração de divisas para o Estado e para o País, o turismo na Bahia ainda é exercido em níveis muito aquém dos seus potenciais.

O Litoral Sul foi objeto de política pública específica para o desenvolvimento do turismo nos anos noventa com a implementação da primeira fase do PRODETUR, consolidando Valença como centro regional de turismo e fortalecendo diversas localidades vizinhas, como Morro de São Paulo, Guaibim e Barra Grande.

A área de estudo é tida como única em função dos seus atrativos naturais e históricos, permitindo que se identifique áreas próprias ao ecoturismo. Entretanto, o turismo de massa ainda é predominante na região, sendo responsável por diferentes tipos de impactos ao meio ambiente local, com destaque para a descaracterização da faixa litorânea e a degradação dos corpos d'água e de praias. Isto ocorre devido à grande quantidade de lixo e esgoto que são produzidos e que não recebem o tratamento necessário, além da ocupação desordenada das faixas litorâneas.

A pesca é a atividade extrativa da área de estudo que merece maior destaque, apesar

do seu caráter artesanal. O uso de tecnologias menos eficientes compromete a produtividade pesqueira da região, elevando o preço do pescado e definindo uma menor renda ao pescador. Tem-se nessa região 8 (oito) colônias de pescadores, além de uma cooperativa em Valença e associações de pescadores.

A indústria naval, com fabricação de embarcações de porte diferenciado, está presente nos municípios de Nilo Peçanha, Camamu e Valença.

5.1.1.2 Frequência de ocorrência dos eventos acidentais

O componente frequência de ocorrência dos eventos acidentais foi avaliado a partir dos atributos perigos, tipologias de acidentes associados a cada perigo, e frequência histórica de ocorrência dos acidentes de E&P, conforme descrito no Capítulo IV. Os resultados destes levantamentos são os mesmo utilizados para a descrição metodológica deste componente, uma vez que o estudo de caso e a metodologia foram desenvolvidos seguidamente, não havendo grandes alterações nos históricos de acidentes no intervalo entre o desenvolvimento da metodologia e o estudo de caso. Por esta razão não se identificou a necessidade de apresentar novamente as informações do componente frequência no presente Capítulo.

5.1.2. Componente da E&P de petróleo e gás natural no litoral sul da Bahia

As Bacias de Camamu e Almada situam-se na porção sul do litoral do Estado da Bahia. A Bacia de Camamu, abrangendo parte da planície costeira, limita-se ao norte com as Bacias de Jacuípe e Recôncavo, através das zonas de transferências de Itapoã e Barra, respectivamente.

O seu limite sul com a Bacia de Almada ocorre próximo ao alto de Itacaré. A Bacia de Almada, por sua vez, limita-se ao sul com a Bacia de Jequitinhonha, através do Alto de Olivença. Estas Bacias totalizam uma área de 22.900 km² até o limite da cota batimétrica de 3.000m, sendo 16.500 km² pertencentes à Bacia de Camamu e 6.400 km² à Bacia de

Almada (ANP, 2006).

Até a Segunda Rodada de Licitações haviam sido descobertas 4 acumulações de óleo e gás na Bacia de Camamu. Estas descobertas estão representadas por dois pequenos campos terrestres: Morro do Barro (gás) e Jiribatuba (óleo), e duas acumulações marítimas: 1-BAS-64 (óleo) e 1-BAS-97 (gás).

A área de Jiribatuba está situada no extremo sudeste da ilha de Itaparica, no município de Vera Cruz. Nessa área, em 1964, foi descoberto o campo de Jiribatuba, através da perfuração do poço 1JI 0001 BA. Esse campo entrou em produção no mesmo ano e produziu, até 1980, uma acumulada de 24 mil m³ (151 mil barris) de óleo e 361 mil m³ de gás de arenitos da Formação Sergi, situados a 450 m de profundidade. Não houve injeção de água nem de qualquer outro fluido no campo. A área do antigo campo, devolvido à ANP, é de 3 km², onde foram realizados 51 km de linhas sísmicas 2D e perfurados 12 poços. Dois poços foram classificados como produtores de óleo e os demais resultaram secos. Os volumes originais *in situ* de óleo e gás, estimados pelo antigo concessionário, são da ordem de 516 mil m³ (3,25 milhões barris) e 7,26 milhões m³, respectivamente (ANP, 2006).

A área de Morro do Barro está situada na porção sudoeste da ilha de Itaparica, no município de Vera Cruz. Nessa área, em 1962, foi descoberto o campo de Morro do Barro, através da perfuração do poço 1-MB-1-BA. Esse campo de gás entrou em produção em 1964 e produziu, até 1988, uma acumulada de 86 mil m³ de gás de arenitos da Formação Salvador, Membro Morro do Barro e da Formação Sergi, situados a mais 450 m de profundidade. A produção do óleo, de 42 °API (média), foi irrelevante. Não houve injeção de água nem de qualquer outro fluido no campo.

A área do antigo campo, devolvido à ANP, é de 4,7 km², onde foram realizados 20 km de linhas sísmicas 2D e perfurados 11 poços. Os poços 3-MB-2-BA, 3-MB-6-BA e 3-MB-7-BA encontraram gás na Formação Salvador, Membro Morro do Barro e o poço 1-MB-1-BA encontrou óleo e gás na Formação Sergi. Os volumes originais *in situ* de óleo e gás, estimados pelo antigo concessionário, são da ordem de 184 mil m³ (1,16 milhão barris) e 199,4 milhões m³, respectivamente.

Os blocos na Bacia de Camamu-Almada continuaram sendo oferecidos após a primeira e segunda rodadas, destacando a terceira, sexta e sétima rodadas de blocos exploratórios (Tabela 5.2).

Além das rodadas de licitação de modos exploratórios em áreas de elevado potencial, situadas em bacias maduras e novas fronteiras, ofertando os chamados “blocos exploratórios”, ocorreu também, em 2005, juntamente com a Sétima Rodada, a primeira oferta de “Áreas Inativas contendo Acumulações Marginais”, constituída por 17 dos 54 “campos devolvidos” pela Petrobras. Destes, 11 estavam localizados no estado da Bahia e 6 no estado de Sergipe (ANP, 2006b), nenhum na área de estudo. A segunda oferta de blocos marginais está em curso, dissociadas da rodada de blocos exploratórios, desde março de 2006, com assinatura de contratos prevista para outubro deste mesmo ano. Estão sendo oferecidas 14 áreas, três no estado do Maranhão, na Bacia de Barreirinhas, oito no Rio Grande do Norte na Bacia Potiguar e três no Espírito Santo (ANP, 2006b).

Tabela 5.2: Resumo de ofertas nas bacias sedimentares da área de estudo (elaboração própria a partir de ANP, 2006b)

Bacia	Rodada ³	Área ofertada	Esforço exploratório até a rodada
Camamu-Almada	1	3 blocos offshore (BM-CAL-1, BM-CAL-2 e BM-CAL-3), totalizando	
	2	1 bloco (BM-CAL-4), totalizando 841 km ² .	Nº de poços com dados disponibilizados: 7
	3	2 blocos (BM-CAL-5 e BM-CAL-6), totalizando 2.236 km ²	Nº de poços com dados disponibilizados BM-CAL-5: 8 poços Nº de poços com dados disponibilizados BM-CAL-6: 7 poços
	4, 5	Não foram ofertadas áreas nestas Rodadas	
	6	Dois setores (SCAL-AP1 e SCAL-AP2) em águas profundas com 13 e 6 blocos, totalizando 13.515,7 km ²	Nº de poços com dados disponibilizados: 5 poços Diretriz ambiental para outros setores de exploração
	7	Dois setores (SCAL-AP1, SCAL-AP2) com 6 e 3 blocos 6.731 km ²	Diretriz ambiental para outros setores de exploração
	8	Não foram ofertadas áreas nesta Rodada	

A Figura 5.3 mostra as áreas ofertadas na Bacia de Camamu-Almada até a oitava rodada de licitação(atual).

³ A Rodada Zero ratificou os direitos da Petrobrás na forma de Contratos de Concessão, conforme a nova Lei do Petróleo (9.478/97), sobre os blocos exploratórios e áreas em desenvolvimento em que a empresa houvesse realizado investimentos. Nos caso das áreas produtoras, a Petrobras teve seus direitos assegurados por três anos sobre cada campo que se encontrasse em produção na data de início da vigência da Lei. Os campos que já haviam produzido ou que se encontravam na etapa de desenvolvimento e não foram reivindicados pela empresa no prazo previsto, ficaram à disposição da ANP. Estas áreas, juntamente com os campos devolvidos de 1998 até 2006, ficaram conhecidas como “campos marginais” (ANP, 2006b).

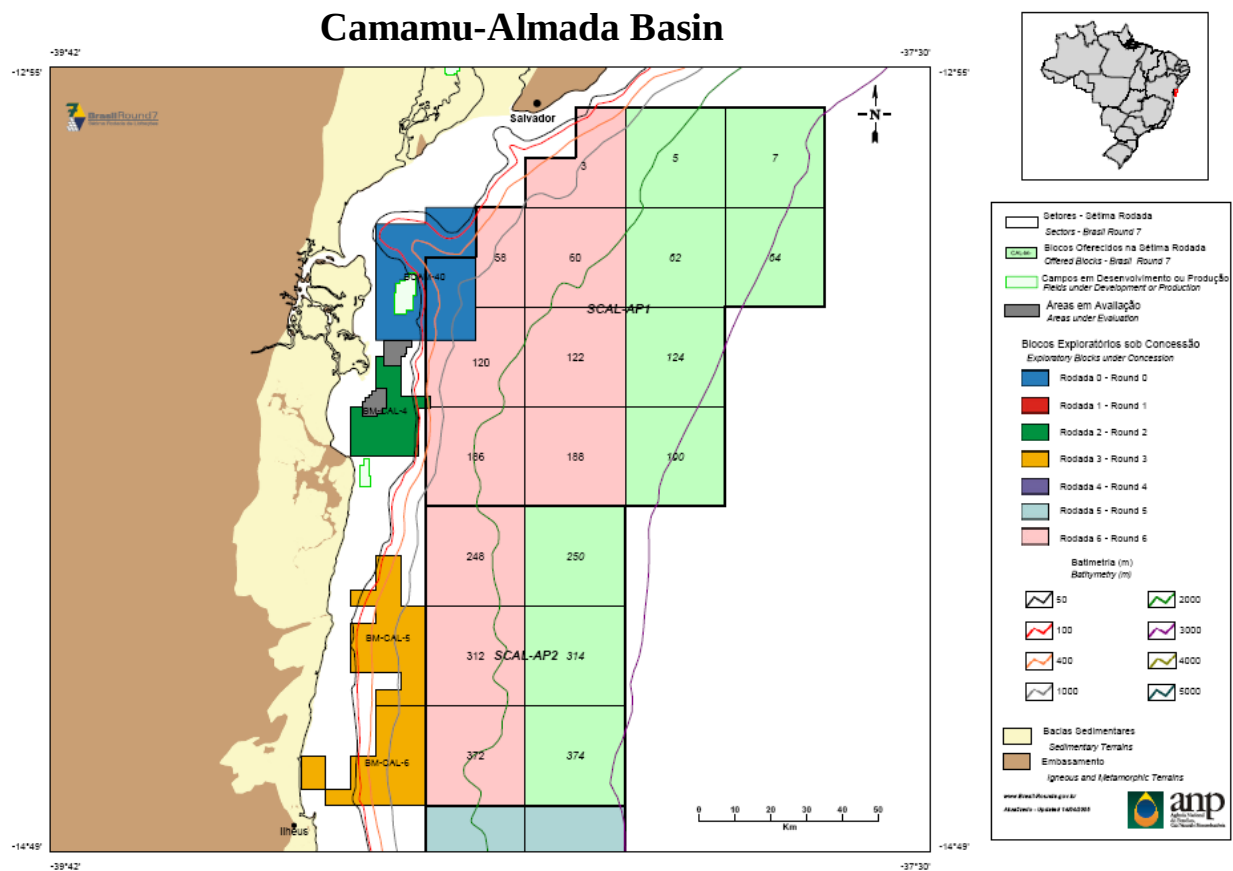


Figura 5.3: Áreas atuais de concessão na Bacia de Camamu-Almada (ANP, 2006b)

5.2. Definição dos cenários

5.2.1. Cenários de desenvolvimento da E&P

Considerando as incertezas relacionadas às variáveis controláveis e não controláveis, 18 cenários de E&P foram definidos para avaliar os riscos à biodiversidade associados a cada alternativa tecnológica identificada pelo grupo de especialistas. Estes cenários são os mesmos sugeridos no Capítulo IV, que descrevem a metodologia de AERB proposta. A Tabela 4.5 (Capítulo IV) apresenta estes cenários. É importante que haja uma diferenciação dos tipos de hidrocarbonetos, volumes e localização das descobertas, uma vez que estas são variáveis importantes na determinação do potencial de perigo, e conseqüentemente dos riscos à biodiversidade, advindos de possíveis derramamentos. Conforme já mencionado no Capítulo I, estes são alguns dos atributos que influenciam na determinação do tipo de

dano, sua severidade e possibilidade ou dificuldade de recuperação de um ecossistema, após um evento acidental de derramamento.

Após a definição dos cenários de desenvolvimento, foi possível estabelecer também as alternativas tecnológicas/locacionais mais apropriadas para serem avaliadas nas diversas etapas do estudo de AAE, incluindo a AERB. A Tabela 5.3 e a Figura 5.4 apresentam tais alternativas.

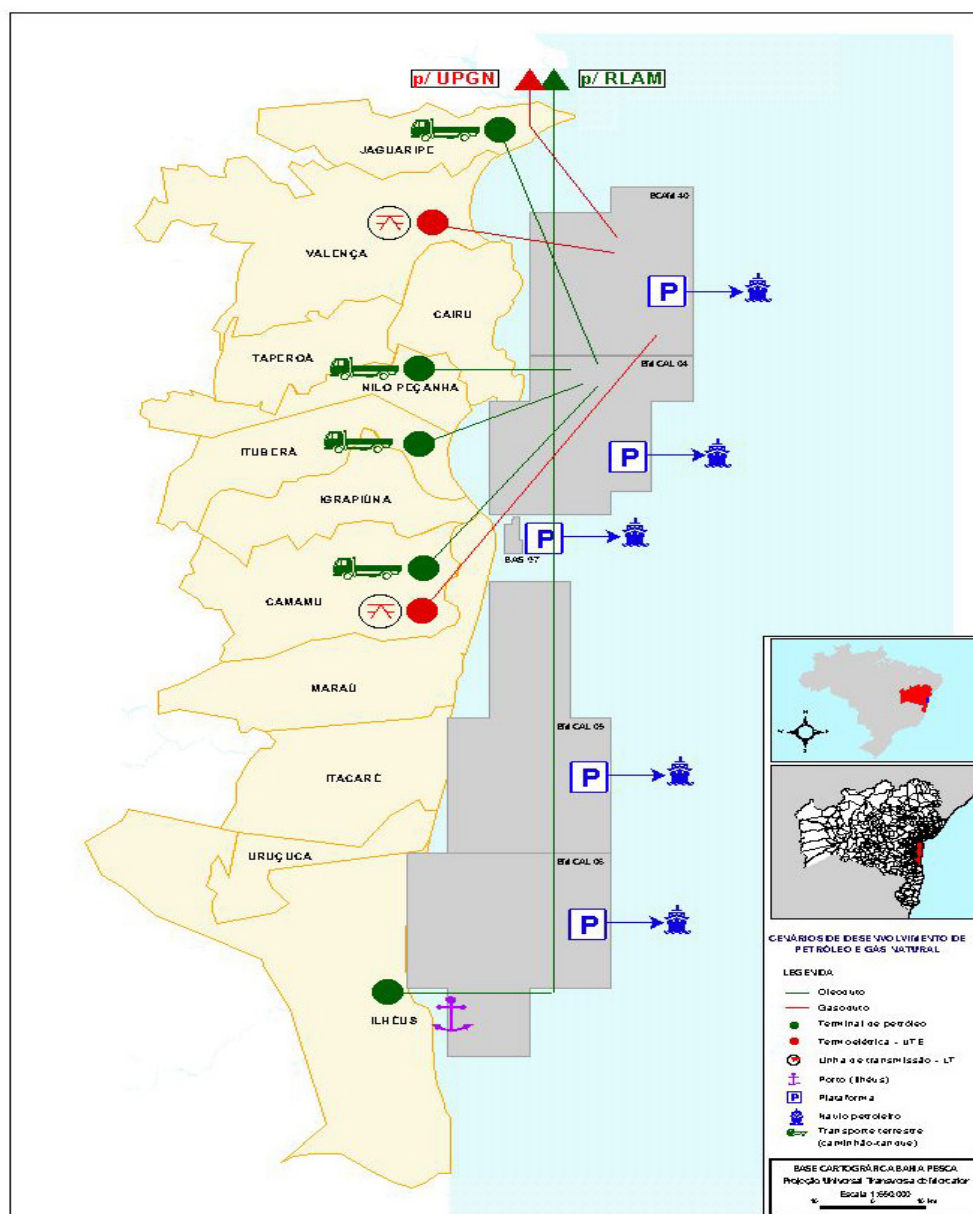


Figura 5.4: Alternativas tecnológicas/locacionais (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003)

Tabela 5.3: Cadeia produtiva de petróleo e gás natural, e alternativas tecnológicas e locais consideradas (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003).

Cadeia produtiva	Estrutura de exploração & produção	Estrutura de transporte	Processamento de petróleo	Traçado de duto
Alternativas tecnológicas e locais	Plataforma fixa simples ⁴	Gasoduto	RLAM	Gasoduto, marítimo e terrestre, para Salvador
	Sistema de caisson ⁵ com estação de separação em terra	Navio aliviador	Outras refinarias	Gasoduto, marítimo e terrestre, para Camamu
	Plataforma central fixa simples com árvores submersas ⁶	Oleoduto, marítimo e terrestre, para Salvador (RLAM)	-	Gasoduto, marítimo e terrestre, para Valença
	Plataforma central fixa com plataformas satélites ⁷	Oleoduto, marítimo e terrestre, para Ilhéus	-	-
	FPSO	Oleoduto, marítimo e terrestre, para Jaguaribe, Camamu, Ituberá ou Nilo Peçanha	-	-
	Plataforma semi-submersível	Caminhão	-	-

⁴ Plataformas fixas são usadas em lâminas d'água rasas, com limitação de profundidade de cerca de trezentos metros. São projetadas para receberem todos os equipamentos de perfuração, estocagem de materiais, alojamento de pessoal, assim como, todas as instalações necessárias para a produção dos poços. A instalação deste tipo de plataforma é feita com o seu rebouque até a locação, onde é, então, estacada no fundo do mar, e possuem a vantagem de serem estáveis até nas condições mais severas de mar, já que não flutuam (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003).

⁵ Caissons são colunas feitas de aço ou concreto fixadas firmemente no assoalho marinho servindo de fundação para as plataformas fixas. Podem ser utilizadas nas etapas de perfuração e produção (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003).

⁶ Sistema de desenvolvimento composto de uma plataforma fixa com um conjunto de poços submarinos, com árvores de natal molhadas.

5.2.2. Cenários acidentais

Para cada etapa do programa de desenvolvimento das atividades de E&P e transporte proposto pelas empresas foram levantados os possíveis eventos acidentais, consolidados em cenários acidentais. Os cenários acidentais foram definidos a partir dos resultados obtidos na avaliação de perigos, que destacou aqueles passíveis de ocorrência, considerando a área de estudo e cada estágio do programa de desenvolvimento da E&P.

Deste grupo, foram selecionados aqueles diretamente relacionados aos danos ambientais e à perda de biodiversidade local. Não foram selecionados eventos cujas consequências, apesar de potencialmente severas, se restringiam aos limites das instalações. Apesar de poderem significar perdas patrimoniais importantes, estes eventos fogem ao escopo da proposta da AERB descrita nesta tese. Também não foram selecionados eventos associados exclusivamente à segurança de pessoas envolvidas diretamente com as atividades, configurando risco ocupacional, que deve ser gerido de acordo com as normas e legislações vigentes.

Assim, foram selecionados e agrupados os seguintes eventos, relacionados, de uma maneira geral, à liberação acidental de petróleo e/ou gás natural, que serviram de base para a avaliação preliminar dos riscos:

- colisões entre instalações marítimas envolvidas na atividade e embarcações de apoio, navios mercantes, navios pesqueiros, navios-tanque, etc.;
- vazamentos em equipamentos de processo, tais como, *risers*, tanques de estocagem, tubulações, válvulas, etc.;
- erupções (*blowouts*) durante a perfuração e outras intervenções no poço;
- perda de controle do poço durante a produção; e
- naufrágio da instalação.

⁷ Sistema composto de uma plataforma central com poços, processo e geração de energia associada a plataformas satélites, interligadas à plataforma central.

Após esta seleção, uma avaliação preliminar de riscos foi realizada para escolher os eventos considerados “estratégicos”, viáveis de serem avaliados na etapa de planejamento considerada (instância de programas), que comporão os cenários acidentais, e que deverão ser considerados na análise de consequências. A avaliação preliminar de riscos foi baseada no estudo das causas e consequências, de acordo com a frequência de ocorrência do acidente (remota, improvável, provável e freqüente) e a severidade das consequências (severidade baixa, menor, moderada, crítica e catastrófica), seguindo os levantamentos para identificação da linha de base e a percepção do grupo de especialistas. Devido à elevada sensibilidade ambiental da área de estudo, o principal critério para a seleção foi a severidade das consequências. Assim, a seleção incluiu os eventos com severidade das consequências menor, moderada, crítica e catastrófica, excluindo-se da análise somente aqueles considerados de gravidade leve, que importam em dano ambiental leve, imediatamente recuperável, sem intervenção, segundo a classificação utilizada. As Tabelas 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 e 5.8, ilustram os resultados da avaliação preliminar de riscos da E&P.

Um esclarecimento deve ser feito com relação aos eventos acidentais que envolvem, exclusivamente, a liberação de gás natural para o ambiente. O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos leves na qual prepondera o metano. Sua principal característica de risco é a inflamabilidade, ou seja, a possibilidade de formação de mistura inflamável com o ar, dando origem a explosões e incêndios. Estes eventos acidentais, apesar de possuírem elevado potencial de gravidade em termos de danos a instalações e à segurança humana, têm efeitos localizados, restritos às áreas onde haja possibilidade de fontes de ignição. No caso do transporte do gás natural através de dutos e do uso do gás natural em termelétricas, a premissa para consideração do potencial de gravidade leve é que sejam mantidas distâncias seguras entre estas instalações e áreas com ocupações humanas.

Tabela 5.4 — Avaliação preliminar de riscos ambientais para atividades de sísmica

Avaliação Preliminar de Riscos – Atividades Exploração e Produção – Bacia de Camamu				
Fase: Sísmica				
Atividade: Lançamento dos cabos				
Eventos acidentais	Causas	Consequências	Frequência	Potencial de gravidade do dano à biodiversidade
Vazamento de óleo diesel durante abastecimento da embarcação	Vazamento em tanques, mangote, tubulações ou válvulas devido a: - corrosão - falha na vedação de juntas e conexões - falha operacional	Liberação de óleo para o ambiente	Provável	Menor
Colisão com embarcações	Condições meteorológicas e de mar adversas Falha nos procedimentos de navegação	Danos a terceiros Liberação de óleo para o ambiente	Improvável	Moderada
Naufrágio da embarcação	Condições meteorológicas e de mar adversas Falha estrutural Perda de estabilidade	Liberação de óleo para o ambiente	Improvável	Crítica
Vazamento de óleo diesel durante abastecimento da embarcação	Vazamento em tanques, mangote, tubulações ou válvulas devido a: - corrosão - falha na vedação de juntas e conexões - falha operacional	Liberação de óleo para o ambiente	Provável	Menor
Colisão com embarcações	Condições meteorológicas e de mar adversas Falha nos procedimentos de navegação	Danos a terceiros Liberação de óleo para o ambiente	Improvável	Moderada
Naufrágio da embarcação	Condições meteorológicas e de mar adversas Falha estrutural Perda de estabilidade	Liberação de óleo para o ambiente	Improvável	Crítica

Tabela 5.5 — Avaliação preliminar de riscos ambientais para atividades de perfuração

Avaliação Preliminar de Riscos – Atividades Exploração e Produção – Bacia de Camamu				
Fase: Perfuração				
Atividade: Posicionamento da sonda de perfuração				
Eventos acidentais	Causas	Consequências	Frequência	Potencial de gravidade do dano à biodiversidade
Colisão com embarcações	Condições meteorológicas e de mar adversas Falha nos procedimentos de navegação	Danos a terceiros Liberação de óleo para o ambiente	Remota	Moderada
Naufrágio da sonda	Condições meteorológicas e de mar adversas Falha estrutural Perda de estabilidade	Liberação de óleo para o ambiente	Remota	Crítica
Atividade: Perfuração ativa				
Colisão com embarcações	Condições meteorológicas e de mar adversas Falha nos procedimentos de navegação	Danos a terceiros Liberação de óleo para o ambiente	Remota	Moderada
Naufrágio da sonda	Condições meteorológicas e de mar adversas Falha estrutural Perda de estabilidade	Liberação de óleo para o ambiente	Remota	Crítica
Vazamento de fluido de perfuração	Vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas devido a: corrosão, falha na vedação de juntas e conexões, falha operacional, choque mecânico	Liberação de fluido de perfuração para o ambiente	Frequente	Leve
Erupção do poço (<i>blowout</i>)	Perda de controle do poço	Liberação de petróleo e gás natural Possibilidade de explosão e incêndio	Remota	Catastrófica
Vazamento de óleo diesel durante transferência para a sonda	Vazamento em tanques, mangote, tubulações ou válvulas devido a: corrosão, falha na vedação de juntas e conexões, falha operacional, choque mecânico	Liberação de óleo para o ambiente	Improvável	Menor
Vazamento de óleo diesel durante circulação na sonda	Vazamento em tanques, bombas, tubulações ou válvulas devido a: corrosão, falha na vedação de juntas e conexões, falha operacional, choque mecânico	Liberação de óleo para o ambiente	Provável	Menor
Atividade: Teste de poço				
Vazamento de petróleo cru e gás natural durante o teste	Vazamento em tanques, tubulações ou válvulas devido a: corrosão, falha na vedação de juntas e conexões, falha operacional, choque mecânico	Liberação de petróleo e gás natural Possibilidade de explosão e incêndio	Improvável	Moderada
Erupção do poço (<i>blowout</i>)	Perda de controle do poço	Liberação de petróleo e gás natural Possibilidade de explosão e incêndio	Remota	Catastrófica

Tabela 5.6 — Avaliação preliminar de riscos ambientais para atividades de produção

Avaliação Preliminar de Riscos – Atividades Exploração e Produção – Bacia de Camamu				
Fase: Produção				
Atividade: Posicionamento da unidade				
Eventos acidentais	Causas	Consequências	Frequência	Potencial de gravidade do dano à biodiversidade
Colisão com embarcações	Condições meteorológicas e de mar adversas Falha nos procedimentos de navegação	Danos a terceiros Liberação de óleo para o ambiente	Remota	Moderada
Atividade: Produção ativa				
Colisão com embarcações	Condições meteorológicas e de mar adversas Falha nos procedimentos de navegação	Danos a terceiros Liberação de óleo para o ambiente	Remota	Moderada
Naufrágio da unidade	Condições meteorológicas e de mar adversas Falha estrutural Perda de estabilidade	Liberação de petróleo para o ambiente	Remota	Crítica
Vazamento de Petróleo cru e gás natural	Vazamento em risers, tanques, tubulações ou válvulas devido a: - corrosão - falha na vedação de juntas e conexões - falha operacional - choque mecânico	Liberação de petróleo e gás natural para o ambiente	Improvável	Moderada
Perda de controle do poço	Falha no fechamento do poço em caso de desconexão de emergência	Liberação de petróleo e gás natural para o ambiente	Remota	Catastrófica

Tabela 5.7 — Avaliação preliminar de riscos ambientais para transporte de gás natural

Avaliação Preliminar de Riscos – Atividades Exploração e Produção – Bacia de Camamu				
Fase: Transporte do gás				
Atividade: Transporte por duto				
Eventos acidentais	Causas	Consequências	Frequência	Potencial de gravidade do dano à biodiversidade
Vazamento de gás natural	Vazamento em tubulações ou válvulas devido a: - corrosão - falha na vedação de juntas e conexões - falha operacional - choque mecânico	Liberação de gás para o ambiente Possibilidade de explosão e incêndio	Remota	Leve

Tabela 5.8 — Avaliação preliminar de riscos ambientais para transporte de petróleo

Avaliação Preliminar de Riscos – Atividades Exploração e Produção – Bacia de Camamu				
Fase: Transporte do petróleo				
Atividade: Transporte por duto				
Eventos acidentais	Causas	Consequências	Frequência	Potencial de gravidade do dano à biodiversidade
Vazamento de petróleo	Vazamento em tubulações ou válvulas devido a: - corrosão - falha na vedação de juntas e conexões - falha operacional - choque mecânico	Liberação de petróleo para o ambiente	Remota	Catastrófica
Atividade: Transferência do óleo para navios				
Vazamento de petróleo durante a transferência	Vazamento em tubulações ou válvulas devido a: - corrosão - falha na vedação de juntas e conexões - falha operacional - choque mecânico	Liberação de petróleo para o ambiente	Improvável	Moderada
Atividade: Transporte por navios				
Colisão com embarcações	Condições meteorológicas e de mar adversas Falha nos procedimentos de navegação	Danos a terceiros Liberação de petróleo para o ambiente	Remota	Crítica
Naufrágio do navio	Condições meteorológicas e de mar adversas Falha estrutural Perda de estabilidade	Liberação de petróleo para o ambiente	Remota	Catastrófica
Atividade: Transporte por caminhão-tanque				
Acidente com caminhão-tanque	Colisão ou tombamento do veículo	Liberação de óleo para o ambiente Possibilidade de explosão e incêndio	Provável	Menor

Após selecionados, os eventos foram agregados em 5 (cinco) grandes cenários acidentais estratégicos, considerando as instalações possivelmente envolvidas nas

atividades. Estes cenários são:

1. Derramamento de óleo (cru ou diesel) devido a colisão de embarcações com a instalação: derramamentos de óleo cru ou diesel causados pela perda de contenção em equipamentos, tais como, tanques, vasos, tubulações, etc., devido a danos provocados por colisão de embarcações que irão trafegar na região
2. Derramamento de óleo diesel durante abastecimento da instalação: derramamentos de óleo diesel causados por falha durante as operações de transferência de combustível para a instalação. Estas operações podem ser realizadas por bombeamento, com a utilização de mangotes, a partir de embarcações de apoio
3. Derramamento de óleo (cru ou diesel) devido a naufrágio da instalação: naufrágio da instalação pela perda de estabilidade, colisão com outra embarcação, inundação ou falha estrutural
4. Derramamento de óleo (cru ou diesel) devido a falhas operacionais diversas: derramamentos de óleo cru ou diesel causados por falhas diversas na operação das instalações que resultem em liberação para o ambiente. Estes eventos podem estar associados a falhas de projeto, falhas de equipamentos, falhas no cumprimento de procedimentos, etc
5. Derramamento de óleo cru devido a erupção ou perda de controle do poço: derramamentos de óleo cru para o ambiente causados pela erupção do poço (*blowout*) durante a perfuração ou intervenção no poço ou pela perda de controle do poço durante a produção.

5.3. Análise das consequências

Após a definição e seleção dos cenários acidentais, foi realizada análise das consequências, considerando os cenários de desenvolvimento mais prováveis e as alternativas tecnológicas e locacionais disponíveis.

Em cada cenário foram atribuídos, pelo grupo de especialistas, valores

representativos para a frequência e a severidade dos riscos ambientais (de acordo com o Capítulo IV) das alternativas tecnológicas e locacionais de exploração (sísmica e perfuração), produção e transporte de hidrocarbonetos, considerando a sensibilidade da área de estudo e os critérios apresentados na Tabela 4.7.

Um valor total para análise das consequências dos eventos acidentais foi calculada pela Equação 1 (Capítulo IV), para cada combinação de alternativas tecnológicas e locacionais de cada estágio do desenvolvimento das atividades de E&P.

Cabe ressaltar que a diferenciação entre os cenários de pequenas, médias e grandes descobertas foi feita com a aplicação de um fator de escala (1,05 para médias descobertas e 1,1 para grandes descobertas) aos valores calculados. Somente após a aplicação desses fatores, é que se realizou a normalização para o valor 100 (maior valor obtido para o risco à biodiversidade). A razão para utilização desses fatores reside no entendimento de que a escala adimensional “1, 5 ou 10” seria limitada para representar diferenças (significativas, por vezes) entre os cenários de pequenas, médias e grandes descobertas.

O Anexo II mostra as matrizes de avaliação do risco à biodiversidade para todos os cenários avaliados.

As análises de cenários e de alternativas tecnológicas/locacionais consideraram a cadeia de gerenciamento do risco e a sua importância na tomada de decisão em função, principalmente, da sensibilidade que a região experimenta. Dentre as alternativas avaliadas foi possível identificar aquelas que apresentam um menor risco à biodiversidade devido aos diferentes cenários de liberações acidentais de hidrocarbonetos no mar. Os intervalos apresentados nas Tabelas 5.9 e 5.10 para cada cenário de desenvolvimento definem os valores mínimos e máximos encontrados para o risco nas diferentes alternativas tecnológicas. A faixa de valores varia de zero a 100, devido a normalização, realizada para facilitar a comparação e seleção de alternativas. Observa-se que a maior diferença entre as alternativas está relacionada ao volume de hidrocarboneto armazenado. De uma forma geral, quanto maior o volume, maior a severidade das consequências para a biodiversidade devido aos eventos com liberações acidentais.

Tabela 5.9: Riscos à biodiversidade das alternativas nos cenários de descoberta de gás natural

	Águas rasas			Águas intermediárias			Águas profundas		
CENÁRIOS	BR1	MR1	GR1	BI1	MI1	GI1	BP1	MP1	GP1
RISCO	32-46	34-48	35-51	40	42	44	29	30	32

Tabela 5.10: Riscos à biodiversidade das alternativas nos cenários de descoberta de petróleo e gás natural

	Águas rasas			Águas intermediárias			Águas profundas		
CENÁRIOS	BR2	MR2	GR2	BI2	MI2	GI2	BP2	MP2	GP2
RISCO	86-100	90-92	92-97	76-80	80-84	84-88	54-55	56-58	59-67

No cenário BR1 (baixo volume de descoberta, águas rasas, gás natural) observam-se faixas de risco variando entre 32 e 46 devido às diferentes tecnologias de produção. O sistema caisson apresenta risco igual a zero, pois não possui armazenamento de combustível, como ocorre no caso da plataforma fixa e da plataforma central fixa com árvores de natal submersas. Já no cenário BR2 (baixo volume de descobertas, águas rasas, petróleo e gás natural), as faixas de risco variam de 86 a 100, com as alternativas de FPSO apresentando maior risco no caso de colisão ou naufrágio do que as plataformas fixas. Isto acontece porque os FPSOs apresentam maior volume de óleo armazenado. Neste conjunto de alternativas também observa-se o valor máximo de risco (100), atribuído ao maior risco de danos devido à falha operacional na combinação de transporte por oleoduto, separação em terminal em terra, mais transporte por caminhão.

No cenário BI1 (baixo volume de descobertas, águas intermediárias, gás natural), não foram observadas diferenças no risco (40) nas combinações de tecnologias de produção e transporte. Isto ocorre porque as plataformas fixas com árvores submersas, fixas com

plataformas satélites e as semi-submersíveis armazenam aproximadamente a mesma quantidade de hidrocarbonetos. Porém, quando considera-se a presença de petróleo (cenário BI2 – baixo volume de descobertas, águas intermediárias, petróleo e gás natural), as faixas de risco passam a variar de 76 a 80, com as alternativas de FPSO apresentando maior risco no caso de colisão ou naufrágio do que as plataformas fixas, tal como no cenário BR2.

No caso do BP1 (baixo volume de descobertas, águas profundas, gás natural), o risco (29) também permanece o mesmo para as diferentes alternativas, pois não há a diferentes possibilidade de produção, e o risco ambiental de ambas opções de transporte do gás natural (gasoduto para Salvador ou Camamu) é o mesmo. Para BP2 (baixo volume de descobertas, águas profundas, petróleo e gás natural), as combinações que envolvem a produção com FPSO apresentam maior risco ambiental (55) do que as que envolvem a produção por plataformas semi-submersíveis (54) devido à colisão ou naufrágio da instalação em razão do maior volume de hidrocarboneto armazenado.

No cenário MR1 (médio volume de descoberta, águas rasas, gás natural), as combinações de alternativas tecnológicas compostas pela unidade de produção “sistema caisson”, apresentam menor risco (34), quando comparadas com as combinações de alternativas tecnológicas compostas por unidades de produção do tipo plataforma fixa ou plataforma central fixa com árvores submersas (48), pois o sistema caisson não possui armazenamento de combustível. No MR2 (médio volume de descobertas, águas rasas, petróleo e gás natural) mais uma vez a diferença nos valores de risco é devido às variações nas tecnologias de produção. As alternativas cuja unidade de produção é o FPSO apresentam maior risco (92), do que aquelas com unidades de produção do tipo plataforma fixa (90).

No cenário MI1 (Médio volume de descobertas, águas intermediárias, gás natural), observa-se que os valores de risco ambiental (42) são os mesmos, independente do tipo de unidade de produção (plataforma central fixa com satélites ou semi-submersível), pois o volume armazenado em ambas alternativas tecnológicas é da mesma ordem de grandeza. Já para MI2 (médio volume de descobertas, águas intermediárias, petróleo e gás natural) a diferença observada entre as opções tecnológicas de produção ocorre porque as alternativas

que envolvem a produção com FPSO apresentam maior risco (84) do que as que envolvem a produção por plataformas semi-submersíveis ou plataforma central fixa com plataformas satélites (80), em razão do maior volume de hidrocarboneto armazenado nos FPSOs.

Em MP1(médio volume de descobertas, águas profundas, gás natural), o risco (30) também permanece o mesmo, pois não há a possibilidade de diferentes alternativas de produção, e o risco de ambas opções de transporte do gás natural (gasoduto para Salvador ou Camamu) é o mesmo. Para MP2 (médio volume de descobertas, águas profundas, petróleo e gás natural), novamente a diferença observada entre as diferentes alternativas tecnológicas de produção ocorre porque as combinações que envolvem a produção com FPSO apresentam maior risco à biodiversidade (58) do que as que envolvem a produção por plataformas semi-submersíveis (56), devido ao menor volume de hidrocarboneto armazenado nas semi-submersíveis.

Nos cenário de grande descoberta GR1 (grande volume de descoberta, águas rasas, gás natural), as combinações de alternativas tecnológicas compostas pela unidade de produção caisson apresentam menor risco (35) quando comparadas com as combinações de alternativas tecnológicas compostas por unidades de produção do tipo plataforma fixa ou plataforma central fixa com árvores submersas (51), pois as caissons não armazenam combustível. Em GR2 (grande volume de descobertas, águas rasas, petróleo e gás natural), mais uma vez, a diferença entre os valores de risco à biodiversidade é devido às diferentes alternativas de produção. Como já visto, quando a unidade de produção é o FPSO, existe um maior risco (97) do que quando a unidade de produção é do tipo plataforma fixa (95).

Em GI1 (grande volume de descobertas, águas intermediárias, gás natural) observa-se novamente que os valores de risco (44) são os mesmos, independente do tipo de unidade de produção (plataforma fixa com satélites ou semi-submersíveis), pois o volume armazenado em ambas é da mesma ordem de grandeza. Para GI2 (grande volume de descobertas, águas intermediárias, petróleo e gás natural) a diferença observada entre as diferentes alternativas tecnológicas de produção ocorre porque as combinações que envolvem a produção com FPSO apresentam maior risco (88) do que as que envolvem a produção por plataformas semi-submersíveis ou plataforma central fixa com plataformas satélites (84). Na etapa de

transporte, apesar dos riscos à biodiversidade referentes à alternativa de navios aliviadores estarem relacionado à eventos de derramamento por colisão, naufrágio e falha operacional, o risco total é o mesmo da alternativa de oleodutos, que apresenta risco de derramamento devido à falha operacional, com frequência intermediária e severidade alta.

No cenário GP1 (grande volume de descobertas, águas profundas, gás natural), o risco (32) também permanece o mesmo, pois não há a possibilidade de diferentes alternativas de produção, e o risco das opções de transporte do gás natural (gasoduto para Salvador, Camamu ou Valença) é o mesmo. Já em GP2 (grande volume de descobertas, águas profundas, petróleo e gás natural), a diferença observada entre as diferentes combinações de alternativas ocorre porque as opções que envolvem a produção com FPSO apresentam maior risco (61 ou 67) do que as que envolvem a produção por plataformas semi-submersíveis (59 ou 65). Na etapa de transporte, apesar dos riscos referentes à alternativa de navios aliviadores estarem associados aos derramamentos por colisão, naufrágio e falha operacional, ele ainda é menor quando comparado a alternativa de oleodutos, que apresenta risco de derramamento devido à falha operacional, com frequência intermediária e severidade alta.

5.4. Suporte à decisão

Para este estudo de caso um processo semelhante foi realizado para a avaliação dos impactos ambientais associados à operação normal das instalações de E&P, em uma outra etapa da AAE. No final do processo, os resultados da AERB e da avaliação dos impactos ambientais foram apresentados conjuntamente para cada um dos 18 cenários de desenvolvimento, visando auxiliar o processo de decisão. A realização desta etapa permitiu a identificação das tecnologias mais amigáveis ambientalmente, considerando não somente os impactos ambientais, como é comumente realizado nos processos de AAE, mas também as consequências de possíveis eventos acidentais para a biodiversidade.

As alternativas foram comparadas por meio de uma representação gráfica (conforme descrito no Capítulo IV), onde um dos eixos indicava o impacto ambiental e o outro o risco à biodiversidade decorrente de eventos acidentais de derramamento de

hidrocarbonetos, como mostra o exemplo da Figura 5.5. O objetivo foi identificar as alternativas representadas por pontos próximos à região inferior esquerda do gráfico, o que corresponde à minimização simultânea dos impactos e riscos.

As análises de cenários e de alternativas tecnológicas e locacionais apresentadas consideraram, no mesmo patamar de abordagem e de importância, aspectos relacionados ao risco à biodiversidade. Trata-se de uma visão mais estratégica para a gestão do meio ambiente, por considerar a cadeia de gerenciamento do risco e a sua importância na tomada de decisão em função, principalmente, da sensibilidade ambiental que a região experimenta. Dentre as alternativas tecnológicas e locacionais avaliadas foi possível, resumidamente, apresentar aquelas associadas aos cenários de descobertas definidas como dominantes (Quadro 5.2).

Observa-se que nem sempre é possível conjugar alternativas que apresentem simultaneamente o menor risco e impacto ambiental. Por exemplo: a alternativa de produção por plataforma fixa com satélite e transporte por gasoduto para Salvador e navio aliviador tem menor risco à biodiversidade, mas não menor impacto. Já a alternativa de produção por FPSO e transporte, também, por gasoduto até Salvador e navio aliviador tem o menor impacto ambiental, mas não o menor risco em se tratando, por exemplo, do cenário de descoberta de baixo volume de petróleo e gás natural em águas rasas.

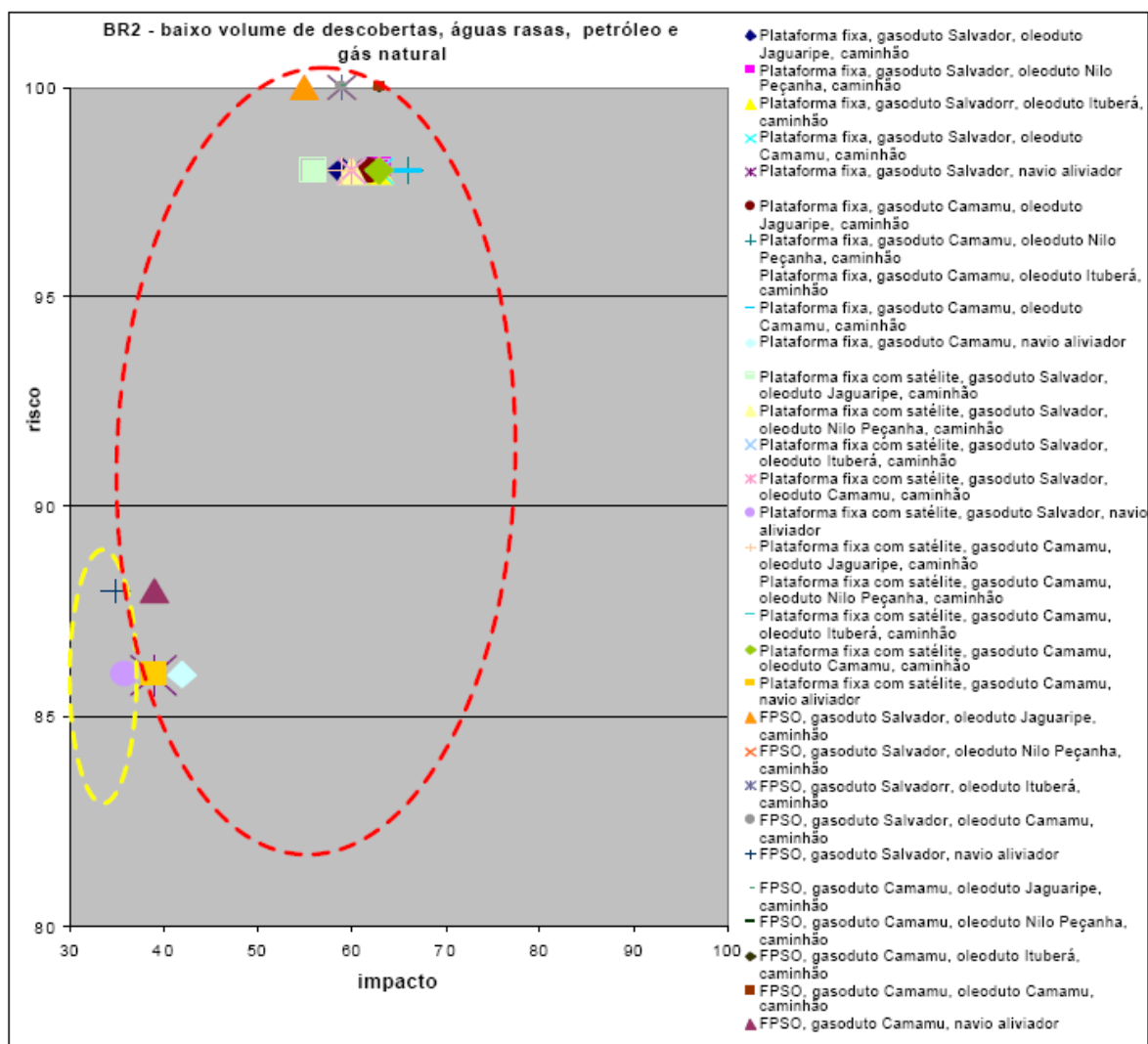


Figura 5.5: Alternativas dominantes (círculo amarelo) e dominadas (círculo vermelho) para o cenário BR2 (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003)

Nestes casos, fica evidente a complexidade do ponto de vista ambiental do processo de tomada de decisão em torno da exploração e produção de petróleo e gás natural na Bacia de Camamu-Almada, que guarda, além dos critérios ambientais, outros critérios que, também, são determinantes à decisão.

Assim, a escolha pela priorização do risco ou impacto deve envolver todas as partes interessadas, ou seja, empresas, órgãos ambientais (nacional, regional e local), organizações

não governamentais, sociedade civil, etc. Cabe lembrar que um processo de AAE já prevê a consulta aos chamados “atores sociais relevantes”, que afetam ou são afetados, diretamente ou indiretamente, pelo processo de tomada de decisão, independente de ser realizada a AERB.

Atividades	Alternativas mais amigáveis ambientalmente
Produção de gás natural	O sistema <i>caisson</i> é o que confere menor impacto e risco à biodiversidade simultaneamente, no caso de baixo e médio volume de descobertas. Para grandes volumes em águas rasas há um <i>trade-off</i> entre as alternativas de plataformas fixas simples ou com árvores submersas (menos impacto) e os sistemas <i>caisson</i> (menor risco).
Produção de petróleo e gás natural	As alternativas dominantes sempre envolvem produção por plataforma fixa (simples, com satélites ou árvores submersas) ou semi-submersível.
Transporte de gás natural	A alternativa de transporte por gasoduto seguindo para Salvador é sempre dominante.
Transporte de petróleo e gás natural	Para volumes de descobertas de petróleo baixos e médios, a alternativa de transporte dominante é por navio aliviador, assim como, para as grandes volumes de descobertas em águas rasas, a alternativa dominante é o transporte por oleoduto para a RLAM ou Ilhéus, e em águas profundas há um <i>trade-off</i> entre oleoduto seguindo para a RLAM ou Ilhéus (menor impacto) e navio aliviador (menor risco).

Quadro 5.2: Resumo das alternativas tecnológicas e locacionais mais amigáveis ambientalmente (Fonte: LIMA/COPPE/UFRJ, 2003)

No estudo de caso da Bahia, visando facilitar o intercâmbio de informações, bem como, dotar o estudo de mecanismos de envolvimento, de articulação e de comunicação com os agentes sociais relevantes do estudo de AAE, foi estabelecido um Comitê de Acompanhamento, que teve como missão a identificação e fornecimento de informações relevantes à realização do estudo de AAE, além da avaliação e proposição de sugestões

para o aperfeiçoamento das alternativas, análises e propostas apresentadas (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003). Esta participação ocorreu nas diversas etapas do estudo de AAE, em reuniões realizadas na própria área de estudo, e também por meio do envio de comentários escritos aos elaboradores do estudo.

Além do auxílio na escolha das alternativas tecnológicas e locacionais mais amigáveis ambientalmente, a aplicação da metodologia de AERB também gerou uma série de subsídios aos planos de combate a derramamento de óleo e de recomendações como a sugestão do estabelecimento de uma estrutura regional para o pronto-atendimento a incidentes severos de derramamento de óleo, com tempos de resposta reduzidos, tendo como finalidade limitar ao máximo as quantidades de óleo capazes de atingir as zonas costeiras. Atualmente, o tempo de resposta para a região em questão está definido em 12 horas, o que indica que o atendimento, em caso de acidente, poderia ser prestado pelo Centro de Defesa Ambiental da Petrobrás (CDA), localizado em Madre de Deus, em Salvador (LIMA/COPPE/UFRJ, 2003).

CAPÍTULO VI – AERB NA INSTÂNCIA DE PLANOS: ESTUDO DE CASO NO BANCO DE ABROLHOS

Para o teste da metodologia proposta no Capítulo IV para a instância de Planos, foi feita uma simulação da aplicação na região do Banco de Abrolhos. A primeira razão para escolha do local foi sua importância em termos de biodiversidade, com presença de diversas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Também pesaram na decisão da escolha o potencial de hidrocarbonetos e, por fim, a polêmica em relação à quinta rodada de licitações da ANP que incluía blocos próximos ao Banco de Abrolhos.

O local apresenta uma importância histórica em termos de conservação da biodiversidade. Foi no Arquipélago de Abrolhos que se criou o primeiro Parque Nacional Marinho. Quatro (Siriba, Guarita, Redonda e Sudeste) das cinco ilhas que compõe o arquipélago (a quinta, Santa Bárbara, pertence à Marinha do Brasil), localizadas no extremo sul da Bahia, à aproximadamente 70 km da costa, compõe a unidade de conservação. Também compõe o Parque dois grandes blocos de recifes de corais: o Parcel de Abrolhos, a leste do arquipélago, e o Recife dos Timbebas, a oeste, na direção do continente. Nesta região está presente a principal formação de corais do Atlântico Sul em termos de diversidade biológica. A região compreende ainda um mosaico de ambientes costeiros, margeados por remanescentes da Mata Atlântica, fundos de algas, manguezais, praias e restingas (Marchioro & Nunes, 2003). Há também grande diversidade de espécies marinhas, já tendo sido catalogado das mais de 160 espécies de peixes, crustáceos e moluscos, sendo que alguns endêmicos (Marchioro & Nunes, 2003). Tartarugas marinhas, aves marinhas e cetáceos ameaçados de extinção também estão presentes, justificando a consideração do local como área de *extrema importância biológica*, de acordo com o MMA (2002a).

Na 5ª rodada de licitações da ANP, em 2002, diversos blocos na Bacia do Espírito Santo-Mucuri seriam oferecidos, parte deles sobrepostos com a Área de Proteção Ambiental Estadual da Ponta da Baleia/Abrolhos, compreendidos entre o Parque Nacional Marinho dos Abrolhos e o continente (Figura 6.1a e Figura 6.1b). Esta sobreposição motivou o estudo realizado pela *Conservation International* do Brasil (CI) sobre a

[illegible]

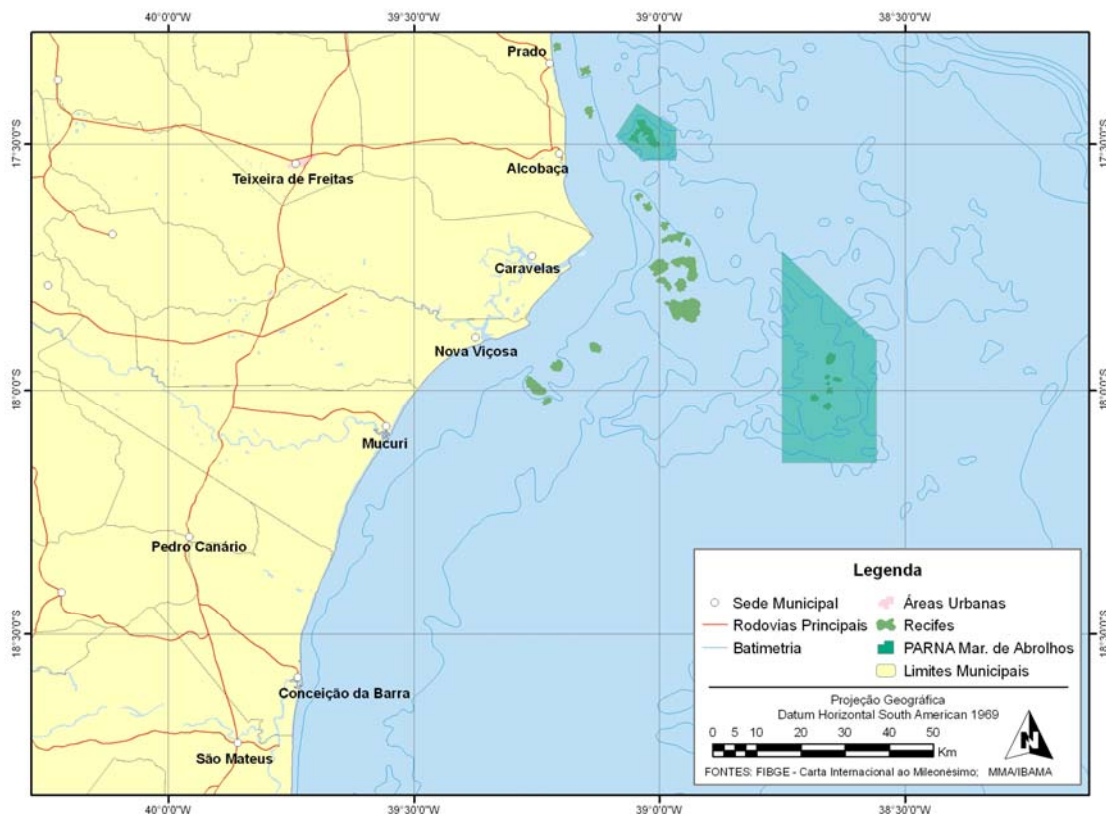


Figura 6.1b: Região do Banco de Abrolhos

6.1. O estudo da CI

A *Conservation International* Brasil, juntamente com o Instituto Baleia Jubarte (IBJ), o Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental (NEMA), a BirdLife Brasil, a Sociedade Brasileira de Estudos de Recifes de Coral (Corallus) e a Fundação SOS Mata Atlântica, elaboraram em 2003 um documento, com o objetivo de estimular uma reavaliação da alocação de alguns dos blocos exploratórios de E&P que seriam concedidos durante a Quinta Rodada de Licitações da ANP. O estudo foi produzido por dois consultores especializados, tendo sido posteriormente revisado por alguns pesquisadores de diversas regiões do país.

O documento apresenta uma avaliação de impactos da exploração e produção de petróleo e gás natural no Banco dos Abrolhos, realizada com auxílio de Sistemas de

Informação Geográfica (SIG). São utilizadas matrizes de interação de impacto ambiental para atribuição de valores aos impactos identificados como incidentes em cada recurso natural e socioeconômico, considerando as etapas de sísmica, perfuração e produção de petróleo e gás natural. Os valores foram atribuídos de acordo com a intensidade do impacto e grau de mitigação, obtendo-se pontuações para cada grupo de impactos sobre os temas ou recursos ambientais (áreas de alimentação de quelônios, áreas de reprodução de quelônios, áreas de reprodução de mamíferos, plantas marinhas, bentos, aves, peixes demersais, estuários e manguezais, recifes de corais, áreas de pesca, áreas de turismo, paisagem natural).

Desta forma, as matrizes de recursos naturais, ecossistemas e indicadores socioeconômicos foram confrontadas com os impactos potenciais e efetivos das operações de E&P de hidrocarbonetos, resultando numa série de mapas que buscam expressar a sensibilidade ambiental de cada bloco exploratório alocado no Banco dos Abrolhos.

Como resultado desse estudo, a CI-Brasil e parceiros propuseram a exclusão de cerca de 243 blocos, de um total de 1.070, da Quinta Rodada de Licitações Internacionais promovida pela ANP (“Brasil Round 5”), incluindo na lista uma série de blocos ofertados em rodadas anteriores.

Apesar do estudo ter sido importante para a consolidação de uma base de dados atualizada, com registros de tartarugas, cetáceos, peixes, plantas, corais, aves e comunidades bentônicas, contemplando também informações sobre o uso turístico e pesqueiro na região, considera-se que este apresenta diversos pontos metodológicos passíveis de críticas e melhorias, considerando que o estudo apresentou uma avaliação ambiental para a instância de planos, no contexto de tomada de decisão da E&P *offshore* de petróleo e gás natural.

A primeira crítica é que, no estudo, não há diferenciação entre impacto e risco. Alguns impactos identificados para cada tema estão relacionados aos derramamentos (ex: *contaminação ambiental por incidente de derramamento, impactos crônicos relacionados ao tempo de permanência do óleo no ambiente, restrição de acesso a pesqueiros por derramamento, danos materiais decorrentes de derramamentos*, dentre outros), mas não há

indicação na metodologia da avaliação da frequência de ocorrência destes eventos. A metodologia considera apenas a intensidade destes “impactos”, o que equivaleria a uma avaliação da severidade das consequências dos eventos acidentais, mas ignora a relação com a frequência de ocorrência dos eventos.

Além disso, os eventos acidentais não são amplamente avaliados para todas as atividades de E&P (sísmica, perfuração, produção e transporte). Em relação às atividades de sísmica, por exemplo, o estudo não considera os possíveis danos advindos de derramamentos de diesel pelos barcos de sísmica. Em relação à perfuração e produção há menção aos possíveis danos devido aos incidentes de derramamento de óleo, mas o grande foco está nas consequências para as atividades socioeconômicas (pesca e turismo), havendo pouca menção aos danos à flora, fauna e à biodiversidade, apesar da sensibilidade da região.

Não há também no estudo uma diferenciação dos eventos passíveis de ocorrência durante as atividades transporte de hidrocarbonetos, havendo menção apenas às atividades de sísmica, perfuração e produção. Esta consideração é essencial, uma vez que as estatísticas mostram que o maior número de acidentes com derramamento de hidrocarbonetos ocorre na etapa de transporte (LIMA/COPPE/UFRJ, 2001).

Outro ponto importante é a falta de consideração dos diferentes possíveis volumes de descoberta de óleo e gás natural. Nesta etapa do processo de tomada de decisão ainda há grande incerteza em relação a estes volumes, apesar de haver conhecimento sobre as reservas totais provadas das bacias. Este nível de incerteza justifica uma avaliação de sensibilidade dos impactos e riscos, considerando diferentes faixas, como proposto no Capítulo IV (baixo volume, médio volume e grande volume de descobertas, por exemplo). Em alguns casos a severidade dos eventos acidentais pode ser bastante ampliada dependendo da natureza do evento causador e do volume da descoberta, em como da natureza dos hidrocarbonetos.

O estudo também não destaca impactos e riscos em áreas mais sensíveis (UC e outras áreas protegidas), e considera apenas as áreas prioritárias para conservação como uma forma de ponderação dos impactos, atribuindo às mesmas pesos relacionados a sua

importância para conservação. O Capítulo II já apresenta uma crítica em relação à definição das áreas prioritárias para a conservação, e por esta razão considera-se que tal definição não deveria ser a base para determinação de graus de importância na metodologia. Faltam ainda, por exemplo, critérios que permitam atribuição de notas diferentes para diferentes tipos de costa, considerando as diferenças geomorfológicas e de vegetação, que no caso de derramamentos de óleo, implicariam em uma maior ou menor dificuldade e tempo de recuperação.

Em relação à atribuição de valores aos impactos, observa-se que não há descrição de critérios claros e bem definidos que justifiquem a atribuição de diferentes intensidades e graus de mitigação. Considera-se que para avaliar apropriadamente a intensidade do impacto e dos riscos decorrentes de derramamentos de hidrocarbonetos, é necessário inferir diferentes cenários de E&P. Dependendo dos cenários de E&P (volume e local das descobertas e tipo de hidrocarboneto) as intensidades dos impactos e riscos serão diferentes. Isto não é feito no estudo.

6.2. A metodologia de AERB

O item 6.2.1 a seguir apresenta de forma ilustrativa as etapas da AERB simuladas à instância de Planos, conforme descrito no Capítulo IV, para demonstrar o tipo de análise que poderia ter sido realizada em relação à decisão sobre a oferta de blocos de E&P na região de Abrolhos.

Por se tratar de uma simulação, sem o levantamento de dados relacionados aos componentes do risco à biodiversidade e seus atributos, como seria realizado em um caso real, não foi possível a execução de algumas etapas e sub-etapas da metodologia proposta, como a elaboração dos mapas de sensibilidade e identificação de subáreas, a formação do Comitê de Acompanhamento para participação da comunidade, a análise de sensibilidade na etapa de Análise das Consequências, com as informações fornecidas pelos *stakeholders* locais, e a etapa de suporte à decisão. Assim, salienta-se que, no caso da aplicação da AERB em um contexto real de um estudo de AAE, a riqueza de informações e a profundidade das análises seriam muito maiores do que a forma como será

apresentada neste Capítulo. Porém, considerou-se que a apresentação desta simulação seria importante para ilustrar a flexibilidade e utilidade da metodologia não apenas para a instância de programas, mas também para a instância de planos, fornecendo subsídios essenciais para o processo de tomada de decisão da E&P *offshore*.

6.2.1. Linha de base¹

6.2.1.1 Componentes do risco à biodiversidade

6.2.1.1.1 Severidade das consequências dos eventos acidentais

Ecossistemas marinhos, terrestres e de transição

O Banco de Abrolhos é um alargamento da plataforma continental leste brasileira. Na altura da cidade de Caravelas, ela apresenta uma largura excepcional de cerca de 200 km, estendendo-se da altura do município de Prado (BA) até a altura da foz do rio Doce (ES), numa extensão aproximada de 409 Km de linha de costa, das quais aproximadamente 257 Km estão no litoral baiano e 152 Km no litoral capixaba (Marchioro & Nunes, 2003).

Os recifes de corais do complexo recifal de Abrolhos são os maiores e os mais ricos do Brasil e do Atlântico Sul Ocidental. Os recifes de Abrolhos apresentam uma grande importância científica, com presença de espécies de corais endêmicas, que tornaram-se ao estresse provocado pela turbidez periódica das águas brasileiras (Leão, 1999). Das dezoito espécies de corais identificadas nos recifes brasileiros, dezessete estão presentes em Abrolhos, e seis delas (*Mussismilia braziliensis*, *Mussismilia hispida*, *Mussismilia hartti*, *Siderastrea stellata*, *Favia gravida* e *Favia leptophylla*) são endêmicas do Brasil (Marchioro & Nunes, 2003).

A comunidade biótica do complexo recifal de Abrolhos ainda não está completamente estudada, mas sabe-se que esta inclui os cnidários, as macroalgas, importantes como produtoras primárias, iniciando o fluxo de energia do sistema, as anêmonas, esponjas,

¹ Os dados apresentados na linha de base provêm, em sua maioria, do estudo realizado pela CI (2003).

vermes, moluscos, crustáceos e equinodermas, peixes recifais e tartarugas marinhas (Marchioro & Nunes, 2003).

O Banco dos Abrolhos também é a principal área de concentração da baleia jubarte – espécie considerada vulnerável à extinção - durante seu período reprodutivo.. É na área do Banco que ocorre a cópula e a maior parte dos nascimentos (Marchioro & Nunes, 2003). Além dos grupos de baleias jubarte, destaca-se também a reocupação do banco dos Abrolhos pela baleia franca (*Eubalaena australis*), também considerada vulnerável e que tem sido observada anualmente acompanhada de filhotes na área do Banco. Há também registros de golfinho nariz de garrafa (*Tursiops truncatus*), boto cinza (*Sotalia guianensis*) e golfinho de dentes rugosos (*Steno bredanensis*), e registros de encalhes de baleia piloto (*Globicephala sp*), golfinho de risso (*Grampus griseus*), orca (*Orcinus orca*), kogia (*Kogia sp*), cachalote (*Physeter macrocephalus*) e franciscana (*Pontoporia blainvillei*), o que corresponderia à cerca de 30% de todas as espécies de cetáceos registradas no Brasil ocorrendo no banco dos Abrolhos (Marchioro & Nunes, 2003).

No Arquipélago também já foram registradas 32 espécies de aves residentes e visitantes, dentre as quais 7 são aves marinhas que nidificam nas ilhas, como o benedito *Anous stolidus*, espécie mais abundante, o Trinta-réis-das-rocas *Sterna fuscata*, espécie migratória que nidifica no Arquipélago dos Abrolhos, o Rabo-de-palha *Phaethon aethereus*, espécie incluída recentemente na lista de espécies ameaçadas no Brasil na categoria Vulnerável devido ao reduzido efetivo populacional e a problemas de predação por ratos em Abrolhos. O Rabo-de-palha-de-bico-laranja, parece nidificar em número bastante pequeno, mas a espécie foi incluída na lista de espécies ameaçadas no Brasil na categoria Vulnerável devido ao reduzido efetivo populacional e também devido a problemas de predação por ratos e outras espécies em Abrolhos e Fernando de Noronha. O Atobá-marrom *Sula leucogaster* também está presente em Abrolhos, assim como o Atobá-branco *Sula dactylatra*, a fragata ou tesourão *Fregata magnificens*. Segundo as informações da BirdLife, além das colônias reprodutivas de aves marinhas em Abrolhos, a região ainda abriga uma notável concentração de espécies migratórias na Coroa Vermelha, localizada em trecho mais próximo da costa (Marchioro & Nunes, 2003).

Já as espécies de quelônios que possuem sítios reprodutivos no Banco dos Abrolhos e litoral adjacente, de acordo com o relatório da Conservation International (Marchioro & Nunes, 2003) são a tartaruga cabeçuda *Caretta caretta* (segundo maior sítio reprodutivo da espécie no país) e a tartaruga de couro *Dermochelys coriacea* (principal sítio reprodutivo). A região também é utilizada por todas as espécies de tartarugas marinhas como área de alimentação. Destas espécies, a tartaruga de couro apresenta uma população reduzida e com sítio de desova restrito às praias do litoral norte do Espírito Santo, especialmente a Reserva Biológica de Comboios e a terra Indígena de Comboios.

Em termos de UC, a área apresenta um mosaico de unidades de conservação marinhas e costeiras, com grande parte integrante da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e do Sítio do Patrimônio Mundial Natural da Costa do Descobrimento. As unidades de conservação são consideradas zonas núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, inclusive o Parque Nacional Marinho de Abrolhos. Assim, as principais questões relacionadas à sensibilidade local ao derramamento de óleo estão ligadas ao grande valor da biodiversidade local e às áreas protegidas. A Tabela 6.1 sintetiza as áreas protegidas na região, destacando os principais aspectos da conservação, relacionados à biodiversidade da região de estudo, usos e potenciais conflitos.

Tabela 6.1: Áreas protegidas no entorno de Abrolhos

UC	UF	Ano	Área (ha)	Principais objetivos de conservação, usos e potenciais conflitos
REX Marinha do Corumbau	BA	2000	89.895	Protege importantes recifes de corais compreendidos entre Cumuruxatiba e Curuípe, dentre os recifes dos Itacolomis, Pataxos. Os recifes e bancos lamosos da RESEX Corumbau sustentam comunidades de pescadores de pequena escala, inclusive pescadores de subsistência da etnia indígena Pataxó, integrantes da Terra Indígena Barra Velha.
APA Estadual da Ponta da Baleia/Abrolhos	BA	1993	34.600	Extremo sul do Estado da Bahia, na faixa costeira dos municípios de Alcobaça e Caravelas. A razão da criação dessa APA foi fundamentada na proteção dos recifes e bancos coralíneos associados à fauna e à flora marinha, com muitas espécies endêmicas (SEIA, 2007). Abrange área de manguezal nas proximidades de Caravelas e Nova Viçosa. Protege uma área compreendida entre o ParNaM Abrolhos e a costa, incluindo o Parcel das Paredes.
APAE Caraíva/Tranco so	BA	1993	31.900	Protege importantes remanescentes das restingas litorâneas de Porto Seguro e algumas espécies de flora e fauna ameaçadas de extinção (CRA, 2007).
APAE Coroa Vermelha	BA	1993	4.100	Protege importantes remanescentes das restingas costeiras, além dos recifes de corais, nos municípios de Santa Cruz de Cabrália e Porto Seguro. (CRA, 2007)
APAE Santo Antônio	BA	1994	23.000	Protege importantes remanescentes das restingas litorâneas na Costa do Descobrimento, abrangendo os municípios de Santa Cruz de Cabrália e Belmonte (SEIA, 2007)
Parque Municipal Marinho do Recife de Fora	BA	1997	1750	Localizado em área recifal em frente a Porto Seguro. Recebe grande número de turistas diariamente, sendo considerada um dos principais roteiros turísticos em unidades de conservação, juntamente com o Parque Nacional Marinho dos Abrolhos.
Reserva da Biosfera da Mata Atlântica	-	-	-	Banco de Abrolhos e adjacências
Reserva Biológica de Comboios	ES*	1984	833	Criada para manter a diversidade biológica dos ecossistemas costeiros; preservar comunidades de restinga e a reprodução das tartarugas marinhas (<i>Dermochelys coriacea</i> e <i>Caretta caretta</i>)
Sítio do Matrimônio Mundial Natural da Costa do Descobrimento	BA/ES	1999	-	Porção litorânea da Costa do Descobrimento
Parque Nacional Marinho de Abrolhos	1983	BA	91.300	Primeiro Parque Nacional Marinho. Singularidade de seus recifes de corais. Em 2003 ganhou o título de Posto Avançado da Reserva da Biosfera
Parque Nacional Descobrimento	1999	BA	21.130	Protege os maiores remanescentes de floresta ombrófila densa da região
Parque Nacional do Pau-Brasil	1999	BA	11.534	Protege os maiores remanescentes de floresta ombrófila densa da região
Parque Nacional de Monte Pascoal	1961	BA	22.406	Protege o mais conservado fragmento de floresta ombrófila densa, os ecossistemas de manguezal e restinga litorânea existentes na Ponta do Corumbau

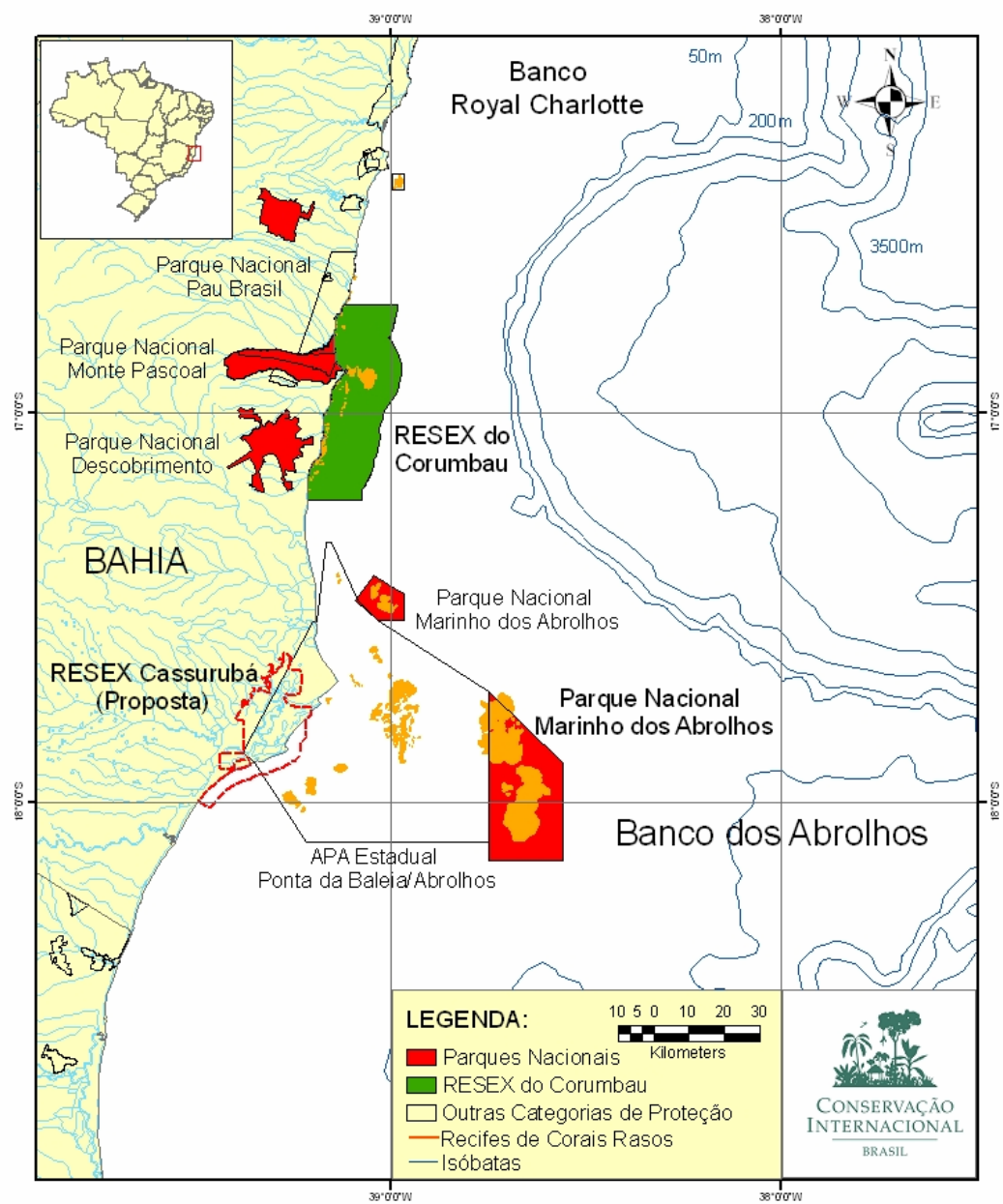


Figura 6.2 Áreas protegidas no Banco de Abrolhos (Conservation, 2007)

Modos de vida

Em termos das atividades socioeconômicas, destacam-se no local a pesca e o turismo. De acordo com o relatório da CI (Marchioro & Nunes, 2003), o Banco de Abrolhos é considerada a região mais piscosa do litoral baiano. Apesar de haver uma pesca empresarial realizada por frigoríficos e arrendatários de embarcações de maior porte, a pesca na região pode ser caracterizada como predominantemente artesanal, empregando um significativo contingente da população da faixa litorânea, sendo a base de renda para muitas famílias (Marchioro & Nunes, 2003). Destaca-se ainda a pesca de camarões em Caravelas e Prado, realizada nas lamas que entremeiam os recifes de corais. O relatório da CI menciona que, para pesca de linha, 65% das capturas são compostas por peixes recifais, o que indica que impactos socioeconômicos importantes podem ocorrer no caso de eventos que provoquem alterações nos estoques pesqueiros. Para as populações ribeirinhas, a coleta de moluscos e crustáceos também tem grande importância, principalmente no manguezal entre Caravelas e Nova Viçosa.

Em relação ao turismo, nota-se que o Parque Nacional Marinho de Abrolhos proporciona atratividades únicas, como esportes submarinos, apresentando grande importância econômica para os municípios de Alcobaça e Caravelas, importância refletida no número de empregos associados à visita do Parque (Marchioro & Nunes, 2003). Uma prova disto é a identificação do local como grande atrativo para observação de baleias jubarte pelo PRODETUR II (Programa de Desenvolvimento Turístico financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento). Outros atrativos naturais efetivos e potenciais também foram apontados pelo Programa, e identificados como a motivação principal para o turismo no local.

Alguns destes atrativos, como os recifes de corais, apresentam não apenas importância para a socioeconomia, mas principalmente para a biodiversidade, conforme já citado.

6.2.1.1.2 Frequência de ocorrência dos eventos acidentais

Os dados relacionados aos eventos acidentais de E&P no mar utilizados foram os mesmos já descritos no Capítulo IV e V desta tese, e por isto não serão replicados aqui.

6.2.1.2 Componente da E&P de petróleo e gás natural na região de Abrolhos

Os blocos exploratórios oferecidos na Quinta Rodada de Licitações na região do Banco dos Abrolhos encontram-se localizados na Bacia do Espírito Santo-Mucuri, em terra e em águas rasas, inclusive sobre os ecossistemas de manguezal e recifes de corais, em áreas classificadas como de maior sensibilidade às atividades de perfuração em toda a costa brasileira, conforme mostra a Figura 6.1.

A bacia localiza-se ao longo do litoral centro-norte do Estado do Espírito Santo e sul do Estado da Bahia. Seu limite sul é a feição geológica conhecida como Alto de Vitória, que a separa da Bacia de Campos, enquanto seu limite norte, com a Bacia de Cumuruxatiba, é apenas geográfico. A área sedimentar total da bacia é de 123.130 km² até a lâmina d'água de 3.000 m (17.900 km² em terra) e está coberta por levantamento sísmico 2D do tipo spec survey. A perfuração de 489 poços exploratórios na bacia resultou na descoberta de 52 acumulações de hidrocarbonetos, sendo 47 na porção terrestre e 5 na plataforma continental. De acordo com o anuário estatístico da ANP de 2006, a bacia apresenta no mar um volume provado 1.126,1 milhões de barris. e 31.271 milhões de m³ de gás natural (ANP, 2006), caracterizando um médio volume de gás natural e alto de óleo, de acordo com a classificação apresentada no Capítulo IV.

Na Quinta Rodada de Licitações² (Tabela 6.2) diversos blocos da Bacia do Espírito Santo-Mucuri foram excluídos em função de avaliações conjuntas com órgãos ambientais. Os blocos retirados estavam sobrepostos à Área de Proteção Ambiental Estadual da Ponta

² Bacia do Espírito Santo: Setor SES-AR1, Blocos ES-M-1, ES-M-2, ES-M-14, ES-M-15, ES-M-41, ES-M-42, ES-M-43, ES-M-70, ES-M-71, ES-M-72, ES-M-73); Setor SES-T2, Blocos ES-T-13, ES-T-14, ES-T-28, ES-T-29, ES-T-48, ES-T-49, ES-T-69, ES-T-70

da Baleia/Abrolhos, compreendidos entre o Parque Nacional Marinho dos Abrolhos e o continente (áreas recifais do Parcel das Paredes), além de blocos terrestres localizados sobre áreas do extenso manguezal de Caravelas- Nova Viçosa.

Além das rodadas de licitação de modos exploratórios em áreas de elevado potencial, situadas em bacias maduras e novas fronteiras, ofertando os chamados “blocos exploratórios”, ocorreu também, em 2005, juntamente com a Sétima Rodada, a primeira oferta de “Áreas Inativas contendo Acumulações Marginais”, constituída por 17 dos 54 “campos devolvidos” pela Petrobras. Destes, 11 estavam localizados no estado da Bahia e 6 no estado de Sergipe (ANP, 2006), nenhum na área de estudo. A segunda oferta de blocos marginais está em curso, dissociadas da rodada de blocos exploratórios, desde março de 2006, com assinatura de contratos prevista para outubro deste mesmo ano. Em 2006 foram oferecidas 14 áreas, três no estado do Maranhão, na Bacia de Barreirinhas, oito no Rio Grande do Norte na Bacia Potiguar e três no Espírito Santo (ANP, 2006b).

Tabela 6.2: Resumo de ofertas nas bacias sedimentares da área de estudo (elaboração própria a partir de ANP, 2006b)

Bacia	Rodada	Área offshore ofertada	Diretrizes ambientais
Espírito Santo	1	4 blocos offshore (BM-ES-1 e BM-ES-2 em águas profundas e ultra-profundas, BM-ES-3 e BM-ES-4 em águas rasas), totalizando 9.365 km ²	
	2	Não foram ofertadas áreas nesta Rodada	
	3	7 blocos (BM-ES-5, BM-ES-6 e BM-ES-7 em águas rasas, BM-ES-8, BM-ES-9, BM-ES-10 e BM-ES-11 em águas profundas), totalizando km ²	
	4	5 blocos (BM-ES-16, BM-ES-17, BM-ES-18, BM-ES-19 e BM-ES-20)	
	5	1 Setor em águas rasas (SES-AR-2) com 21 blocos totalizando 3.809 km ² aproximadamente. 2 setores (SES-AR-1 e SES-AR-2) com 191 blocos, totalizando 35.729 km ²	Exclusão de todo o setor SES-AR1 (77 blocos) e de 77 dos 98 blocos do setor SES-AR-2. Diretrizes gerais para licenciamento de sísmica e perfuração.
	6	Dois setores (SES-AR2 em águas rasas com 21 blocos e SES-AP1 em águas profundas com 16 blocos), totalizando 13.816 km ² aproximadamente.	Diretrizes ambientais para blocos terrestres Diretrizes gerais para licenciamento de sísmica e perfuração.
	7	Dois setores (SES-AR2 em águas rasas com 13 blocos e SES-AP2 em águas profundas com 10 blocos), totalizando 9.512 km ² aproximadamente.	Diretrizes ambientais para blocos marítimos ⁱ Diretrizes gerais para licenciamento de sísmica e perfuração.
	8	Dois setores (SES-AR2 em águas rasas com 06 blocos e SES-AP2 em águas profundas com 06 blocos), totalizando 5.410 km ² aproximadamente.	Diretrizes gerais para licenciamento de sísmica e perfuração.

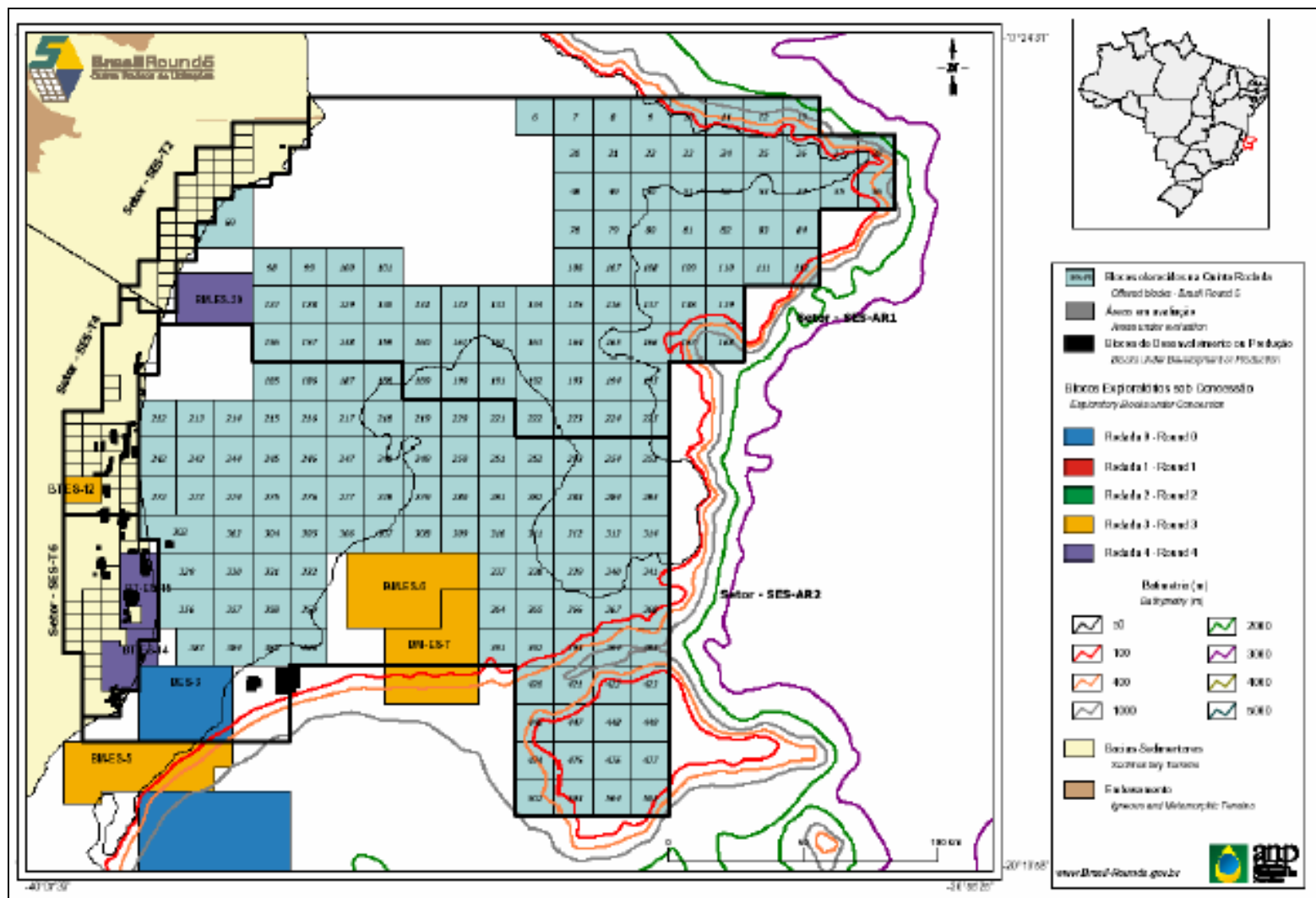


Figura 6.3: Áreas de concessão na Bacia do Espírito Santo na quinta rodada antes da exclusão (ANP, 2006b)

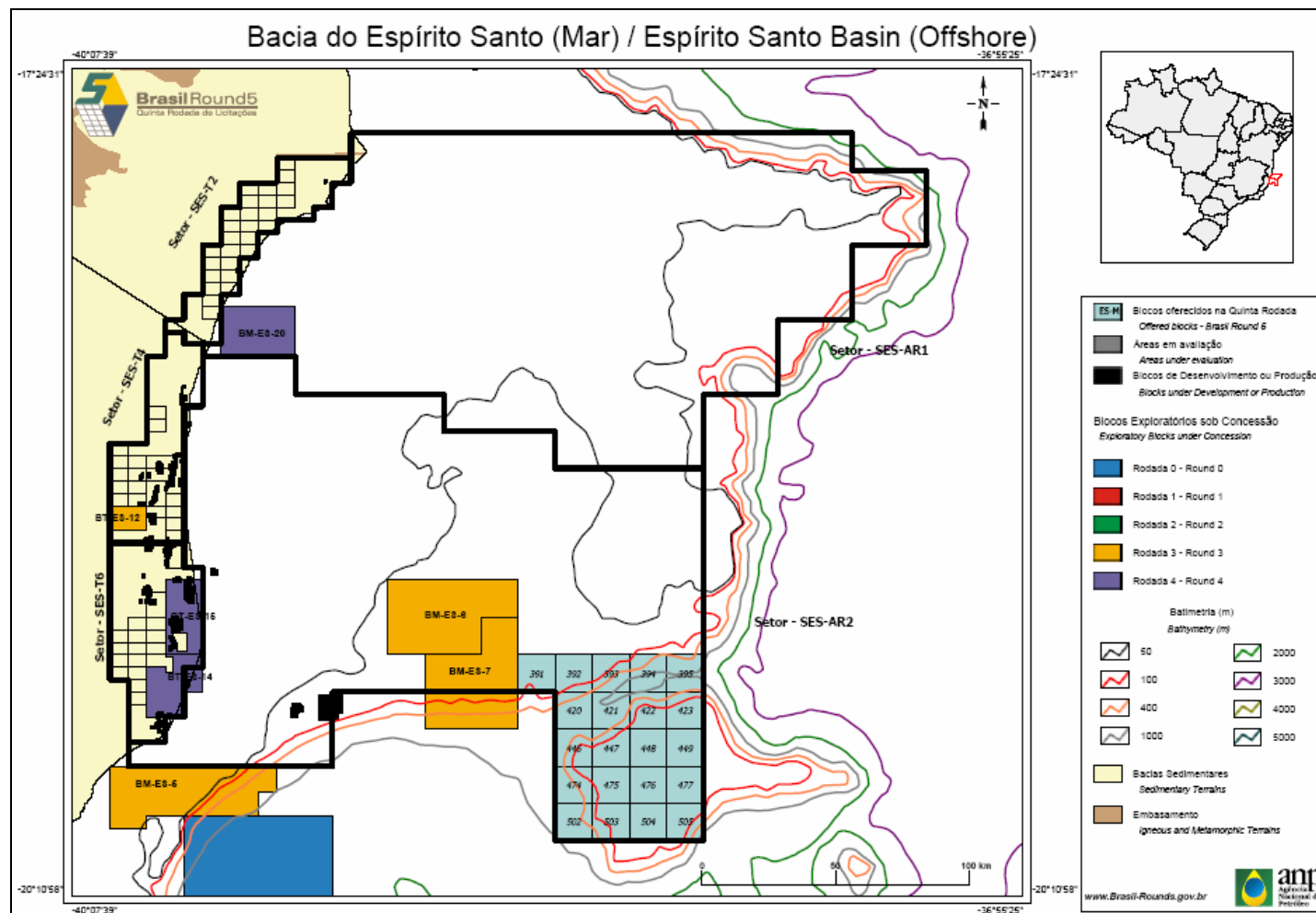


Figura 6.4: Áreas de concessão na Bacia do Espírito Santo na quinta rodada após a exclusão (ANP, 2006b)

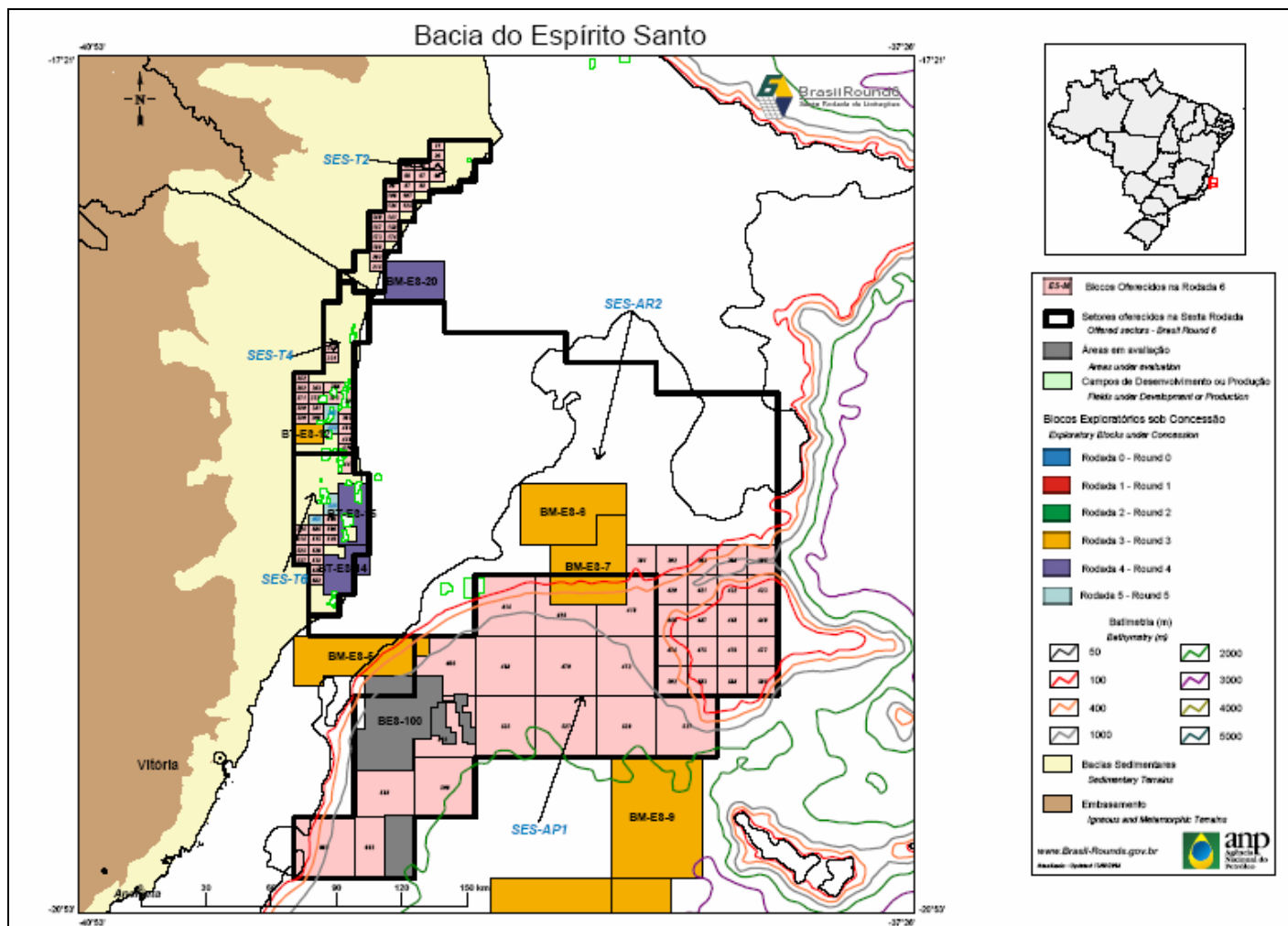


Figura 6.5: Áreas de concessão na Bacia do Espírito Santo na sexta rodada (ANP, 2006)

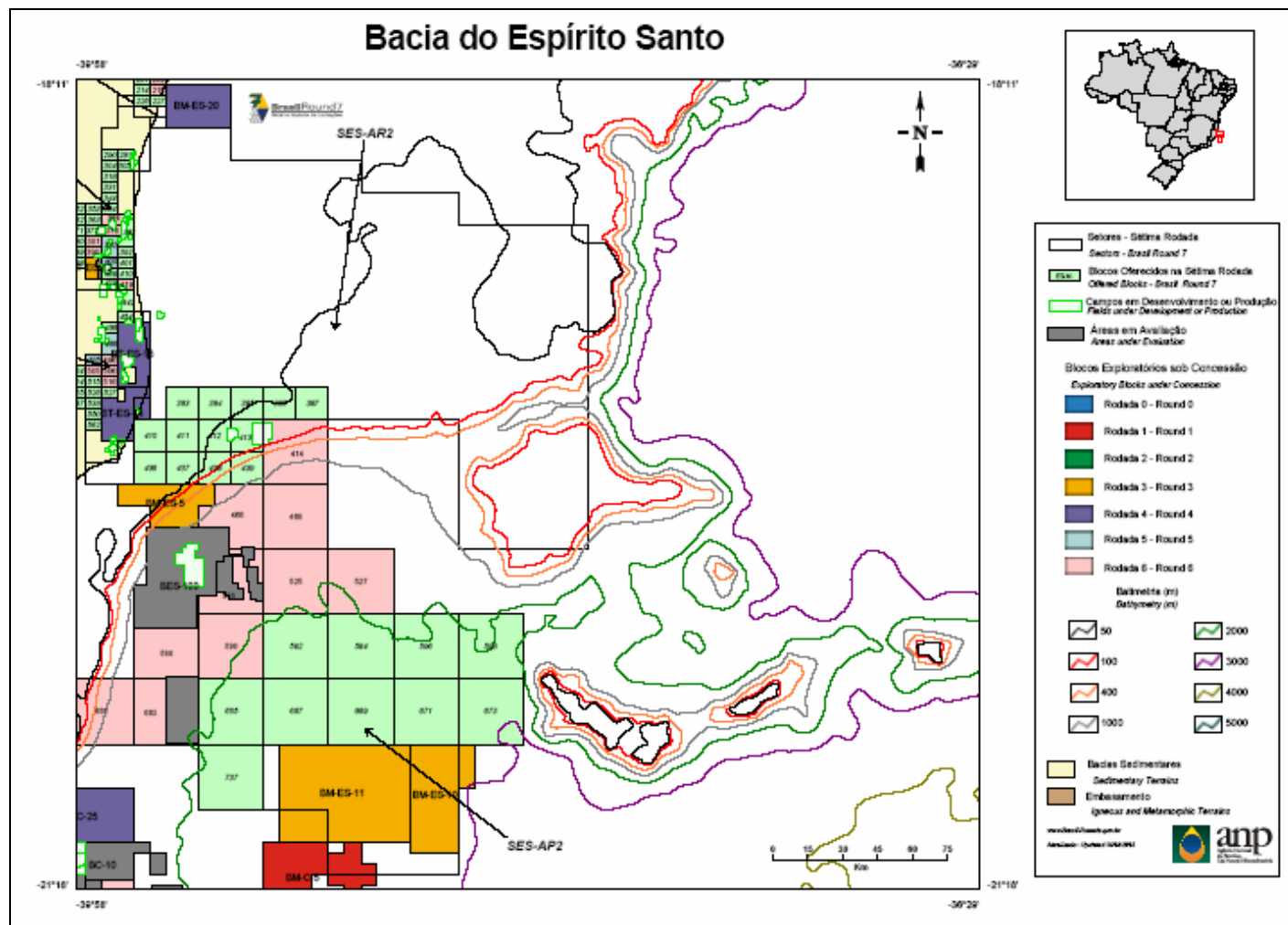


Figura 6.6: Áreas de concessão na Bacia do Espírito Santo na sétima rodada (ANP, 2006b)

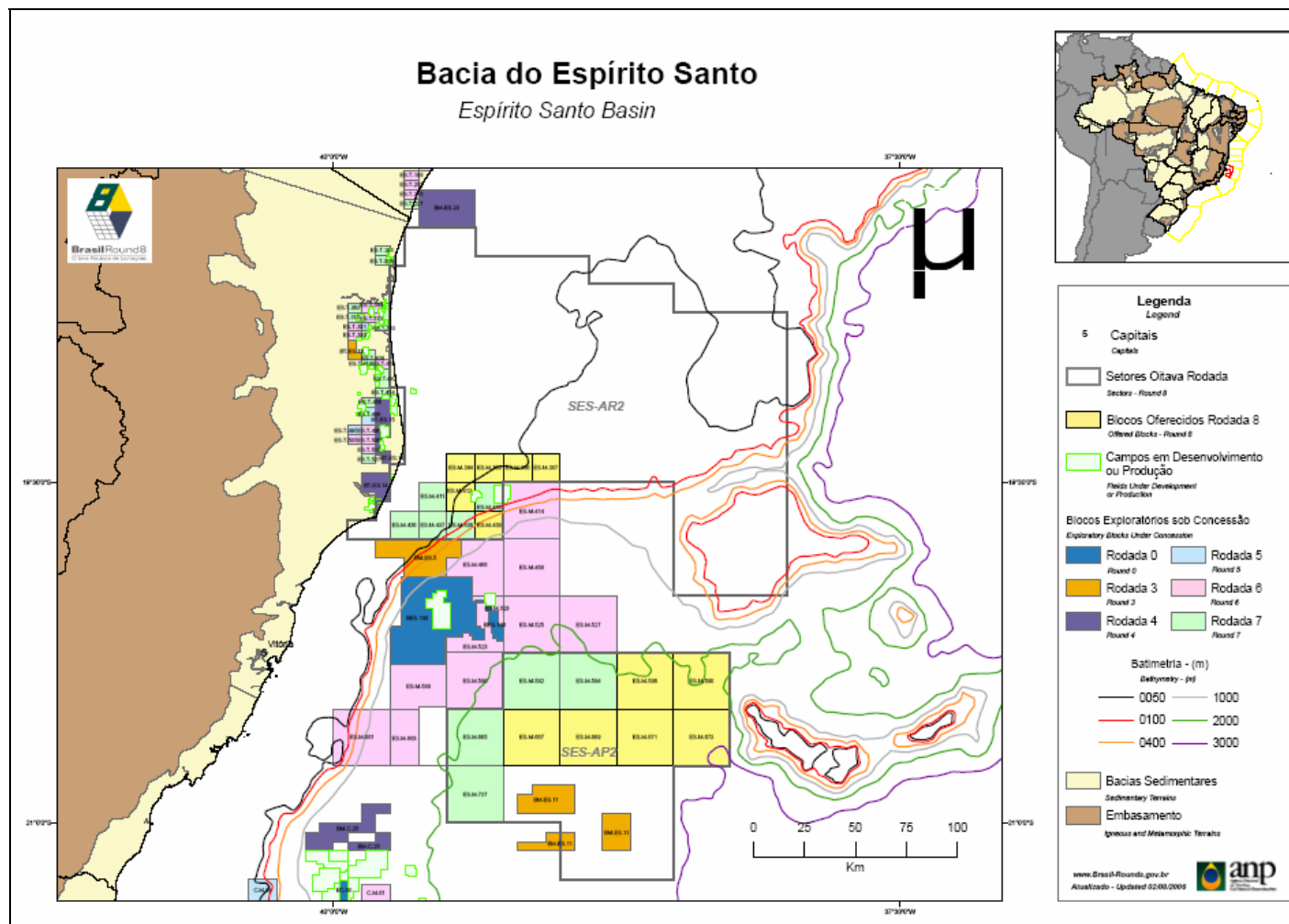


Figura 6.7: Áreas de concessão na Bacia do Espírito Santo na oitava rodada (ANP, 2006b)

6.2.2 Definição dos cenários

6.2.2.1 Cenários de desenvolvimento da E&P

Da mesma forma que o estudo de caso de Programas (Capítulo V), a definição dos cenários de E&P passou pela consideração das incertezas relacionadas às variáveis controláveis e não controláveis, para avaliação dos riscos à biodiversidade associados a cada alternativa locacional (Tabela 6.3). Ainda da mesma forma que no Capítulo V, duas letras e um número foram utilizados para representar cada um dos cenários. A primeira letra está relacionada ao volume de descoberta (B – Baixo, M – Médio, G – Grande) e a segunda à profundidade da descoberta e distância da instalação de E&P da costa (R – Águas Rasas). Para identificar a natureza das descobertas foram utilizados os números 1 – para descobertas somente de gás natural – e 2 – para descobertas de petróleo e gás associados -. Os cenários de desenvolvimento são os mesmos apresentados na Tabela 4.5 (Capítulo IV), excluindo apenas os cenários de águas intermediárias e profundas, implicando também na identificação de apenas duas alternativas locais, conforme a Tabela 6.3.

Tabela 6.3: Alternativas locais consideradas

Localização dos blocos de E&P	Blocos em águas rasas	Blocos em áreas intermediárias	Blocos em águas profundas
Alternativas locais	Setor SAR-1 todo e setor SAR-2 todo	-	-
	21 blocos do setor SAR-2	-	-

6.2.2.2 Cenários acidentais

Assim como os dados sobre eventos acidentais históricos, considerou-se que os cenários acidentais deste estudo de caso são os mesmos descritos no Estudo de caso apresentado no Capítulo V desta tese, não necessitando portanto, serem replicado aqui.

Os mesmo eventos foram selecionados para a avaliação preliminar dos riscos:

- colisões entre instalações marítimas envolvidas na atividade e embarcações de apoio, navios mercantes, navios pesqueiros, navios-tanque, etc.;
- vazamentos em equipamentos de processo, tais como, *risers*, tanques de estocagem, tubulações, válvulas, etc.;
- erupções (*blowouts*) durante a perfuração e outras intervenções no poço;
- perda de controle do poço durante a produção; e
- naufrágio da instalação.

Após esta seleção, a avaliação preliminar de riscos foi realizada para escolher os eventos considerados “estratégicos”, viáveis de serem avaliados na etapa de planejamento considerada (instância de planos), e que deveriam ser considerados na análise de conseqüências. A avaliação preliminar de riscos foi baseada no estudo das causas e conseqüências dos eventos, de acordo com a freqüência de ocorrência (remota, improvável, provável e freqüente) e a severidade das conseqüências (severidade baixa, menor, moderada, crítica e catastrófica), seguindo os levantamentos do diagnóstico. Mais uma vez, devido à elevada sensibilidade ambiental da área de estudo, o principal critério para a seleção dos eventos acidentais estratégicos foi a severidade de suas conseqüências. Assim, a seleção incluiu os eventos com severidade das conseqüências menor, moderada, crítica e catastrófica, excluindo-se da análise somente os eventos considerados de gravidade leve, que importam em dano ambiental leve, imediatamente recuperável, sem intervenção, segundo a classificação utilizada, obtendo-se os mesmos resultados que para o estudo de caso descrito no Capítulo V, uma vez que trata-se também de uma área muito sensível.

Após selecionados, os eventos foram agregados em 5 (cinco) possíveis cenários acidentais ambientais estratégicos para as instalações, possivelmente, envolvidas nas atividades, de forma similar ao que foi realizado no estudo de caso apresentado no Capítulo V desta tese. Estes cenários são:

1. Derramamento de óleo (cru ou diesel) devido a colisão de embarcações com a instalação
2. Derramamento de óleo diesel durante abastecimento da instalação
3. Derramamento de óleo (cru ou diesel) devido a naufrágio da instalação
4. Derramamento de óleo (cru ou diesel) devido a falhas operacionais diversas
5. Derramamento de óleo cru devido a erupção ou perda de controle do poço

6.2.3 Análise das consequências

Após a definição e seleção dos cenários acidentais, foi realizada análise das consequências dos eventos definidos na etapa anterior, considerando os cenários de desenvolvimento mais prováveis e as alternativas locais avaliadas.

Em cada cenário foram atribuídos valores representativos para a frequência e a severidade dos riscos à biodiversidade considerando as alternativas locais avaliadas e as atividades de exploração (sísmica e perfuração), produção e transporte de hidrocarbonetos, bem como os critérios de avaliação da severidade das consequências apresentados no Capítulo IV.

Um valor total para análise das consequências dos eventos acidentais é calculada pela Equação 1, para cada alternativa local em cada estágio do desenvolvimento das atividades de E&P, considerando os diferentes cenários de descobertas. As tabelas com a avaliação detalhada para cada cenário são apresentadas no Anexo III.

As análises de cenários e de alternativas locais consideraram a cadeia de gerenciamento do risco e a sua importância na tomada de decisão em função,

principalmente, da sensibilidade que a região experimenta. Dentre as alternativas locais avaliadas foi possível identificar aquelas que apresentam um menor risco à biodiversidade devido às liberações acidentais de hidrocarbonetos no mar (Tabela 6.4).

Tabela 6.4: Riscos à biodiversidade das alternativas locais nos cenários de descoberta

Cenário Alternativa	BR1	BR2	MR1	MR2	GR1	GR2
ALT 1	26	78	27	84	29	100
ALT 2	26	59	27	82	29	99

Observa-se, pelos resultados apresentados na Tabela 6.4, que a alternativa 1 (ALT 1) apresenta os maiores riscos à biodiversidade nos cenários de descobertas de petróleo e gás natural associados. Porém, nota-se que a diferença dos riscos da ALT1 e ALT2 é mais significativa para o cenário de baixo volume de descobertas (BR2).

Já para os cenários de médio (MR2) e grande volume de descobertas (GR2) o risco é bastante alto para ambas as alternativas, havendo pouca diferenciação entre elas. Isto ocorre devido ao fato de que o derramamento de hidrocarbonetos de descobertas médias e altas apresentará consequências severas para toda a região, uma vez que ambas as alternativas referem-se às atividades de E&P em águas rasas. Para baixos volumes a extensão das consequências deverá ser menor do que para médio e alto volume de descobertas, que poderão apresentar eventos acidentais com maior extensão das consequências, atingindo tanto as áreas cobertas pela ALT1 quanto pela ALT2, independente de onde os blocos e as estruturas de E&P estiverem localizados.

Para os cenários de descoberta apenas de gás natural, nota-se que o risco é o mesmo, independente da alternativa local. Isto porque nestes casos os cenários acidentais possíveis de ocorrência estão relacionados apenas aos derramamentos de diesel com

volumes pouco variáveis, decorrentes de colisões de embarcações com a instalação, naufrágio, derramamentos durante operações de abastecimento e falhas operacionais diversas, não estando diretamente relacionados às reservas, e portanto, passíveis de ações de resposta mais rápidas e eficientes. Desta forma, a severidade das consequências destes possíveis derramamentos não deve variar para as alternativas consideradas. Há uma pequena variação para os diferentes cenários de volumes de descobertas, porém, esta está diretamente associada ao fator de escala incorporado ao final da avaliação.

6.2.4 Suporte à decisão

Conforme já mencionado, não foi realizada nesta simulação a etapa de suporte à decisão, pois não houve uma avaliação de impactos ambientais nos mesmos moldes da AERB, considerando os diversos cenários de desenvolvimento, de forma a permitir uma “comparação” factível. A avaliação de impactos não foi realizada aqui, pois fugia do escopo da tese, de discutir a consideração do risco nos estudos de AAE.

6.3 Comentários finais

Apesar de não ter sido realizado um estudo de AAE completo, de forma a permitir a realização de todas as etapas da AERB, o que viabilizaria uma comparação mais rica entre a metodologia da CI e a metodologia proposta, foi possível identificar que a realização da AERB explicita de forma mais analítica e imparcial, as possíveis consequências de liberações acidentais de hidrocarbonetos decorrentes de atividades de E&P *offshore*.

Com a aplicação da AERB foi possível avaliar os diferentes riscos impostos à biodiversidade nos diferentes cenários de desenvolvimento da E&P possíveis para a área de Abrolhos. Considera-se que ignorar a existência de incertezas relacionadas não apenas a natureza dos hidrocarbonetos, mas também ao volume e localização dos mesmos, implica em uma análise enviesada da realidade, podendo oferecer subsídios incompletos e insuficientes aos decisores, levando à decisões equivocadas.

Salienta-se também a importância da consideração não apenas do componente severidade dos riscos, mas também da frequência de ocorrência. A não consideração desta frequência, baseada em levantamentos históricos de liberações acidentais, também pode resultar em um quadro para os riscos não adequado e insuficiente, podendo mais uma vez culminar em decisões equivocadas, baseadas em subsídios parciais.

CONCLUSÕES

A primeira motivação para o desenvolvimento do trabalho de tese apresentado foi a constatação, apesar de todo o avanço em termos de planejamento e gestão ambiental, de desenvolvimento de tecnologias mais seguras e de estruturas de resposta a derramamentos de hidrocarbonetos, da frequência e severidade das conseqüências para a biodiversidade decorrentes dos eventos acidentais nas diversas etapas de E&P *offshore* de petróleo e gás natural no Brasil.

O fato do Brasil ser considerado um dos países mais biodiversos do mundo, e da biodiversidade ser considerada como um ponto estratégico do planejamento e gestão ambiental do país, chama ainda mais atenção para o problema discutido na tese. Observou-se que o avanço das atividades humanas e da utilização dos recursos naturais constitui ameaças importantes à biodiversidade, como a perda, fragmentação, degradação e poluição de *habitats*. Todas estas ameaças tornam-se ainda mais graves em locais onde há a presença de ecossistemas extremamente sensíveis, como os manguezais e recifes de corais, e de espécies particularmente vulneráveis à extinção.

Outro ponto agravante observado foi o próprio potencial de dano à biodiversidade associado às liberações acidentais de hidrocarbonetos durante as atividades de E&P. Apesar de terem sido mapeadas diversas frentes de trabalho no Brasil, principalmente nos níveis mais operacionais, focadas para a minimização dos danos e efeitos adversos dos derramamentos de hidrocarbonetos no mar, bem como na maximização da recuperação dos ecossistemas, observa-se ainda a falta de instrumentos mais adequados para os níveis mais estratégicos, de planejamento.

Tais fatos confirmam a hipótese levantada no início da tese, de que a falta de metodologias de avaliação de riscos à biodiversidade adequadas para influenciar os níveis mais estratégicos (Políticas, Planos e Programas - PPP) inviabiliza a incorporação do risco de modo efetivo, e contribui para a possibilidade de re-ocorrência de acidentes com conseqüências severas e catastróficas para a biodiversidade.

A partir deste quadro-problema, foi proposto o desenvolvimento de uma metodologia específica, no contexto dos estudos de Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), que fosse

adequada para garantir a incorporação do risco à biodiversidade como condicionante, nas instâncias de planos e programas, do processo de tomada de decisão da E&P *offshore* de petróleo no Brasil.

A aplicação da metodologia proposta em um estudo de caso realizado no litoral sul da Bahia para a instância de programas, possibilitou a validação e constatação da viabilidade de utilização da AERB. As análises auxiliaram na identificação de alternativas tecnológicas/locacionais com menor risco à biodiversidade associado às liberações acidentais de hidrocarbonetos, bem como na incorporação da percepção e opinião das partes interessadas (*stakeholders*), gerando também subsídios aos planos de combate aos derramamentos de óleo e recomendações para o estabelecimento de uma estrutura regional de resposta. Depoimentos recentes de atores sociais locais em audiências públicas durante o processo de licenciamento ambiental de empreendimentos de E&P da região confirmaram que as recomendações apresentadas no estudo estão sendo seguidas pelas empresas e pelo poder público, além dos resultados da análise multi-critério estarem sendo utilizados como base de referência para o órgão ambiental no processo de licenciamento, confirmando a eficácia do instrumento, na melhoria do quadro traçado inicialmente.

Já a aplicação da metodologia na instância de planos, ainda que realizada por meio de simulação, também mostrou que é possível e desejável incorporar a variável ambiental nas análises para a seleção de blocos de E&P sob um enfoque que não seja restrito à conservação da biodiversidade, mas que alie outros pontos de vista igualmente importantes, enriquecendo e embasando melhor a tomada de decisão, e explicitando os pontos fortes e fracos da escolha de cada uma das alternativas, em diferentes cenários de E&P e cenários acidentais.

Assim, a validação da AERB nos dois estudos de caso mencionados evidenciam os potenciais benefícios da utilização da metodologia, auxiliando:

- na promoção do desenvolvimento sustentável, integrando às questões estratégicas da biodiversidade ao processo de tomada de decisões;
- na clarificação e compreensão do contexto político e legal que relaciona as atividades de E&P com a conservação e proteção da biodiversidade;

- no envolvimento dos atores sociais relevantes (stakeholders) em estágios iniciais do processo, aumentando sua participação e contribuição, além do aumento da transparência no processo decisório;
- na criação de oportunidades de revisão das fronteiras das áreas de concessão, visando atender aos múltiplos interesses, tanto comerciais e energéticos, quanto de conservação e proteção da biodiversidade;
- na identificação de pontos positivos e negativos de cada alternativa avaliada;
- na criação de oportunidades para projetar medidas de mitigação e ações de resposta a eventos acidentais mais efetivas, antes do projeto e da entrada em operação;
- no fortalecimento da análise de riscos ao nível de projetos antecipando a identificação dos riscos à biodiversidade, e reduzindo o tempo e esforço necessários à avaliação posterior;
- no encadeamento de ações ambientalmente estruturadas.

Ainda assim, algumas dificuldades foram encontradas na utilização da metodologia, como:

- a falta de dados sobre o estado da biodiversidade em todos os níveis;
- falta de dados sobre a severidade das consequências à biodiversidade e evolução ao longo do tempo, após liberações acidentais de hidrocarbonetos;
- falta de dados sobre a recuperação da biodiversidade após liberações acidentais;
- falta de bancos de dados com frequência de acidentes para as diversas tipologias nas diferentes regiões do país.

Alguns avanços futuros seriam importantes para minimizar tais dificuldades na aplicação da metodologia, como por exemplo a construção de um banco de dados atualizado de acidentes nacionais, como o do MMS e do Canadá; a realização de estudos de campo para levantamento da biodiversidade em escalas apropriadas, e das alterações causadas pela E&P; e a realização de estudos de laboratório para avaliar o comportamento da biodiversidade em diferentes contextos de E&P, bem como sua capacidade de recuperação.

Além disso, foi possível identificar ainda algumas limitações da própria metodologia proposta, como a necessidade do julgamento de especialistas e das partes interessadas, atribuindo uma subjetividade às análises, além da existência de incertezas em relação às informações disponíveis, tanto sobre a biodiversidade, quanto sobre as próprias reservas de hidrocarbonetos. No entanto, considera-se que as limitações apontadas possam ser amenizadas e até mesmo eliminadas, caso haja avanços no desenvolvimento da metodologia, e também nas bases de dados utilizadas para alimentar as etapas iniciais da mesma. Neste sentido, sugere-se:

- a ampliação do escopo dos cenários acidentais, incorporando a consideração da severidade das consequências em diferentes épocas do ano, e com diferentes condições climáticas, como foi observado no Canadá;
- compatibilização da análise das consequências com *softwares* de simulação de trajetória de mancha e vulnerabilidade da costa considerando os diferentes cenários climáticos;
- atribuição de pesos na análise das consequências, não apenas para diferenciar os critérios, mas também para diferenciar as subáreas identificadas com uma maior sensibilidade na Etapa 1 da metodologia;
- compatibilização da fundamentação analítica da metodologia com os princípios que norteiam a teoria da utilidade multiatributo - método de auxílio à tomada de decisão, da Escola Americana, que assim como os outros métodos de decisão multicritério discreta, procura apresentar aos decisores

recomendações de ações ou cursos de ação para que a decisão se adeque mais as preferências explicitadas por eles (Gomes et al., 2004; Magrini, 1992) -;

- incorporação, na etapa de suporte à decisão, dos possíveis efeitos positivos à biodiversidade, decorrentes da E&P, como é realizado no Reino Unido;
- estabelecimento de indicadores para o monitoramento das alterações na biodiversidade decorrentes de possíveis liberações acidentais de hidrocarbonetos;
- adaptação da etapa de análise de consequências com o uso de uma ferramenta de auxílio à tomada de decisão que permita a consideração de incertezas, a experiência de especialistas e percepção de diferentes atores sociais, de forma mais transparente e precisa, como a lógica fuzzy, por exemplo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abílio S. Gomes, Jorge J. C. Palma & Cleverton G. Silva, 2000. “Causas e conseqüências do impacto ambiental da exploração dos recursos minerais marinhos”. *Brazilian Journal of Geophysics*, Vol. 18(3), 2000.

AEM (Avaliação Ecológica do Milênio), 2005. *Síntese sobre a Biodiversidade*. Island Press.

Allison, G.W.; Gaines, S.D.; Lubchenco, J. & Possingham, H.P., 2003. “Ensuring persistence of marine reserves: catastrophes require adopting an insurance factor”. *Ecological Applications*, 13(1) Supplement, 2003, pp. S8–S24. q 2003 by the Ecological Society of America.

ANP, 2006a, *Anuário estatístico 2006*. ANP, Rio de Janeiro/RJ

ANP, 2006b. *Rodadas de concessões para E&P*. <http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/>. Acesso em dezembro de 2006.

Araújo, S.I.; Silva, G.H; Muehe, D. 2000. *Minuta do Manual Básico para Elaboração de Mapas de Sensibilidade no Sistema PETROBRAS*.

Biodiversitas, 2006. *Lista animais CITES*. www.biodiversitas.org.br. Acesso em dezembro de 2006;

Biodiversitas, 2007. *Categorias de classificação da Lista Vermelha*. <http://www.biodiversitas.org.br/floraBr/criterios.asp>. Acesso em janeiro de 2007

Braga et al., 2004. *Introdução à Engenharia Ambiental*. Editora Pearson, Prentice Hall, São Paulo/SP.

Brasil, 1975. *Convenção CITES - Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção*. Decreto Legislativo no 54, de 24 de junho de 1975. Brasília/DF.

Brasil, 1977. *Convenção relativa à Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural*.

Decreto Legislativo nº 74, de 30 de junho de 1977. Brasília/DF.

Brasil, 1987. *Convenção das Nações Unidas sobre direito do mar. Decreto Legislativo nº 05, de 09 de novembro de 1987. Brasília/DF.*

Brasil, 1992. *Convenção RAMSAR - Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional. Decreto Legislativo nº 33 de 16 de junho de 1992. Brasília/DF.*

Brasil, 1994a. *Convenção da Diversidade Biológica. Decreto Legislativo nº 2 de 8 de fevereiro de 1994. Brasília/DF.*

Brasil, 1994b. *Programa Nacional da Diversidade Biológica (PRONABIO). Decreto nº 1.354 de 1994.*

Brasil, 2002. *Política Nacional de Biodiversidade. Decreto nº 4.339 de 2002.*

Brasil, 2003. *Comissão Nacional de Biodiversidade – CONABIO - Decreto nº 4.703, de 21 de maio de 2003.*

Brasil, 2006. *Plano Nacional de Áreas Protegidas. Decreto No. 5.758 de 2006.*

Byron, H. & Treweek, J., 2005. “Strategic Environmental Assessment - great potential for biodiversity?” *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, Vol. 7, No. 2 (2005) v-xiii. Imperial College Press, London, UK.

Cardoso, A. M., 2007. *Sistema de informações para planejamento e resposta a incidentes de poluição marítima por derramamento de petróleo e derivados. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.*

Castro, C.B. s.d.. *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha - recifes de coral. Departamento de Invertebrados, Museu Nacional, UFRJ. Disponível em www.anp.gov.br – manual para licenciamento ambiental*

CBD, 2007. *Official site Convention on Biological Diversity. www.cbd.org. Acesso em janeiro de 2007.*

CDB, 2006. *Site oficial nacional da Convenção da Diversidade Biológica.*

www.cdb.org.br. Acesso em novembro de 2006.

CEF Consultants Ltd., 2005. *Strategic Environmental Assessment of the Misaine Bank Area*. Canada – Nova Scotia Offshore Petroleum Board.

CETESB, 2003. *Relatório Técnico: Atendimento 178/03, Operação TEBAR VII – Pier Sul* O.S. 42.43.03.00. Agosto, 2003. São Paulo/SP.

CETESB, 2006. *Impactos ambientais*. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/acidentes/vazamento/impactos/efeitos.asp>. Acesso em novembro de 2006.

CI, Conservation International, 2006. *Hotspots*. www.conservation.org.br. Acesso em dezembro de 2006.

Clube do Petróleo e Gás, 2002. “Acidente da P-36”. *Notícias Clube do Petróleo e Gás – petróleo, gás, petroquímica e química*. Publicações Valet. Disponível em: www.clube-do-petroleo-e-gas.com.br. Acesso em junho de 2002.

C-NSOPB (Canada-Nova Scotia Offshore Petroleum Board), 2005. *Strategic Environmental Assessment of the Misaine Bank Area*. Nova Scotia, December, 2005.

Commission of the European Communities, 2006. “Communication from the Commission halting the loss of biodiversity by 2010 — and beyond”. *Sustaining ecosystem services for human well-being*. COM(2006)216 final. Brussels, 2006.

Conservation, 2007. www.conservation.org.br/arquivos/AbrolhosBank_UCs5_PortuguesLogo2.jpg. Acesso em maio de 2007.

CRA, 2007. <http://www.cra.ba.gov.br/>. Acesso em maio de 2007.

Dalal-Clayton, B. and Sadler, B., 2005. *Strategic environmental assessment – a sourcebook and reference guide to international experience*, Earthscan, London, 2005.

Devon, 2006. *RIMA: Relatório de Impacto Ambiental – desenvolvimento e produção de petróleo do campo de Polvo na Bacia de Campos*. Consultoria Ambiental Ecologus –

Engenharia Consultiva. Rev. 03. Rio de Janeiro/RJ.

Dias, S.C., 2004. "Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação". *Acta Scientiarum. Biological Science*. Maringá, v.26, no.4, p.373-379.

Dicks, B., 1998. "The environmental impact of marine oil spill – effects, recovery and compensation". *International seminar on tanker safety, pollution prevention, spill response and compensation*. Novembro de 1998, Rio de Janeiro, Brasil.

Dom, A., 1996. "SEA of the trans-european transport". In: Thérivel, R. & Paridário, M.R. (orgs), *The practice of Strategic Environmental Assessment*. Earthscan, London/UK.

Drummond, J.A., 1997. *Devastação e preservação ambiental: os Parques Nacionais do Estado do Rio de Janeiro*. UFF, Niterói/RJ.

DTI, 2001. *Consultation Document of The Strategic Environmental Assessment of the Mature Areas of the Offshore North Sea – SEA 2*, DTI, UK.

DTI, 2005. *Strategic Environmental Assessment for offshore oil & gas licensing – SEA 6*. DTI, July 2005.

EBI, 2003a. *Integrating Biodiversity Conservation into Oil & Gas Development*, EBI & Conservation International.

EBI, 2003b. *Negative Secondary Impacts from Oil and Gas Development*, EBI & Conservation International.

EBI, 2003c. *Good Practice in the Prevention and Mitigation of Primary and Secondary Biodiversity Impacts*, EBI & Conservation International.

EBI, s.d.a. *Integrating Biodiversity into Environmental Management Systems*. EBI & Conservation International

EBI, s.d.b. *Biodiversity Indicators for Monitoring Impacts and Conservation Actions*. EBI & Conservation International

EBI, s.d.c. *Integrating Biodiversity into Environmental and Social Impact Assessment Processes*. EBI & Conservation International

EBI, s.d.d. *Framework for Integrating Biodiversity into the Site Selection Process*. EBI & Conservation International

EPBC, 1999. *Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999, Act No. 91 of 1999*, Australia.

EIA, 2005. *International Energy Outlook 2005, Report #:DOE/EIA-0484(2005)*. Energy Information Administration: <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/world.html>. (December, 2005).

Eletrobrás, 1997. *Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas*. ELETROBRÁS/DNAEE/CEPEL, Rio de Janeiro/RJ.

Faertes, D., 2004. *Notas de aula do curso Análise e Gerenciamento de Riscos Industriais*. Master in Petroleum Operations. CEFET, Rio de Janeiro/RJ.

Finnveden, G.; Nilsson, M.; Johansson, J.; Persson, A.; Moberg, A. & Carlsson, T., 2003. “Strategic environmental assessment methodologies—applications within the energy sector”. *Environmental Impact Assessment Review*, Volume 23, Issue 1, January 2003, Pages 91-123

Fisher, T.B., 1999. “Benefits from SEA Application, a comparative review of North West England, Noord-Holland and Brandenburg-Berlin”. *EIA-Review*, 19(2), 143-173.

Fisher, T.B., 2003. *Strategic Environmental Assessment in Transport and Land Use Planning*. Earthscan, London/UK.

Fisher, T., 2005. “Conclusions Steam C: Linkages between SEA and other assessment or planning tools”. *IAIA Conference on ‘International Experience and Perspectives in SEA’*, 26-30 September 2005. Prague.

Garcia, K, 2001. *Operadores como agentes de confiabilidade: estudo de caso em uma*

indústria de processos químicos, Programa de Engenharia de Produção, PEP/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro/RJ.

Garcia, K.C., 2003. “A importância da avaliação de riscos nos níveis estratégicos do processo de tomada de decisão das atividades de E&P offshore de petróleo e gás natural no Brasil”, *Revista Petro & Química*, páginas 70-74, Edição 254, Novembro de 2003, Editora Valete, Rio de Janeiro.

Garcia, K.C.; Elabras, L.B.; Brizon, E.; Strassburg, B., 2003. “Avaliação Ambiental Estratégica como Instrumento de Gestão Ambiental: Análise Comparativa e Tendências Internacionais e Nacionais”. *2º Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental – SBEA 2003*. Itajaí/SC.

Garcia, K.C. ; Souza Junior, A. B. de ; Rovere, E. L., 2004. “Avaliação Estratégica do Risco Ambiental”. *T & N petróleo*, Rio de Janeiro, p. 116-121.

Garcia, K.; La Rovere, E.L. and Souza Jr, A.B., 2005. “Inclusion of Environmental Risk Assessment within Strategic Environmental Assessment (SEA), as a Way to Ensure Biodiversity Conservation in Brazilian Offshore Oil and Gas Exploration & Production (E&P) Areas”. Artigo apresentado na *IAIA SEA Prague Conference - International experience and perspectives in SEA*, 26-30 September 2005.

Garcia, K.; Rovere, E. L; Souza Junior, A. B., no prelo. “Strategic Environmental Risk Assessment (SERA) – assessing risks in the strategic levels of the decision-making process of offshore oil and gas (O&G) exploration and production (E&P) in Brazil”. *Risk Analysis*.

Goldzimer, A., 2005. “Peru: Camisea Gas and Liquids Project. In Oil & Gas Pipelines – social and environmental impact assessment state of the art”. Goodland, R. ed. for the *2005 IAIA Conference*. USA.

Gomes, A.S.; Palma, J.J.C. & Silva, C.G., 2000. “Causas e consequências do impacto ambiental da exploração dos recursos minerais marinhos”. *Brazilian Journal of Geophysics*, Vol. 18(3), 2000.

- Gomes, L.F.A.M. et al., 2004. *Tomada de Decisão em cenários complexos*. Ed Thompson.
- Goodland, R., 2005a. "Oil & Gas Pipelines – social and environmental impact assessment state of the art". Goodland, R. ed. For the *2005 IAIA Conference*. USA.
- Goodland, R., 2005. "Perspectives on the Assessment of Pipelines. In Oil & Gas Pipelines – social and environmental impact assessment state of the art". Goodland, R. ed. For the *2005 IAIA Conference*. USA.
- Harvey, N. (2000). "Strategic Environmental Assessment in coastal zones, especially Australia's". *Impact Assessment and Project Appraisal* Volume 18 Number 3 September 2000, pp.225-232
- Hildén, M. & Jalonen, P., 2004. *Implementing SEA in Finland: further development of existing practice*. Manuscript.
- Horvath, C. and L. Barnes, J., 2006. *Applying a Regional Strategic Environmental Assessment Approach to the Management of Offshore Oil and Gas Development*. <http://www.jacqueswhitford.com/en/home/resources/technicalpapers.aspx>. Acesso em dezembro de 2006.
- IAIA, 2005. "Biodiversity in Impact Assessment". *Special Publication Series No. 3*. Fargo.
- IBAMA, 1992. *Lista das Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção*. Portaria Nº 37-N, de 3 de abril de 1992
- IBAMA, 2006. *Sobre a convenção de direito marinho*. www.ibama.gov.br. Acesso em novembro de 2006.
- IBAMA, 2007. *REVIZEE*. www.ibama.gov.br. Acesso em janeiro de 2007.
- IPIECA, 1991. *Directrices sobre las consecuencias biológicas de la contaminación por hidrocarburos*. Repertorio de Informes IPIECA. Volume 1. International Petroleum Industry Environmental Conservation Association, Londres, Reino Unido.
- IPIECA, 1992. *Impactos biológicos de la contaminación por hidrocarburos: arrecifes de*

coral. Serie de Informes de IPIECA. Volume 3. International Petroleum Industry Environmental Conservation Association, Londres, Reino Unido.

IPIECA, 1993. *Impactos biológicos de la contaminación por hidrocarburos: manglares*. Serie de Informes de IPIECA. Volume 4. International Petroleum Industry Environmental Conservation Association, Londres, Reino Unido.

IPIECA, 2005. *A Guide to Developing Biodiversity Action Plans for the Oil and Gas Sector*. IPIECA.

IUCN, 1994. *International Union for the conservation of nature and natural resources - IUCN Red List Categories*. Gland : IUCN, Gland, SW..

IUCN, 1996. *International Union for the conservation of nature and natural resources - IUCN Red List of Threatened Species*. Gland : IUCN, Gland, SW.

IUCN, 2000. *International Union for the conservation of nature and natural resources - IUCN Red List of Threatened Species*. Gland : IUCN, Gland, SW.

IUCN, 2001. *Red List Categories and Criteria: Version 3.1*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Critérios e categorias IUCN, versão 3.1 - IUCN (2001).

Jacque Whitford, 2001. *British Columbia Offshore Oil And Gas Technology Update*. BC Ministry Of Energy And Mines. Victoria, BC.

Jacques Whitford. 2003. *Strategic Environmental Assessment*, Laurentian Subbasin. Prepared for the Canada – Newfoundland Offshore Petroleum Board and the Canada – Nova Scotia Offshore Petroleum Board.

Jacques Whitford. 2007. *Strategic Environmental Assessment Sydney Basin*.

Kolhoff, A. & Sloomweg, R., 2005. “Biodiversity in SEA for spatial plans — experiences from the Netherlands”. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, Vol. 7, No. 2 (2005) 267-286. Imperial College Press, London, UK.

Leão, Z., 1999. “Abrolhos - O complexo recifal mais extenso do Oceano Atlântico Sul”. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. (Edit.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio090/sitio090.htm>.

Lessa, D., 2005. “Sétima rodada - um cardápio diferenciado”. In *T&N Petróleo*, Ano VIII n. 44 (2005) 30-34, Benício Biz, Rio de Janeiro, Brazil.

LGL Ltd. 2003. *Orphan Basin Strategic Environmental Assessment*. Prepared for the Canada – Newfoundland Offshore Petroleum Board. 244p.

Lieber R.R. & Lieber N.S.R., 2002. “O conceito de risco: Janus reinventado”, in *Saúde e Ambiente Sustentável: estreitando nós*, Minayo, M.C.S. (org), Editora Fiocruz, RJ.

LIMA/COPPE/UFRJ, 2001. *Capacitação Institucional sobre Análise e Gerenciamento de Riscos Ambientais das atividades do setor petrolífero no Brasil*. Rio de Janeiro/RJ.

LIMA/COPPE/UFRJ, 2003. *Avaliação Ambiental Estratégica para o setor de Petróleo e Gás Natural no Sul da Bahia*, Rio de Janeiro/RJ.

LIMA/COPPE/UFRJ, 2004. *Análise de Viabilidade da Aplicação da AAE para E&P no Brasil -Estado da Arte da Aplicação da Avaliação Ambiental Estratégica nos países produtores de petróleo*. Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

Lima e Silva, P.P; Gerra, A.J.T.; Mousinho, P.; Bueno, C.; Almeida, F.G.; Malheiros, T.; de Souza Jr., A.B., 1999. *Dicionário Brasileiro de Ciências Ambientais*. Editora Thex, Rio de Janeiro, RJ.

Lins, LV et al.1997. *Roteiro Metodológico para Elaboração de Listas de Espécies Ameaçadas*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas

Lugo,A.E. & Snedaker,S.C., 1974. “The ecology of mangroves”. *Annual Review of Ecology and Systematics* n°5.

MacDonald, A.Cain,M., 2000. “Marine environmental high risk areas (MEHRAS)

for the UK”. *Transactions of the Institute of Marine Engineers*. 112(2).61-71.

Magrini, A., 1992. *Metodologia de Avaliação de Impacto Ambiental: o caso das usinas hidrelétricas*. PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro/RJ.

Malheiros, T., 2002. *O controle ambiental federal das atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural no novo cenário de flexibilização do monopólio estatal no Brasil*. PPE/ COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro/RJ.

Malheiros, T. & La Rovere, E.L., 2000. “Activités d’exploration et de production du pétrole dans le nouveau scénario de flexibilité du monopole d’État au Brésil”, *Oil & Gas Science and Technology – Rev. IFP*, v. 55, n. 5, pp. 563-576.

Marchioro, G. B. & Nunes, M. A. 2003. *Avaliação de Impactos da Exploração e Produção de Hidrocarbonetos no Banco dos Abrolhos e Adjacências* (G.F. Dutra & R.L.Moura, eds.). Conservation International Brasil, Instituto Baleia Jubarte, Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental, BirdLife Brasil, Sociedade Brasileira de Estudos de Recifes de Coral e Fundação SOS Mata Atlântica. Caravelas.

Mathur, V., 2005. “Integrating Biodiversity Considerations in SEA of an Irrigation Project in Central India”. Paper presented at *IAIA SEA Prague Conference - International experience and perspectives in SEA*, 26-30 September 2005.

McNeely, Jr. Et al, 1990. *Conserving the World’s Biological Diversity*. IUCN, World Resources Institute, CI, WWF-US, the World Bank, Gland, Switzerland and Washington D.C.

Meadowns, D.L. et al. 1972. *The Limits to Growth*. Universe Books, New York, 1972

Medeiros, R., 2005. “Singularidades do sistema de áreas protegidas para a conservação e uso da biodiversidade brasileira”. In: Garay, I. & Becker, B. (orgs.), 2006, *Dimensões Humanas da Biodiversidade*. Editora Vozes, Petrópolis/RJ.

MEM, 2002. *Presentation to Norwegian Offshore Oil and Gas Delegation - Offshore Oil and Gas Potential in British Columbia*. Victoria, British Columbia.

Miranda, E. E., 2004. *Água na natureza, na vida e no coração dos homens*. www.aguas.cnpm.embrapa.br. Acesso em agosto de 2005.

Miyamoto, P.T.H., 2003. *Licenciamento ambiental de atividades de exploração e produção de óleo e gás offshore*. PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro/RJ.

MMA, 1998. *Primeiro Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica*. Ministério do Meio Ambiente. Brasília/DF

MMA, 2002. *Especificações e Normas Técnicas para a Elaboração de Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo*. Programa de Proteção e Melhoria da Qualidade Ambiental. Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental dos Assentamentos Humanos. Brasília/DF, 2002.

MMA, 2002a. *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha*. MMA/SBF, Brasília/DF.

MMA, 2004. *Atlas de sensibilidade ambiental ao óleo das bacias marítimas do Ceará e Potiguar*. Programa de Gerenciamento Ambiental Territorial. Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade

MMA, 2004. *Fórum de Áreas Protegidas*, Instituído pela Portaria MMA nº 134.

MMA, 2006a. *Biodiversidade Brasileira*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=72&idMenu=2338>, Acesso em dezembro de 2006.

MMA, 2006b. *Educação ambiental PROBIO: livro do professor*. Saito, C.H. (org.). MMA, Departamento de Ecologia da UNB. Brasília/DF.

MMA, 2006c. *Espécies criticamente em perigo*. www.mma.gov.br. Acesso em dezembro de 2006.

MMA, 2006d. *Estratégia Nacional de Biodiversidade*. www.mma.gov.br. Acesso em novembro de 2006.

MMA, 2006e. *Instituição da Comissão Coordenadora do PNAP. Portaria MMA Nº 63 de 12 de junho de 2006.*

MMA, 2006f. *Terceiro Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica.* Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de biodiversidade e Florestas. Brasília/DF

MMA, 2007a. *Convenções Internacionais.* www.mma.gov.br. Acesso em janeiro de 2007.

MMA, 2007b. *Áreas prioritárias para Conservação da Biodiversidade.* www.mma.gov.br. Acesso em fevereiro de 2007.

Monteiro, A. G., 2003. *Metodologia de avaliação de custos ambientais provocados por vazamento de óleo: O estudo de caso do complexo REDUC-DTSE.* PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

MMS, 2002. *Oil-Spill Risk Analysis: Gulf of Mexico Outer Continental Shelf (OCS) Lease Sales, Central Planning Area and Western Planning Area, 2003-2007, and Gulfwide OCS Program, 2003-2042.* U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Environmental Division. OCS Report, MMS 2002-032.

Moreno, C.E., 2001. *Métodos para medir la biodiversidade.* M&T – Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza. Disponível em: <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>. Acesso em dezembro de 2006.

NIPPER, M., 2000. “Current approaches and future directions for contaminant-related impact assessments in coastal environments: Brazilian perspective”. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 3: 433-447.

NOAA, 1995. *Sensitivity mapping of inland areas: Technical support to the Inland Area Planning Committee Working Group.* USEPA Region 5. HAZMAT Report 95-4. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment Division. National Oceanic and Atmospheric Administration.

NOAA. 1997. *Environmental Sensitivity Index Guidelines, Version 2.0.* NOAA Technical Memorandum NOS ORCA 115. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment

Division, National Oceanic and Atmospheric Administration. 79 pp. + appendices.

NOAA, 2002. *Environmental Sensitivity Index Guidelines Version 3*. NOAA technical memorandum NOS OR&R 11.

NOAA, 2002a. *Oil spills in mangroves: planning & response considerations*. National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA Ocean Service, Office of Response and Restoration. Seattle, Washington.

NOAA, 2002b. *Oil spills in coral reefs: planning & response considerations*. National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA Ocean Service, Hazardous Materials Response Division, Office of Response and Restoration. Seattle, Washington.

Novelly, Y.S, 1995. *Introdução, Manguezal: Ecossistema entre a Terra e o Mar*. São Paulo: Caribbean Ecological Research.

OECD/IEA, 2006. *World Energy Outlook 2006*. Slide Library.

Odum, E.P., 1988. *Ecologia*. Tribe, C.J. (trad.). Editora Guanabara. Rio de Janeiro/RJ.

Parkhurst, G. P.& Richardson, J., (2002). “Modal integration of bus and car in UK local transport policy: the case for Strategic Environmental Assessment”. *Journal of Transport Geography* 10 (3), 195-206.

Partidário, M.R., 2000. “Elements of an SEA framework – improving the added-value of SEA”, in *Environmental Impact Assessment Review*, 20, 647-663, Elsevier Science Inc.

Perrow, C. 1984. *Normal Accidents: living with high-risk technologies*. Basic Books.

Pidcock, S.; Burton, C.; Lunney, M, 2003. *The potential sensitivity of marine mammals to mining and exploration in the Great Australian Bight Marine Park Marine Mammal Protection Zone - An independent review and risk assessment report to Environment Australia*. Commonwealth of Australia 2003.

Pires, S. H. et al, 1999. “Avaliação Ambiental no Planejamento da Expansão de Sistemas de Energia Elétrica”, apresentado no *Seminário Nacional de Produção e Transmissão de*

Energia Elétrica. SNPTEE/1999. Grupo de Estudo de Planejamento de Sistemas Elétricos (GPL) CEPEL, COPPE/UFRJ & ELETROBRÁS.

Pires, S. H. et al, 2002, “Avaliação Ambiental no Planejamento da Expansão do Setor Elétrico: Uma Abordagem Estratégica”, *IX Congresso Brasileiro de Energia*.

PNUD, 2006. *Declaração do Milênio*. www.pnud.org.br. Acesso em novembro de 2006.

Primack, R.B. & Rodrigues, E., 2001. *Biologia da Conservação*. Editora Planta. Londrina.

Pritchard, D., 2005. “International biodiversity-related treaties and impact assessment – how can they help each other?”. *Impact Assessment and Project Appraisal*, volume 23, number 1, March 2005, pages 7-16. Beech Tree Publishing.

Rahman, 2005. *Strategic Environmental Assessment (SEA) in Offshore Oil or Gas Sector Development*. <http://www.eco-web.com/editorial/050421.html>. Acesso em maio de 2005.

RBMA, 2007. *Reserva da Biosfera da Mata Atlântica*. <http://www.rbma.org.br/rbma/revisao2007.asp>. Acesso em maio de 2007.

Royal Society of Canada, 2004. *Report on the Expert Panel on Science Issues Related to Oil and Gas Activities*, Offshore British Columbia

Santos, A.J., 2003. “Estimativas de riqueza de espécies”. In: Cullen Jr. et al (Org.). *Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Curitiba. Ed. UFPR e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, cap.1.

SEA Wiki, 2007. <http://sea.unu.edu/wiki/index.php/Australia>. Acesso em janeiro de 2007.

SEIA, 2007. <http://www.seia.ba.gov.br/apa/apabaleia/template01.cfm?idCodigo=114>. Acesso em maio de 2007.

Silva, E.M.; Peso-aguiar, M.C.; Navarro, M.F.T. & Chastinet, C.B.A., 1997. “Impact of petroleum pollution on aquatic coastal ecosystem in Brazil”. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 16(1): 112-118.

Slootweg, R. & Kolhoff, A., 2003. “A generic approach to integrate biodiversity

considerations in screening and soping for EIA”. *Environmental Impact Assessment Review* 23 (4): 657-81. Elsevier Inc.

SMA, 1997. *Entendendo o Meio Ambiente - Tratados e Organizações Internacionais em matéria de Meio Ambiente*, Volume I, 2ª edição com alterações, Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo.

Soffiati, A., s.d. *Manguezais e conflitos sociais no Brasil Colônia*.sl.

Souza Filho, A.M., 2006. *Planos nacionais de contingência para atendimento a derramamento de óleo: análise de países representativos das Américas para implantação no caso do Brasil*. PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro/RJ.

Souza Jr., A. B. de ; Ferreira, H ; Garcia, K. C. ; Nascimento, L ., 2004. “Regulamentações sobre planejamento para resposta a incidentes de poluição por óleo no Brasil”. In: *Rio Oil & Gas 2004*, Rio de Janeiro/RJ.

Souza Jr., A.B., 2005. *Notas de aula do curso Análise e Gerenciamento de Risco Ambiental*. Rio de Janeiro/RJ.

Szklo, A.S., 1996. *Percepção, diagnóstico e critérios de tomada de decisão em risco*. PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro/RJ.

Thérivel, R. & Partidário, M.R., 1996. *The Practice of Strategic Environmental Assessment*, Earthscan Publications Ltd., London.

Treweek, J., Therivel, R., Thompson, S. & Slater, M., 2005. “Principles for the use of Strategic Environmental Assessment as a tool for promoting the conservation and sustainable use of biodiversity”. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, Vol. 7, No. 2 (2005) v-xiii. Imperial College Press, Lodon, UK.

Underwood, A.J. & Peterson, C.H., 1988. “Towards an ecological framework for investigating pollution”. *Marine Ecology Progress Series*, 46: 227-234.

UNEP-WCMC/IHS Energy, 2005. “IHS Energy and UNEP-WCMC Launch New Product - To Deliver Global Biodiversity Information”. UNEP-WCMC/IHS *Energy Press Release* -

9th June 2005.

Unesco, 2007. *Programa o Homem e a Biosfera*. www.UNESCO.org.br. Acesso em janeiro de 2007.

Upreti, B.K., 2005. "Biodiversity considerations in strategic environmental assessment: a case study of the Nepal Water Plan". *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, Vol. 7, No. 2 (2005) 247-266, 2005. Imperial College Press, London, UK.

Verocai, I. (ed.), 1990. *Vocabulário Básico de Meio Ambiente*. Rio de Janeiro, FEEMA/PETROBRAS, Rio de Janeiro/RJ.

Vicente, G & Partidário, M.R., 2006. "SEA – Enhancing communication for better environmental decisions". *Environmental Impact Assessment Review*, Volume 26, Issue 8, November 2006, Pages 696-706. Elsevier.

Wagner, J.P., & Jones, M.G., 2004. "Strategic Assessment of Oil and Gas Activities: Looking Beyond EIA/SIA". *Seventh SPE International Conference on Health, Safety, and Environment in Oil and Gas Exploration and Production*, Calgary, Alberta. 29-31 March 2004.

Wegner, A., Moore, S.A., Bailey, J., 2005. "Consideration of biodiversity in environmental impact assessment in Western Australia: practitioner perceptions". *Environmental Impact Assessment Review*, 25: 143-162. Elsevier Inc.

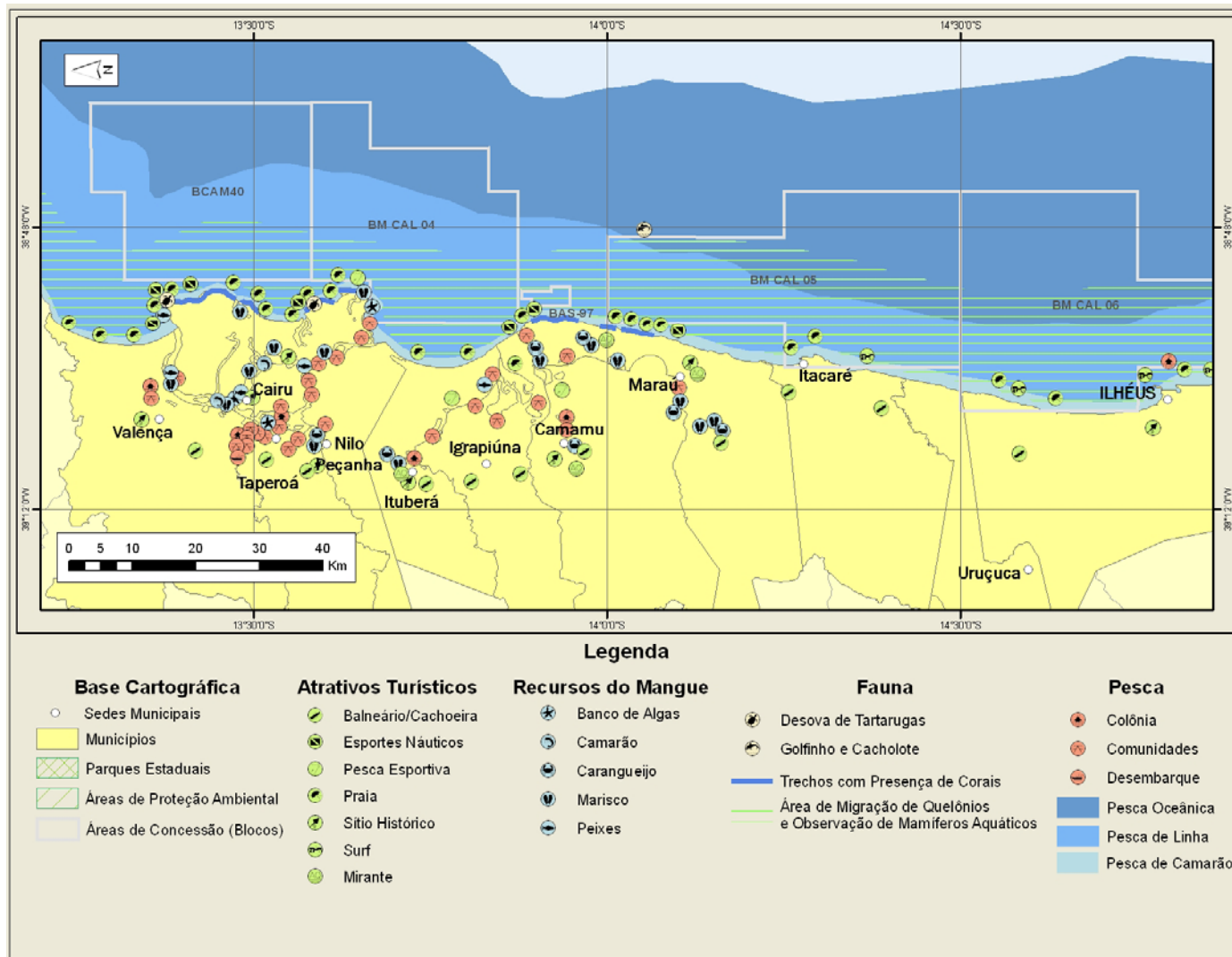
World Bank, 1993. *Sectoral Environmental Assessment. Environmental Assessment Sourcebook Update*. Number 4.

World Bank, 1996. *Regional Environmental Assessment. Environmental Assessment Sourcebook Update*. Number 15. Davey et al. (2001),

WWF, 2005. *Where are all SEAs? Project finance and Strategic Environmental Assessment of major oil and gas developments*. WWF-UK, 2005.

ANEXO I

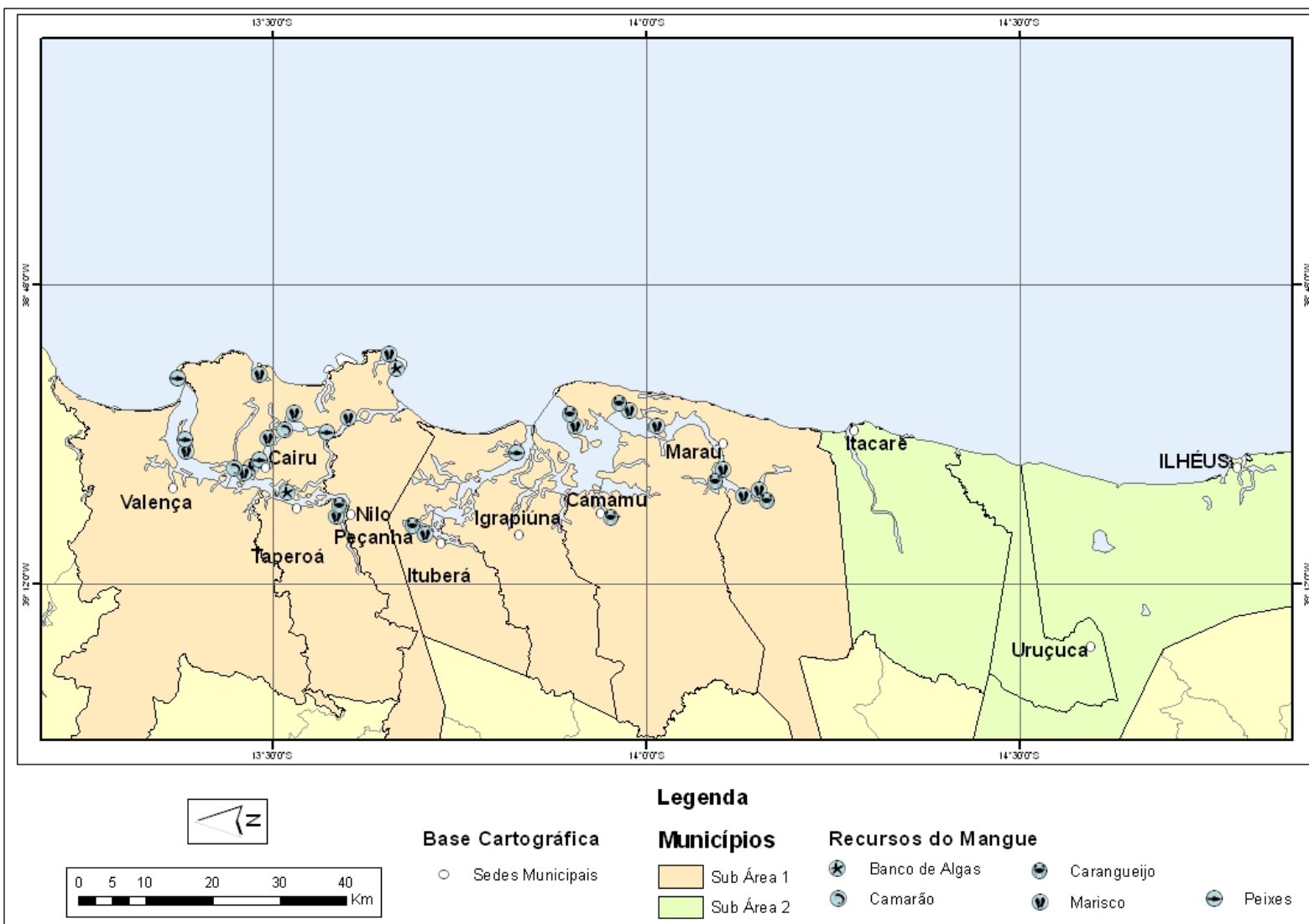
Mapa de Sensibilidade Ambiental do Litoral Sul da Baía



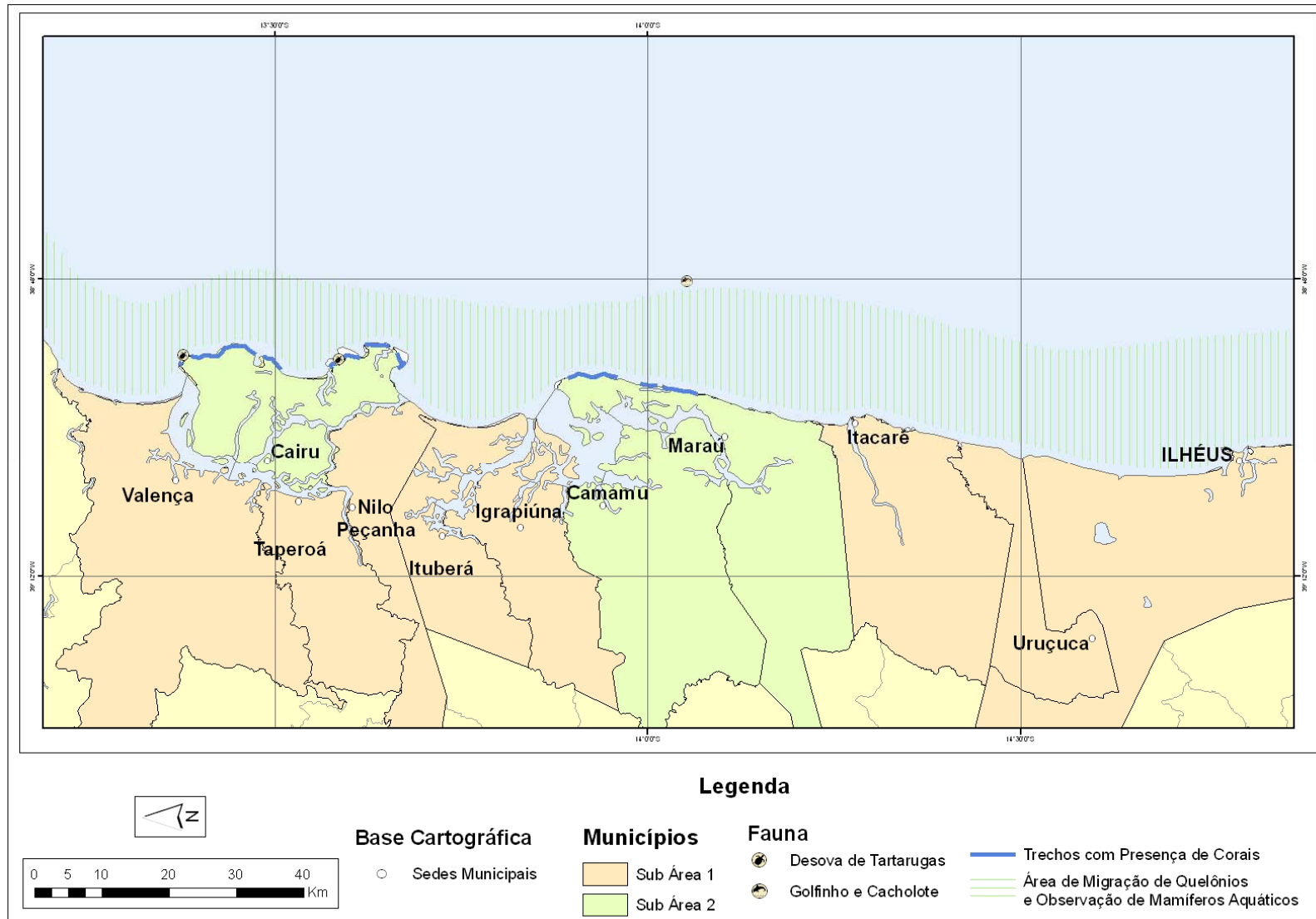
Mapa de Sensibilidade das Áreas Protegidas no Litoral Sul da Baía



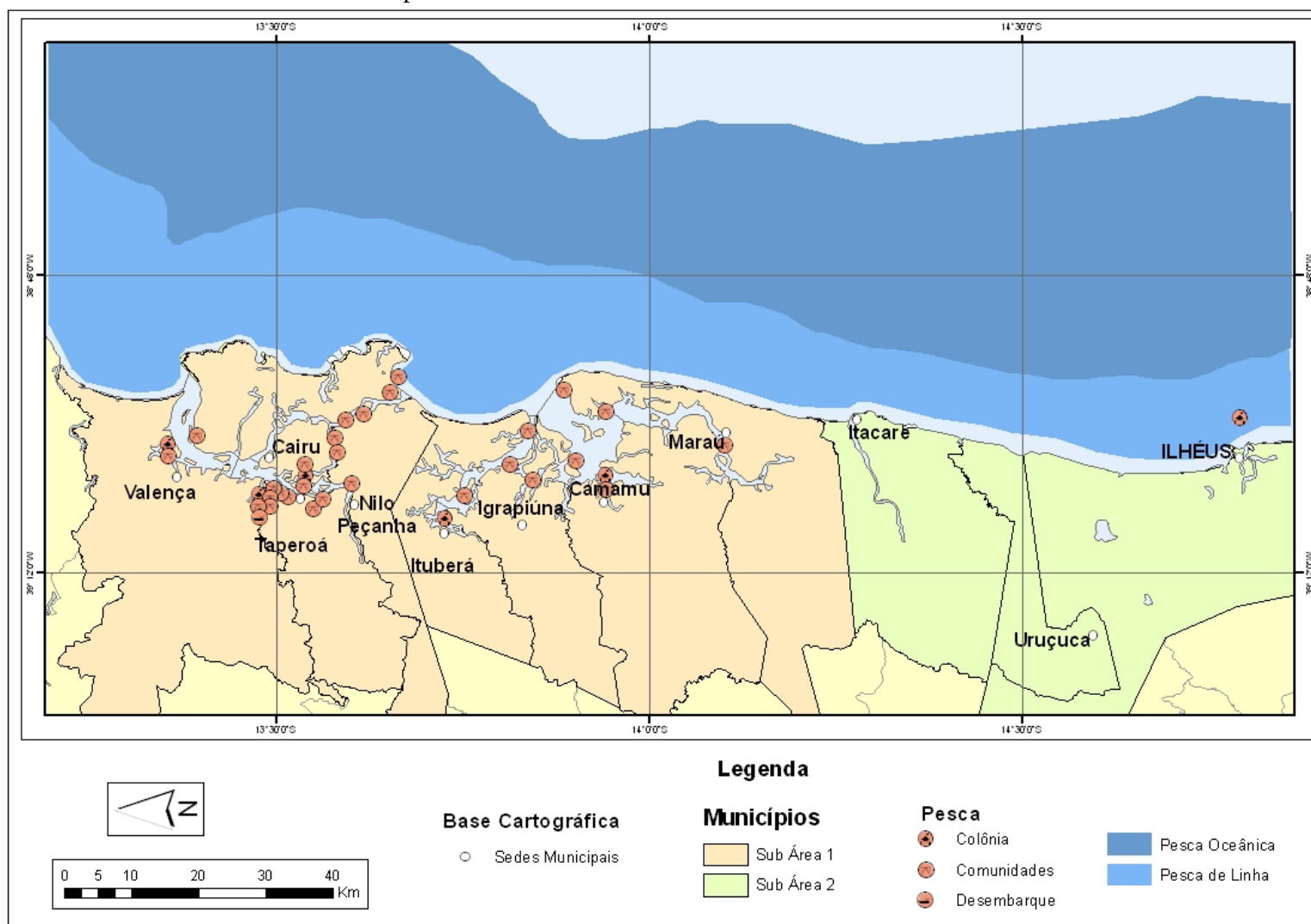
Mapa de Sensibilidade dos Recursos do Mangue no Litoral Sul da Baía



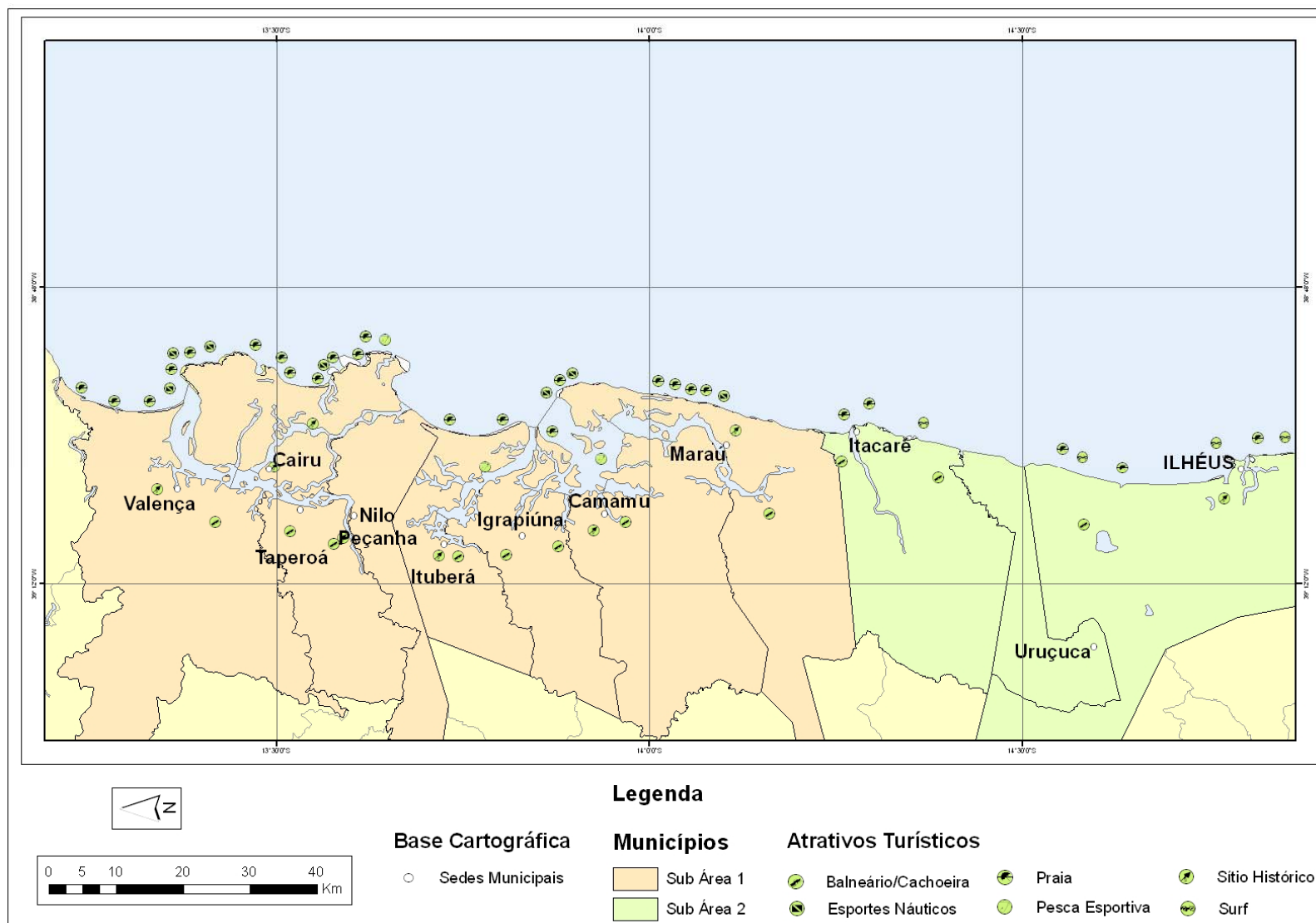
Mapa de Sensibilidade da Fauna no Litoral Sul da Baía



Mapa de Sensibilidade da Pesca no Litoral Sul da Baía



Mapa de Sensibilidade do Turismo no Litoral Sul da Baía



ANEXO II

As figuras a seguir apresentam as matrizes de riscos à biodiversidade referentes ao Estudo de Caso no Litoral Sul da Bahia, para cada cenário de descoberta, conforme descrito nos Capítulos IV e V. Da mesma forma, os valores atribuídos à frequência e severidade das liberações acidentais seguem os critérios estabelecidos e apresentados nos Capítulos IV e V.

a) Cenário BR1 (Baixo Volume de Descobertas, Águas Rasas, Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE								
Cenários		Exploração		Produção			Transporte	
BR1	F/S	Sísmica	Perfuração	1 - PFS	2- PCFAS	3 - SC	1- GMTS	2- GMTC
	F	5	1	1	1	0	0	0
1A	S	5	5	5	5	0	0	0
	F	0	0	0	0	0	0	0
1B	S	0	0	0	0	0	0	0
	F	10	10	10	10	0	0	0
2	S	1	1	1	1	0	0	0
	F	1	1	1	1	0	0	0
3A	S	10	10	10	10	0	0	0
	F	0	0	0	0	0	0	0
3B	S	0	0	0	0	0	0	0
	F	0	10	10	10	0	0	0
4A	S	0	1	1	1	0	0	0
	F	0	0	0	0	0	0	0
4B	S	0	0	0	0	0	0	0
	F	0	0	0	0	0	0	0
5	S	0	0	0	0	0	0	0
Risco de cada alternativa		45	35	35	35	0	0	0

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - PFS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Fixa Simples

2 - PCFAS: Alternativa de Produção 2 - Plataforma Central Fixa com árvores submersas

3 - SC: Alternativa de Produção 3 - Sistema Caisson

1 - GMTS: Alternativa de Transporte 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

Risco da composição de alternativas (Cenário BR1)		
Composição de alternativas	Resultado	Normalização
BR1-11	115	46
BR1-12	115	46
BR1-21	115	46
BR1-22	115	46
BR1-31	80	32
BR1-32	80	32

b) Cenário BR2 (Baixo Volume de Descobertas, Águas Rasas, Petróleo e Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE																		
Cenários		Exploração		Produção			Transporte de Gás Natural		Transporte de Petróleo					Terminais de estocagem intermediária e transporte em terra				
BR2	F/S	Sísmica	Perfuração	1 - PCFAS	2 - PCFPS	3 - FPSO	1 - GMTS	2 - GMTC	1 - NA	2 - OJ	3 - ONP	4 - OI	5 - OCB	1 - TJ	2 - TNP	3 - TI	4 - TCB	1 - CRLAM
	F	5	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1A	S	5	5	5	5	10	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1B	S	0	0	5	5	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	S	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3A	S	10	10	10	10	5	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3B	S	0	0	10	10	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F	0	10	10	10	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4A	S	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	F	0	0	10	10	10	0	0	10	5	5	5	5	5	5	5	5	10
4B	S	0	0	1	1	1	0	0	1	10	10	10	10	5	5	5	5	1
	F	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	S	0	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Risco de cada alternativa		45	45	70	70	75	0	0	55	50	50	50	50	25	25	25	25	10

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - PCFAS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Central Fixa com árvores submersas

2 - PCFPS: Alternativa de Produção 2 - Plataforma Central Fixa com plataformas satélites

3 - FPSO: Alternativa de Produção 3 - FPSO (navio para produção e estocagem)

1 - GMTS: Alternativa de Transporte de Gás Natural 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte de Gás Natural 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

1 - NA: Alternativa de Transporte de Petróleo 1 - Navio Aliviador

2 - OJ: Alternativa de Transporte de Petróleo 2 - Oleoduto entrando em Jaguaripe

3 - ONP: Alternativa de Transporte de Petróleo 3 - Oleoduto entrando em Nilo Peçanha atravessando APA Tinharé/Boipeba

4 - OI: Alternativa de Transporte de Petróleo 4 - Oleoduto entrando em Ituberá, APA Pratigi

5 - OCB: Alternativa de Transporte de Petróleo 5 - Oleoduto entrando em Camamu/Barcelos do Sul, APA Baía de Camamu

1 - TJ: Alternativa de Estocagem 1 - Terminal de Separação e Estocagem em Jaguaripe

2 - TNP: Alternativa de Estocagem 2 - Terminal de Separação e Estocagem em Nilo Peçanha, APA Tinharé/Boipeba

3 - TI: Alternativa de Estocagem 3 - Terminal de Separação e Estocagem em Ituberá, APA Pratigi

4 - TCB: Alternativa de Estocagem 4 - Terminal de Separação e Estocagem em Camamu/Barcelos do Sul, APA Baía de Camamu

1 - CRLAM: Alternativa de Transporte Terrestre 1 - Caminhão até a RLAM

Risco da composição de alternativas (Cenário BR2)								
Composição de alternativas	Resultado	Normalização	Composição de alternativas	Resultado	Normalização	Composição de alternativas	Resultado	Normalização
BR2-111	215	86	BR2-211	215	86	BR2-311	220	88
BR2-112	245	98	BR2-212	245	98	BR2-312	250	100
BR2-113	245	98	BR2-213	245	98	BR2-313	250	100
BR2-114	245	98	BR2-214	245	98	BR2-314	250	100
BR2-115	245	98	BR2-215	245	98	BR2-315	250	100
BR2-121	215	86	BR2-221	215	86	BR2-321	220	88
BR2-122	245	98	BR2-222	245	98	BR2-322	250	100
BR2-123	245	98	BR2-223	245	98	BR2-323	250	100
BR2-124	245	98	BR2-224	245	98	BR2-324	250	100
BR2-125	245	98	BR2-225	245	98	BR2-325	250	100

c) Cenário BI1 (Baixo Volume de Descobertas, Águas Intermediárias, Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE								
Cenários		Exploração		Produção			Transporte	
BI1	F/S	Sísmica	Perfuração	1 - PCFAS	2- PCFPS	3 - PSS	1- GMTS	2- GMTC
	F	5	1	1	1	1	0	0
1A	S	5	5	5	5	5	0	0
	F	0	0	0	0	0	0	0
1B	S	0	0	0	0	0	0	0
	F	10	10	10	10	10	0	0
2	S	1	1	1	1	1	0	0
	F	1	1	1	1	1	0	0
3A	S	5	5	5	5	5	0	0
	F	0	0	0	0	0	0	0
3B	S	0	0	0	0	0	0	0
	F	0	10	10	10	10	0	0
4A	S	0	1	1	1	1	0	0
	F	0	0	0	0	0	0	0
4B	S	0	0	0	0	0	0	0
	F	0	0	0	0	0	0	0
5	S	0	0	0	0	0	0	0
Risco de cada alternativa		40	30	30	30	30	0	0

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - PCFAS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Central Fixa com árvores submersas

2 - PCFPS: Alternativa de Produção 2 - Plataforma Central Fixa com plataformas satélites

3 - PSS: Alternativa de Produção 3 - Plataforma Semi-submersível

1 - GMTS: Alternativa de Transporte 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

Risco da composição de alternativas (Cenário BI1)		
Composição de alternativas	Resultado	Normalização
BI1-11	100	40
BI1-12	100	40
BI1-21	100	40
BI1-22	100	40
BI1-31	100	40
BI1-32	100	40

d) Cenário BI2 (Baixo Volume de Descobertas, Águas Intermediárias, Petróleo e Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE									
Cenários		Exploração		Produção			Transporte		
BI2	F/S	Sísmica	Perfuração	1 - PCFPS	2- FPSO	3 - PSS	1- GMTS	2- GMTC	1 - NA
1A	F	5	1	1	1	1	0	0	1
	S	5	5	5	5	5	0	0	5
1B	F	0	0	1	1	1	0	0	1
	S	0	0	5	10	5	0	0	10
2	F	10	10	10	10	10	0	0	0
	S	1	1	1	1	1	0	0	0
3A	F	1	1	1	1	1	0	0	1
	S	5	5	5	5	5	0	0	5
3B	F	0	0	1	1	1	0	0	1
	S	0	0	5	10	5	0	0	10
4A	F	0	10	10	10	10	0	0	10
	S	0	1	1	1	1	0	0	1
4B	F	0	0	10	10	10	0	0	10
	S	0	0	1	1	1	0	0	1
5	F	0	1	1	1	1	0	0	0
	S	0	10	10	10	10	0	0	0
Risco de cada alternativa		40	40	60	70	60	0	0	50

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - PCFPS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Central Fixa com plataformas satélites

2 - FPSO: Alternativa de Produção 2 - FPSO

3 - PSS: Alternativa de Produção 3 - Plataforma Semi-submersível

1 - GMTS: Alternativa de Transporte de Gás Natural 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte de Gás Natural 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

1 - NA: Alternativa de Transporte de Petróleo 1 - Navio Aliviador

Risco da composição de alternativas (Cenário BI2)		
Composição de alternativas	Resultado	Normalização
BI2-11	190	76
BI2-12	190	76
BI2-21	200	80
BI2-22	200	80
BI2-31	190	76
BI2-32	190	76

e) Cenário BP1 (Baixo Volume de Descobertas, Águas Profundas, Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE						
Cenários		Exploração		Produção	Transporte	
BP1	F/S	Sísmica	Perfuração	1 - PSS	1- GMTS	2- GMTC
1A	F	5	1	1	0	0
	S	1	1	1	0	0
1B	F	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0
2	F	10	10	10	0	0
	S	1	1	1	0	0
3A	F	1	1	1	0	0
	S	5	5	5	0	0
3B	F	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0
4A	F	0	10	10	0	0
	S	0	1	1	0	0
4B	F	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0
5	F	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0
Risco de cada alternativa		20	26	26	0	0

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - PSS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Semi-submersível

1 - GMTS: Alternativa de Transporte 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

Risco da composição de alternativas (Cenário BP1)		
Composição de alternativas	Resultado	Normalização
BP1-11	72	29
BP1-12	72	29

f) Cenário BP2 (Baixo Volume de Descobertas, Águas Profundas, Petróleo e Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE								
Cenários		Exploração		Produção		Transporte		
BP2	F/S	Sísmica	Perfuração	1 - PSS	2- FPSO	1- GMTS	2- GMTC	1 - NA
1A	F	5	1	1	1	0	0	1
	S	1	1	1	1	0	0	1
1B	F	0	0	1	1	0	0	1
	S	0	0	1	5	0	0	5
2	F	10	10	10	10	0	0	0
	S	1	1	1	1	0	0	0
3A	F	1	1	1	1	0	0	1
	S	5	5	5	5	0	0	5
3B	F	0	0	1	1	0	0	1
	S	0	0	5	5	0	0	5
4A	F	0	10	10	10	0	0	10
	S	0	1	1	1	0	0	1
4B	F	0	0	10	10	0	0	10
	S	0	0	1	1	0	0	1
5	F	0	1	1	1	0	0	0
	S	0	5	5	5	0	0	0
Risco de cada alternativa		20	31	47	51	0	0	36

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - PSS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Semi-submersível

2 - FPSO: Alternativa de Produção 2 - FPSO

1 - GMTS: Alternativa de Transporte de Gás Natural 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte de Gás Natural 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

1 - NA: Alternativa de Transporte de Petróleo 1 - Navio Aliviador

Risco da composição de alternativas (Cenário BP2)		
Composição de alternativas	Resultado	Normalização
BP2-11	134	54
BP2-12	134	54
BP2-21	138	55
BP2-22	138	55

g) Cenário MR1 (Médio Volume de Descobertas, Águas Rasas, Petróleo e Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE								
Cenários		Exploração		Produção			Transporte	
MR1	F/S	Sísmica	Perfuração	1 - PFS	2- PCFAS	3 - SC	1- GMTS	2- GMTC
1A	F	5	1	1	1	0	0	0
	S	5	5	5	5	0	0	0
1B	F	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0
2	F	10	10	10	10	0	0	0
	S	1	1	1	1	0	0	0
3A	F	1	1	1	1	0	0	0
	S	10	10	10	10	0	0	0
3B	F	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0
4A	F	0	10	10	10	0	0	0
	S	0	1	1	1	0	0	0
4B	F	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0
5	F	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0
Risco de cada alternativa		45	35	35	35	0	0	0

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - PFS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Fixa Simples

2 - PCFAS: Alternativa de Produção 2 - Plataforma Central Fixa com árvores submersas

3 - SC: Alternativa de Produção 3 - Sistema Caisson

1 - GMTS: Alternativa de Transporte 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

Risco da composição de alternativas (Cenário MR1)			
Composição de alternativas	Resultado	Com Fator	Normalização
MR1-11	115	121	48
MR1-12	115	121	48
MR1-21	115	121	48
MR1-22	115	121	48
MR1-31	80	84	34
MR1-32	80	84	34

h) Cenário MR2 (Médio Volume de Descobertas, Águas Rasas, Petróleo e Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE									
Cenários		Exploração		Produção			Transporte		
MR2	F/S	Sísmica	Perfuração	1- PCFAS	2- PCFPS	3 - FPSO	1- GMTS	2- GMTC	1 - NA
1A	F	5	1	1	1	1	0	0	1
	S	5	5	5	5	10	0	0	5
1B	F	0	0	1	1	1	0	0	1
	S	0	0	5	5	10	0	0	10
2	F	10	10	10	10	10	0	0	0
	S	1	1	1	1	1	0	0	0
3A	F	1	1	1	1	1	0	0	1
	S	10	10	10	10	5	0	0	10
3B	F	0	0	1	1	1	0	0	1
	S	0	0	10	10	10	0	0	10
4A	F	0	10	10	10	10	0	0	10
	S	0	1	1	1	1	0	0	1
4B	F	0	0	10	10	10	0	0	10
	S	0	0	1	1	1	0	0	1
5	F	0	1	1	1	1	0	0	0
	S	0	10	10	10	10	0	0	0
Risco de cada alternativa		45	45	70	70	75	0	0	55

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - PCFAS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Central Fixa com árvores submersas

2 - PCFPS: Alternativa de Produção 2 - Plataforma Central Fixa com plataformas satélites

3 - FPSO: Alternativa de Produção 3 - FPSO

1 - GMTS: Alternativa de Transporte 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

1 - NA: Alternativa de Transporte de Petróleo 1 - Navio Aliviador

Risco da composição de alternativas (Cenário MR2)			
Composição de alternativas	Resultado	Com Fator	Normalização
MR2-11	215	226	90
MR2-12	215	226	90
MR2-21	215	226	90
MR2-22	215	226	90
MR2-31	220	231	92
MR2-32	220	231	92

i) Cenário MI1 (Médio Volume de Descobertas, Águas Intermediárias, Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE							
Cenários		Exploração		Produção		Transporte	
MI1	F/S	Sísmica	Perfuração	1- PCFPS	2 - PSS	1- GMTS	2- GMTC
1A	F	5	1	1	1	0	0
	S	5	5	5	5	0	0
1B	F	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0
2	F	10	10	10	10	0	0
	S	1	1	1	1	0	0
3A	F	1	1	1	1	0	0
	S	5	5	5	5	0	0
3B	F	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0
4A	F	0	10	10	10	0	0
	S	0	1	1	1	0	0
4B	F	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0
5	F	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0
Risco de cada alternativa		40	30	30	30	0	0

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - PCFPS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Central Fixa com plataformas satélites

2 - PSS: Alternativa de Produção 2 - Plataforma Semi-submersível

1 - GMTS: Alternativa de Transporte 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

Risco da composição de alternativas (Cenário MI1)			
Composição de alternativas	Resultado	Com fator	Normalização
MI1-11	100	105	42
MI1-12	100	105	42
MI1-21	100	105	42
MI1-22	100	105	42

j) Cenário MI2 (Médio Volume de Descobertas, Águas Intermediárias, Petróleo e Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE									
Cenários		Exploração		Produção			Transporte		
MI2	F/S	Sísmica	Perfuração	1- PCFPS	2- FPSO	3 - PSS	1- GMTS	2- GMTC	1 - NA
1A	F	5	1	1	1	1	0	0	1
	S	5	5	5	5	5	0	0	5
1B	F	0	0	1	1	1	0	0	1
	S	0	0	5	10	5	0	0	10
2	F	10	10	10	10	10	0	0	0
	S	1	1	1	1	1	0	0	0
3A	F	1	1	1	1	1	0	0	1
	S	5	5	5	5	5	0	0	5
3B	F	0	0	1	1	1	0	0	1
	S	0	0	5	10	5	0	0	10
4A	F	0	10	10	10	10	0	0	10
	S	0	1	1	1	1	0	0	1
4B	F	0	0	10	10	10	0	0	10
	S	0	0	1	1	1	0	0	1
5	F	0	1	1	1	1	0	0	0
	S	0	10	10	10	10	0	0	0
Risco de cada alternativa		40	40	60	70	60	0	0	50

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - PCFPS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Central Fixa com plataformas satélites

2 - FPSO: Alternativa de Produção 2 - FPSO

3 - PSS: Alternativa de Produção 3 - Plataforma Semi-submersível

1 - GMTS: Alternativa de Transporte 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

1 - NA: Alternativa de Transporte de Petróleo 1 - Navio Aliviador

Risco da composição de alternativas (Cenário MI2)			
Composição de alternativas	Resultado	Com Fator	Normalização
MI2-11	190	200	80
MI2-12	190	200	80
MI2-21	200	210	84
MI2-22	200	210	84
MI2-31	190	200	80
MI2-32	190	200	80

k) Cenário MP1 (Médio Volume de Descobertas, Águas Profundas, Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE						
Cenários		Exploração		Produção	Transporte	
MP1	F/S	Sísmica	Perfuração	1 - PSS	1- GMTS	2- GMTC
1A	F	5	1	1	0	0
	S	1	1	1	0	0
1B	F	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0
2	F	10	10	10	0	0
	S	1	1	1	0	0
3A	F	1	1	1	0	0
	S	5	5	5	0	0
3B	F	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0
4A	F	0	10	10	0	0
	S	0	1	1	0	0
4B	F	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0
5	F	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0
Risco de cada alternativa		20	26	26	0	0

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - PSS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Semi-submersível

1 - GMTS: Alternativa de Transporte 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

Risco da composição de alternativas (Cenário MP1)			
Composição de alternativas	Resultado	Com fator	Normalização
MP1-11	72	76	30
MP1-12	72	76	30

l) Cenário MP2 (Médio Volume de Descobertas, Águas Profundas, Petróleo e Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE								
Cenários		Exploração		Produção		Transporte		
MP2	F/S	Sísmica	Perfuração	1 - PSS	2- FPSO	1- GMTS	2- GMTC	1 - NA
1A	F	5	1	1	1	0	0	1
	S	1	1	1	1	0	0	1
1B	F	0	0	1	1	0	0	1
	S	0	0	1	5	0	0	5
2	F	10	10	10	10	0	0	0
	S	1	1	1	1	0	0	0
3A	F	1	1	1	1	0	0	1
	S	5	5	5	5	0	0	5
3B	F	0	0	1	1	0	0	1
	S	0	0	5	5	0	0	5
4A	F	0	10	10	10	0	0	10
	S	0	1	1	1	0	0	1
4B	F	0	0	10	10	0	0	10
	S	0	0	1	1	0	0	1
5	F	0	1	1	1	0	0	0
	S	0	5	5	5	0	0	0
Risco de cada alternativa		20	31	47	51	0	0	36

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - PSS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Semi-submersível

2 - FPSO: Alternativa de Produção 2 - FPSO

1 - GMTS: Alternativa de Transporte de Gás Natural 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte de Gás Natural 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

1 - NA: Alternativa de Transporte de Petróleo 1 - Navio Aliviador

Risco da composição de alternativas (Cenário MP2)			
Composição de alternativas	Resultado	Com fator	Normalização
MP2-11	134	141	56
MP2-11	134	141	56
MP2-11	138	145	58
MP2-22	138	145	58

m) Cenário GR1 (Grande Volume de Descobertas, Águas Rasas, Petróleo e Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE										
Cenários		Exploração		Produção				Transporte		
GR1	F/S	Sísmica	Perfuração	1 - PFS	2 - SC	3- PCFAS	4 - PCFPS	1- GMTS	2- GMTC	3- GMTV
1A	F	5	1	1	0	1	1	0	0	0
	S	5	5	5	0	5	5	0	0	0
1B	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	F	10	10	10	0	10	10	0	0	0
	S	1	1	1	0	1	1	0	0	0
3A	F	1	1	1	0	1	1	0	0	0
	S	10	10	10	0	10	10	0	0	0
3B	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4A	F	0	10	10	0	10	10	0	0	0
	S	0	1	1	0	1	1	0	0	0
4B	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Risco de cada alternativa		45	35	35	0	35	35	0	0	0

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - PFS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Fixa Simples

2 - SC: Alternativa de Produção 2 - Sistema Caisson

3 - PCFAS: Alternativa de Produção 3 - Plataforma Central Fixa com árvores submersas

1 - PCFPS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Central Fixa com plataformas satélites

1 - GMTS: Alternativa de Transporte 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

3 - GMTV: Alternativa de Transporte 3 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Valença

Risco da composição de alternativas (Cenário GR1)			
Composição de alternativas	Resultado	Com Fator	Normalização
GR1-11	115	127	51
GR1-12	115	127	51
GR1-13	115	127	51
GR1-21	80	88	35
GR1-22	80	88	35
GR1-23	80	88	35
GR1-31	115	127	51
GR1-32	115	127	51
GR1-33	115	127	51
GR1-41	115	127	51
GR1-42	115	127	51
GR1-43	115	127	51

n) Cenário GR2 (Grande Volume de Descobertas, Águas Rasas, Petróleo e Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE												
Cenários		Exploração		Produção			Transporte de Gás Natural			Transporte de Petróleo		
GR2	F/S	Sísmica	Perfuração	1- PCFAS	2- PCFPS	3 - FPSO	1- GMTS	2- GMTC	3- GMTV	1 - NA	2- OMTS	3 - OMTI
1A	F	5	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
	S	5	5	5	5	10	0	0	0	5	0	0
1B	F	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
	S	0	0	5	5	10	0	0	0	10	0	0
2	F	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0
	S	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
3A	F	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
	S	10	10	10	10	5	0	0	0	10	0	0
3B	F	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
	S	0	0	10	10	10	0	0	0	10	0	0
4A	F	0	10	10	10	10	0	0	0	10	0	0
	S	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
4B	F	0	0	10	10	10	0	0	0	10	5	5
	S	0	0	1	1	1	0	0	0	1	10	10
5	F	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	S	0	10	10	10	10	0	0	0	0		0
Risco de cada alternativa		45	45	70	70	75	0	0	0	55	50	50

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - PCFAS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Central Fixa com árvores submersas

2 - PCFPS: Alternativa de Produção 2 - Plataforma Central Fixa com plataformas satélites

3 - FPSO: Alternativa de Produção 3 - FPSO

1 - GMTS: Alternativa de Transporte 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

3 - GMTV: Alternativa de Transporte 3 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Valença

1 - NA: Alternativa de Transporte de Petróleo 1 - Navio Aliviador

2 - OMTS: Alternativa de Transporte de Petróleo 2 - Oleoduto Marítimo e Terrestre para Salvador/RLAM

3 - OMTI: Alternativa de Transporte de Petróleo 3 - Oleoduto Marítimo e Terrestre para Ilhéus (Refinaria no sudeste ou RLAM)

Risco da composição de alternativas (Cenário GR2)											
Composição de alternativas	Resultado	Com Fator	Normalização	Composição de alternativas	Resultado	Com Fator	Normalização	Composição de alternativas	Resultado	Com Fator	Normalização
GR2 - 111	215	237	95	GR2 - 211	215	237	95	GR2 - 311	220	242	97
GR2 - 112	210	231	92	GR2 - 212	210	231	92	GR2 - 312	215	237	95
GR2 - 113	210	231	92	GR2 - 213	210	231	92	GR2 - 313	215	237	95
GR2 - 121	215	237	95	GR2 - 221	215	237	95	GR2 - 321	220	242	97
GR2 - 122	210	231	92	GR2 - 222	210	231	92	GR2 - 322	215	237	95
GR2 - 123	210	231	92	GR2 - 223	210	231	92	GR2 - 323	215	237	95
GR2 - 131	215	237	95	GR2 - 231	215	237	95	GR2 - 331	220	242	97
GR2 - 132	210	231	92	GR2 - 232	210	231	92	GR2 - 332	215	237	95
GR2 - 133	210	231	92	GR2 - 233	210	231	92	GR2 - 333	215	237	95

o) Cenário GI1 (Grande Volume de Descobertas, Águas Intermediárias, Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE								
Cenários		Exploração		Produção		Transporte		
GI1	F/S	Sísmica	Perfuração	1- PCFPS	2 - PSS	1- GMTS	2- GMTC	3- GMTV
	F	5	1	1	1	0	0	0
1A	S	5	5	5	5	0	0	0
	F	0	0	0	0	0	0	0
1B	S	0	0	0	0	0	0	0
	F	10	10	10	10	0	0	0
2	S	1	1	1	1	0	0	0
	F	1	1	1	1	0	0	0
3A	S	5	5	5	5	0	0	0
	F	0	0	0	0	0	0	0
3B	S	0	0	0	0	0	0	0
	F	0	10	10	10	0	0	0
4A	S	0	1	1	1	0	0	0
	F	0	0	0	0	0	0	0
4B	S	0	0	0	0	0	0	0
	F	0	0	0	0	0	0	0
5	S	0	0	0	0	0	0	0
Risco de cada alternativa		40	30	30	30	0	0	0

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - PCFPS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Central Fixa com plataformas satélites

2 - PSS: Alternativa de Produção 2 - Plataforma Semi-submersível

1 - GMTS: Alternativa de Transporte 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

3 - GMTV: Alternativa de Transporte 3 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Valença

Risco da composição de alternativas (Cenário GI1)			
Composição de alternativas	Resultado	Com fator	Normalização
GI1-11	100	110	44
GI1-12	100	110	44
GI1-123	100	110	44
GI1-21	100	110	44
GI1-22	100	110	44
GI1-223	100	110	44

p) Cenário G12 (Grande Volume de Descobertas, Águas Intermediárias, Petróleo e Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE												
Cenários		Exploração		Produção			Transporte de Gás Natural			Transporte de Petróleo		
G12	F/S	Sísmica	Perfuração	1- PCFPS	2 - FPSO	3 - PSS	1- GMTS	2- GMTC	3- GMTV	1 - NA	2- OMTS	3 - OMTI
	F	5	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
1A	S	5	5	5	5	5	0	0	0	5	0	0
	F	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
1B	S	0	0	5	10	5	0	0	0	10	0	0
	F	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0
2	S	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	F	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
3A	S	5	5	5	5	5	0	0	0	5	0	0
	F	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
3B	S	0	0	5	10	5	0	0	0	10	0	0
	F	0	10	10	10	10	0	0	0	10	0	0
4A	S	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
	F	0	0	10	10	10	0	0	0	10	5	5
4B	S	0	0	1	1	1	0	0	0	1	10	10
	F	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
5	S	0	10	10	10	10	0	0	0	0		0
Risco de cada alternativa		40	40	60	70	60	0	0	0	50	50	50
Legenda: F/S: Frequência/Severidade 1 - PCFPS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Central Fixa com plataformas satélites 2 - FPSO: Alternativa de Produção 2 - FPSO 3 - PSS: Alternativa de Produção 3 - Plataforma Semi-submersível 1 - GMTS: Alternativa de Transporte 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador 2 - GMTC: Alternativa de Transporte 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu 3 - GMTV: Alternativa de Transporte 3 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Valença 1 - NA: Alternativa de Transporte de Petróleo 1 - Navio Aliviador 2 - OMTS: Alternativa de Transporte de Petróleo 2 - Oleoduto Marítimo e Terrestre para Salvador/RLAM 3 - OMTI: Alternativa de Transporte de Petróleo 3 - Oleoduto Marítimo e Terrestre para Ilhéus (Refinaria no sudeste ou RLAM)												

Risco da composição de alternativas (Cenário G12)											
Composição de alternativas	Resultado	Com Fator	Normalização	Composição de alternativas	Resultado	Com Fator	Normalização	Composição de alternativas	Resultado	Com Fator	Normalização
GR2 - 111	190	209	84	GR2 - 211	200	220	88	GR2 - 311	190	209	84
GR2 - 112	190	209	84	GR2 - 212	200	220	88	GR2 - 312	190	209	84
GR2 - 113	190	209	84	GR2 - 213	200	220	88	GR2 - 313	190	209	84
GR2 - 121	190	209	84	GR2 - 221	200	220	88	GR2 - 321	190	209	84
GR2 - 122	190	209	84	GR2 - 222	200	220	88	GR2 - 322	190	209	84
GR2 - 123	190	209	84	GR2 - 223	200	220	88	GR2 - 323	190	209	84
GR2 - 131	190	209	84	GR2 - 231	200	220	88	GR2 - 331	190	209	84
GR2 - 132	190	209	84	GR2 - 232	200	220	88	GR2 - 332	190	209	84
GR2 - 133	190	209	84	GR2 - 233	200	220	88	GR2 - 333	190	209	84

q) Cenário GP1 (Grande Volume de Descobertas, Águas Profundas, Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE							
Cenários		Exploração		Produção	Transporte		
GP1	F/S	Sísmica	Perfuração	1 - PSS	1- GMTS	2- GMTC	3- GMTV
1A	F	5	1	1	0	0	0
	S	1	1	1	0	0	0
1B	F	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0
2	F	10	10	10	0	0	0
	S	1	1	1	0	0	0
3A	F	1	1	1	0	0	0
	S	5	5	5	0	0	0
3B	F	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0
4A	F	0	10	10	0	0	0
	S	0	1	1	0	0	0
4B	F	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0
5	F	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0
Risco de cada alternativa		20	26	26	0	0	0

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - PSS: Alternativa de Produção 1 - Plataforma Semi-submersível

1 - GMTS: Alternativa de Transporte 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

3 - GMTV: Alternativa de Transporte 3 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Valença

Risco da composição de alternativas (Cenário GP1)			
Composição de alternativas	Resultado	Com fator	Normalização
GP1-11	72	79	32
GP1-12	72	79	32
GP1- 13	72	79	32

r) Cenário GP2 (Grande Volume de Descobertas, Águas Profundas, Petróleo e Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE											
Cenários		Exploração				Transporte de Gás Natural			Transporte de Petróleo		
GP2	F/S	Sísmica	Perfuração	1 - FPSO	2 - PSS	1- GMTS	2- GMTC	3- GMTV	1 - NA	2- OMTS	3 - OMTI
1A	F	5	1	1	1	0	0	0	1	0	0
	S	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
1B	F	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
	S	0	0	5	1	0	0	0	5	0	0
2	F	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0
	S	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
3A	F	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
	S	5	5	5	5	0	0	0	5	0	0
3B	F	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
	S	0	0	5	5	0	0	0	5	0	0
4A	F	0	10	10	10	0	0	0	10	0	0
	S	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
4B	F	0	0	10	10	0	0	0	10	5	5
	S	0	0	1	1	0	0	0	1	10	10
5	F	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	S	0	5	5	5	0	0	0	0	0	0
Risco de cada alternativa		20	31	51	47	0	0	0	36	50	50

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - FPSO: Alternativa de Produção 1 - FPSO

2 - PSS: Alternativa de Produção 2 - Plataforma Semi-submersível

1 - GMTS: Alternativa de Transporte 1 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Salvador

2 - GMTC: Alternativa de Transporte 2 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Camamu

3 - GMTV: Alternativa de Transporte 3 - Gasoduto Marítimo e Terrestre para Valença

1 - NA: Alternativa de Transporte de Petróleo 1 - Navio Aliviador

2 - OMTS: Alternativa de Transporte de Petróleo 2 - Oleoduto Marítimo e Terrestre para Salvador/RLAM

3 - OMTI: Alternativa de Transporte de Petróleo 3 - Oleoduto Marítimo e Terrestre para Ilhéus (Refinaria no sudeste ou RLAM)

Risco da composição de alternativas (Cenário GI2)							
Composição de alternativas	Resultado	Com Fator	Normalização	Composição de alternativas	Resultado	Com Fator	Normalização
GP2 - 111	138	152	61	GP2 - 211	134	147	59
GP2 - 112	152	167	67	GP2 - 212	148	163	65
GP2 - 113	152	167	67	GP2 - 213	148	163	65
GP2 - 121	138	152	61	GP2 - 221	134	147	59
GP2 - 122	152	167	67	GP2 - 222	148	163	65
GP2 - 123	152	167	67	GP2 - 223	148	163	65
GP2 - 131	138	152	61	GP2 - 231	134	147	59
GP2 - 132	152	167	67	GP2 - 232	148	163	65
GP2 - 133	152	167	67	GP2 - 233	148	163	65

ANEXO III

As figuras a seguir apresentam as matrizes de riscos à biodiversidade referentes ao Estudo de Caso Na região de Abrolhos, para cada cenário de descoberta, conforme descrito nos Capítulos IV e VI. Da mesma forma, os valores atribuídos à frequência e severidade das liberações acidentais seguem os critérios estabelecidos e apresentados nos Capítulos IV e VI.

a) Cenário BR1 (Baixo Volume de Descobertas, Águas Rasas, Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE									
Cenários			Exploração		Produção		Transporte		
BR1	F/S	1- Sísmica	2- Sísmica	1- Perfuração	2 - Perfuração	1 - Produção	2- Produção	1- Transporte	2- Transporte
1A	F	5	5	1	1	1	1	0	0
	S	5	5	5	5	5	5	0	0
1B	F	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0
2	F	10	10	10	10	10	10	0	0
	S	1	1	1	1	1	1	0	0
3A	F	1	1	1	1	1	1	0	0
	S	10	10	10	10	10	10	0	0
3B	F	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0
4A	F	0	0	10	10	10	10	0	0
	S	0	0	1	1	1	1	0	0
4B	F	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0
5	F	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0
Risco de cada alternativa		45	45	35	35	35	35	0	0

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - Sísmica: Alternativa 1 para sísmica

2 - Sísmica: Alternativa 2 para sísmica

1 - Perfuração: Alternativa 1 para perfuração

2 - Perfuração: Alternativa 2 para perfuração

1 - Produção: Alternativa 1 para produção

2 - Produção: Alternativa 2 para produção

1 - Transporte: Alternativa 1 para transporte

2 - Transporte: Alternativa 2 para transporte

Risco da composição de alternativas (Cenário BR1)		
Composição de alternativas	Resultado	Normalização
BR1-111	115	26
BR1-222	115	26

b) Cenário BR2 (Baixo Volume de Descobertas, Águas Rasas, Petróleo e Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE									
Cenários			Exploração			Produção		Transporte	
BR2	F/S	1- Sísmica	2- Sísmica	1- Perfuração	2 - Perfuração	1 - Produção	2- Produção	1- Transporte	2- Transporte
1A	F	5	5	1	1	1	1	1	1
	S	5	5	5	5	5	5	5	5
1B	F	0	0	0	0	1	1	1	1
	S	0	0	0	0	5	10	10	10
2	F	10	10	10	10	10	10	0	0
	S	1	1	1	1	1	1	0	0
3A	F	1	1	1	1	1	1	1	1
	S	10	10	10	10	10	10	10	10
3B	F	0	0	0	0	1	1	1	1
	S	0	0	0	0	10	10	10	10
4A	F	0	0	10	10	10	10	10	10
	S	0	0	1	1	1	1	1	1
4B	F	0	0	0	0	10	10	10	10
	S	0	0	0	0	5	1	10	5
5	F	0	0	1	1	1	1	0	0
	S	0	0	10	10	10	10	0	0
Risco de cada alternativa		45	45	45	45	110	75	145	95

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - Sísmica: Alternativa 1 para sísmica

2 - Sísmica: Alternativa 2 para sísmica

1 - Perfuração: Alternativa 1 para perfuração

2 - Perfuração: Alternativa 2 para perfuração

1 - Produção: Alternativa 1 para produção

2 - Produção: Alternativa 2 para produção

1 - Transporte: Alternativa 1 para transporte

2 - Transporte: Alternativa 2 para transporte

Risco da composição de alternativas (Cenário BR2)		
Composição de alternativas	Resultado	Normalização
BR2-111	345	78
BR2-222	260	59

c) Cenário MR1 (Médio Volume de Descobertas, Águas Rasas, Petróleo e Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE									
Cenários			Exploração		Produção		Transporte		
MR1	F/S	1- Sísmica	2- Sísmica	1- Perfuração	2 - Perfuração	1 - Produção	2- Produção	1- Transporte	2- Transporte
1A	F	5	5	1	1	1	1	0	0
	S	5	5	5	5	5	5	0	0
1B	F	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0
2	F	10	10	10	10	10	10	0	0
	S	1	1	1	1	1	1	0	0
3A	F	1	1	1	1	1	1	0	0
	S	10	10	10	10	10	10	0	0
3B	F	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0
4A	F	0	0	10	10	10	10	0	0
	S	0	0	1	1	1	1	0	0
4B	F	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0
5	F	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0
Risco de cada alternativa		45	45	35	35	35	35	0	0

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - Sísmica: Alternativa 1 para sísmica

2 - Sísmica: Alternativa 2 para sísmica

1 - Perfuração: Alternativa 1 para perfuração

2 - Perfuração: Alternativa 2 para perfuração

1 - Produção: Alternativa 1 para produção

2 - Produção: Alternativa 2 para produção

1 - Transporte: Alternativa 1 para transporte

2 - Transporte: Alternativa 2 para transporte

Risco da composição de alternativas (Cenário MR1)			
Composição de alternativas	Resultado	Com fator	Normalização
MR1-111	115	121	27
MR1-222	115	121	27

d) Cenário MR2 (Médio Volume de Descobertas, Águas Rasas, Petróleo e Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE									
Cenários			Exploração			Produção		Transporte	
MR2	F/S	1- Sísmica	2- Sísmica	1- Perfuração	2 - Perfuração	1 - Produção	2- Produção	1- Transporte	2- Transporte
1A	F	5	5	1	1	1	1	1	1
	S	5	5	5	5	5	5	5	5
1B	F	0	0	0	0	1	1	1	1
	S	0	0	0	0	10	5	10	10
2	F	10	10	10	10	10	10	0	0
	S	1	1	1	1	1	1	0	0
3A	F	1	1	1	1	1	1	1	1
	S	10	10	10	10	10	10	10	10
3B	F	0	0	0	0	1	1	1	1
	S	0	0	0	0	10	10	10	10
4A	F	0	0	10	10	10	10	10	10
	S	0	0	1	1	1	1	1	1
4B	F	0	0	0	0	10	10	10	10
	S	0	0	0	0	5	5	10	10
5	F	0	0	1	1	1	1	0	0
	S	0	0	10	10	10	10	0	0
Risco de cada alternativa		45	45	45	45	115	110	145	145

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - Sísmica: Alternativa 1 para sísmica

2 - Sísmica: Alternativa 2 para sísmica

1 - Perfuração: Alternativa 1 para perfuração

2 - Perfuração: Alternativa 2 para perfuração

1 - Produção: Alternativa 1 para produção

2 - Produção: Alternativa 2 para produção

1 - Transporte: Alternativa 1 para transporte

2 - Transporte: Alternativa 2 para transporte

Risco da composição de alternativas (Cenário MR2)			
Composição de alternativas	Resultado	Com fator	Normalização
MR2-111	350	368	84
MR2-222	345	362	82

e) Cenário GR1 (Grande Volume de Descobertas, Águas Rasas, Petróleo e Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE									
Cenários			Exploração			Produção		Transporte	
GR1	F/S	1- Sísmica	2- Sísmica	1- Perfuração	2 - Perfuração	1 - Produção	2- Produção	1- Transporte	2- Transporte
1A	F	5	5	1	1	1	1	0	0
	S	5	5	5	5	5	5	0	0
1B	F	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0
2	F	10	10	10	10	10	10	0	0
	S	1	1	1	1	1	1	0	0
3A	F	1	1	1	1	1	1	0	0
	S	10	10	10	10	10	10	0	0
3B	F	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0
4A	F	0	0	10	10	10	10	0	0
	S	0	0	1	1	1	1	0	0
4B	F	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0
5	F	0	0	0	0	0	0	0	0
	S	0	0	0	0	0	0	0	0
Risco de cada alternativa		45	45	35	35	35	35	0	0

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - Sísmica: Alternativa 1 para sísmica

2 - Sísmica: Alternativa 2 para sísmica

1 - Perfuração: Alternativa 1 para perfuração

2 - Perfuração: Alternativa 2 para perfuração

1 - Produção: Alternativa 1 para produção

2 - Produção: Alternativa 2 para produção

1 - Transporte: Alternativa 1 para transporte

2 - Transporte: Alternativa 2 para transporte

Risco da composição de alternativas (Cenário GR1)			
Composição de alternativas	Resultado	Com fator	Normalização
GR1-111	115	127	29
GR1-222	115	127	29

f) Cenário GR2 (Grande Volume de Descobertas, Águas Rasas, Petróleo e Gás Natural)

MATRIZ DE RISCOS À BIODIVERSIDADE									
Cenários			Exploração			Produção		Transporte	
GR2	F/S	1- Sísmica	2- Sísmica	1- Perfuração	2 - Perfuração	1 - Produção	2- Produção	1- Transporte	2- Transporte
1A	F	5	5	1	1	1	1	1	1
	S	5	5	5	5	5	5	5	5
1B	F	0	0	0	0	1	1	1	1
	S	0	0	0	0	10	5	10	10
2	F	10	10	10	10	10	10	0	0
	S	1	1	1	1	1	1	0	0
3A	F	1	1	1	1	1	1	1	1
	S	10	10	10	10	10	10	10	10
3B	F	0	0	0	0	1	1	1	1
	S	0	0	0	0	10	10	10	10
4A	F	0	0	10	10	10	10	10	10
	S	0	0	1	1	1	1	1	1
4B	F	0	0	0	0	10	10	10	10
	S	0	0	0	0	10	10	10	10
5	F	0	0	1	1	1	1	0	0
	S	0	0	10	10	10	10	0	0
Risco de cada alternativa		45	45	45	45	165	160	145	145

Legenda:

F/S: Frequência/Severidade

1 - Sísmica: Alternativa 1 para sísmica

2 - Sísmica: Alternativa 2 para sísmica

1 - Perfuração: Alternativa 1 para perfuração

2 - Perfuração: Alternativa 2 para perfuração

1 - Produção: Alternativa 1 para produção

2 - Produção: Alternativa 2 para produção

1 - Transporte: Alternativa 1 para transporte

2 - Transporte: Alternativa 2 para transporte

Risco da composição de alternativas (Cenário GR2)			
Composição de alternativas	Resultado	Com fator	Normalização
GR2-111	400	440	100
GR2-222	395	435	99