

ISBN 978-85-60755-05-9



cgée



Mar e ambientes costeiros

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação



Mar e ambientes costeiros



cgge

Brasília – DF
2008

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

Presidenta

Lucia Carvalho Pinto de Melo

Diretor Executivo

Marcio de Miranda Santos

Diretores

Antonio Carlos Filgueira Galvão

Fernando Cosme Rizzo Assunção

Edição e revisão / *Tatiana de Carvalho Pires*

Projeto gráfico e diagramação / *André Scofano e Paulo Henrique Gurjão*

Gráficos / *Eduardo Oliveira e Paulo Henrique Gurjão*

Capa / *Eduardo Oliveira e Paulo Henrique Gurjão*

C389m

Mar e Ambientes Costeiros - Brasília, DF : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2007.

323 p.; Il.; 24 cm

ISBN - 978-85-60755-05-9

1. Recursos Marinhos. 2. Exploração Sustentável. 3. Mudanças Climáticas. I. CGEE. II. Título.

CDU 351.797

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
SCN Qd 2, Bl. A, Ed. Corporate Financial Center sala 1102
70712-900, Brasília, DF
Telefone: (61) 3424.9600
<http://www.cgEE.org.br>

Esta publicação é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do Contrato de Gestão CGEE/MCT/2007.

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que citada a fonte.

Impresso em 2008



Mar e ambientes costeiros

Supervisão:

Antonio Carlos Filgueira Galvão

Consultores:

Belmiro Mendes de Castro (coordenador)

Fábio Hissa Vieira Hazin

Kaiser Gonçalves de Souza

Equipe Técnica CGEE:

Antonio José Teixeira (coordenador)

Sumário executivo

O Brasil possui cerca de 8 mil km de litoral e pode chegar a ter controle jurisdicional sobre uma área marinha de 4,5 milhões de km², ou mais da metade da área do território brasileiro emerso, que é de 8,5 milhões km². Assim, o componente mar e ambientes costeiros deve necessariamente ser parte integrante de qualquer estudo que envolva a dimensão territorial brasileira e o aproveitamento sustentável dos seus recursos naturais.

A interação entre o homem e o mar no território nacional proporciona um grande número de oportunidades econômicas, sociais e de integração, o que, em contrapartida, acarreta uma quantidade considerável de problemas ambientais. As características geográficas e de ocupação territorial conferem ao Brasil uma posição estratégica privilegiada em termos de exploração sustentável dos recursos do mar, incluindo não só a pesca, o transporte, o lazer e a segurança, mas também a exploração mineral.

Todavia, para que a exploração seja sustentável é indispensável o conhecimento dos processos oceânicos e dos recursos marinhos, o que só pode ser atingido por meio da pesquisa científica e tecnológica. Tornam-se igualmente importantes tanto a formação de pessoal como a divulgação desse conhecimento nos mais diferentes âmbitos da sociedade, a fim de promover o desenvolvimento e a consolidação de uma consciência ambiental sobre o uso do mar e de seus recursos.

O presente estudo visa à construção de uma agenda de prioridades para orientar o estabelecimento de estratégias governamentais relativas ao desenvolvimento científico e tecnológico em temas ligados ao mar, à exploração sustentável de recursos marinhos existentes em áreas de grande interesse para o Brasil no Atlântico Sul e Equatorial, e aos estudos necessários para elucidar o papel dessas regiões oceânicas no clima sobre o território nacional.

O Capítulo 1 introduz o tema geral do documento. O Capítulo 2 trata do arcabouço legal, nacional e internacional, a respeito dos recursos do mar. O Capítulo 3 apresenta os principais recursos minerais conhecidos no Espaço Marinho Brasileiro, e discute a sua importância socioeconômica e político-estratégica. O Capítulo 4 contém a descrição dos recursos vivos e propõe formas sustentáveis de seu aproveitamento. O Capítulo 5 apresenta as atividades de ciência e tecnologia (C&T) necessárias para validar a ocupação e a apropriação sustentável dos recursos marinhos de interesse para o Brasil, bem como discute a importância do Atlântico Sul e Equatorial para o clima do país.

Os horizontes temporais propostos para este estudo, 2007, 2015, 2022 e 2027, estão em consonância com o *Projeto Brasil 3 Tempos*, preparado pelo Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, em que os objetivos nacionais estratégicos seriam implementados progressivamente, a partir de instrumentos interativos entre o governo e a Nação. O estudo leva em consideração fatos portadores de futuro, aqueles sobre os quais não temos controle e que determinarão uma situação inevitável, em função da qual deveremos tomar providências cabíveis.

No que concerne aos recursos minerais, destacam-se os seguintes fatos portadores de futuro:

- Exaustão das reservas e restrições ambientais para a mineração de recursos minerais continentais;
- Crescente exploração mineral em águas cada vez mais profundas;
- Erosão costeira;
- Crescente dependência nacional dos fertilizantes importados;
- Corrida internacional para requisição de sítios de exploração mineral na área internacional dos oceanos.

O estudo também aborda aspectos relacionados, entre outros, a:

- Recursos minerais e áreas geográficas prioritárias;
- Vulnerabilidade ambiental;
- Arcabouço legal;
- Obstáculos ao desenvolvimento da pesquisa mineral e lavra de recursos minerais marinhos;
- Ações prioritárias;
- Inovação e desenvolvimento científico e tecnológico;
- Capacidade instalada.

De forma a dar as devidas prioridades aos recursos minerais, estes foram subdivididos em dois grupos distintos:

- Aqueles situados na plataforma continental brasileira (PCB) que têm valor socioeconômico, pois podem movimentar a economia e gerar empregos no curto e médio prazos;
- Aqueles situados no Atlântico Sul e Equatorial, em áreas adjacentes à PCB, que têm valor político-estratégico, pois sua identificação e requisição de áreas de exploração junto à Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos (Organização das Nações Unidas, ONU) garantem a ampliação da presença do país em áreas internacionais, especialmente naquelas adjacentes à plataforma continental jurídica brasileira.

O estudo mostra que entre os recursos minerais prioritários de valor socioeconômico figuram em primeiro plano os agregados (areias e cascalhos). Esses bens minerais têm especial interesse para a indústria da construção civil e para a recuperação de praias erodidas. O calcário bioclástico representa igualmente um recurso prioritário, face à importância da sua utilização como fertilizante, ração animal, complemento alimentar, implante em cirurgia óssea, indústria cosmética e no tratamento de água e esgotos domésticos e industriais. Os plácidos de minerais pesados (cassiterita, ouro, diamante, ilmenita, rutilo, zircão, monazita e magnetita, entre outros) foram indicados na mesma ordem de prioridade, apesar de serem considerados menos urgentes do que os precedentes. Por sua importância como fertilizantes, as rochas fosfáticas (fosforitas) fecham o ciclo de prioridade 1.

A prioridade 2 coube aos recursos energéticos, o carvão e os hidratos de gás, que têm despertado o interesse de cientistas, de órgãos públicos e da iniciativa privada. Outros depósitos categorizados no mesmo patamar incluem o enxofre e o potássio. Entre os recursos minerais da área internacional dos oceanos que apresentam valor político-estratégico destacam-se, em ordem de prioridade, as crostas cobaltíferas, os sulfetos polimetálicos e os nódulos polimetálicos. As crostas cobaltíferas são apontadas como prioridade 1 por serem abundantes na área da Elevação do Rio Grande, região contígua ao limite externo da PCB que já vem atraindo interesse de outros países para futuras explorações. Uma das razões para a escolha de sulfetos polimetálicos como segunda prioridade reside no fato de que esse recurso ocorre associado a organismos de interesse biotecnológico de alto valor comercial.

Este estudo mostra que a tecnologia marinha brasileira teve um grande desenvolvimento na área do petróleo e do gás. No que diz respeito à exploração de recursos minerais não-petrolíferos, entretanto, o desenvolvimento foi quase nulo. Contudo, existe no Brasil um grande potencial para adaptar e inovar a tecnologia existente para a exploração de recursos minerais não-petrolíferos da PCB e áreas oceânicas adjacentes.

Todo tipo de exploração de recursos minerais marinhos implica impacto ambiental. No entanto, esse impacto pode ser minimizado pelo uso de tecnologias adequadas. Além disso, toda atividade de exploração mineral marinha deve ser precedida pela elaboração de estudos de impacto ambiental que também identifiquem possíveis medidas mitigadoras. Em alguns casos, ao menos até que as questões ambientais possam ser satisfatoriamente resolvidas, a extração não deve ser permitida. De outro lado, a criação de áreas protegidas ou de conservação sem que haja um conhecimento geológico adequado da área submersa baseado em cartografia morfo-sedimentar em escala apropriada, pode ser considerada um obstáculo ao desenvolvimento sustentável de recursos minerais e energéticos marinhos, que poderiam trazer progresso e inclusão social para localidades litorâneas, muitas vezes desprovidas de qualquer atividade econômica.

Os instrumentos legais referentes à mineração marinha existentes no Brasil foram amplamente discutidos neste estudo. No entanto, as peculiaridades do ambiente marinho demandam que sejam criados instrumentos específicos na legislação mineral e ambiental, a fim de que a pesquisa e a lavra mineral sejam desenvolvidas de forma sustentável, incluindo ainda a necessidade de que a atividade pesqueira e as outras atividades marinhas sejam convenientemente protegidas. Essas sugestões terão aplicação mais direta na exploração de granulados e pláceres, pois são eles os recursos minerais passíveis de exploração em curto prazo, já havendo demanda para eles no Brasil. A legislação ambiental é muito extensa, avançada e conflitante, o que vem criando uma série de dificuldades para sua aplicação e requer uma compatibilização. No entanto, uma vez criados esses instrumentos, sua aplicabilidade ainda pode ser comprometida pela falta de pessoal especializado e de recursos materiais para aplicá-los, assim como pela falta de integração entre os órgãos fiscalizadores, no caso o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

Entre as ações prioritárias a serem implementadas nos diferentes horizontes temporais com vistas à efetiva ocupação do mar brasileiro e à ampliação da presença brasileira no Atlântico Sul e Equatorial de forma racional e sustentável nos planos regional, nacional e internacional, destacam-se:

- A ampliação e o fortalecimento de redes de pesquisa de forma a nortear a avaliação do potencial mineral marinho e a caracterização tecnológica dos recursos minerais de interesse socioeconômico;
- A criação de um centro nacional de gestão de meios flutuantes e equipamentos oceanográficos e de geologia e geofísica marinha, de forma a otimizar e viabilizar uma infraestrutura básica de pesquisa marinha;
- A sistematização e a integração de informações geológicas e geofísicas da PCB e das áreas oceânicas adjacentes por meio da construção de um Banco de Dados Georeferenciados associado a um Sistema de Informações Geográficas (SIG) e pela elaboração de documentos normativos para o levantamento e armazenamento das informações geológicas e geofísicas;
- A realização de levantamentos sistemáticos visando a identificar as características geológicas e geomorfológicas do fundo marinho e do subsolo da PCB de modo a identificar as diferentes feições geológicas que a caracterizam;
- A identificação de áreas de ocorrência de novos recursos minerais e o levantamento de informações geológicas de base para o manejo e a gestão integrada da PCB e da zona costeira associada;
- A realização de estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental para subsidiar a política de planejamento e gestão da PCB e da zona costeira e as entidades reguladoras, por meio da definição de critérios técnicos para a exploração desses recursos minerais;

- A elaboração e implementação de um plano de fortalecimento das instituições de pesquisa do país, incluindo um programa de formação e capacitação de recursos humanos na área de ciência e tecnologia;
- A ampliação das atividades de pesquisa e o início de atividades de lavra mineral de pláceres e granulados siliciclásticos e carbonáticos na PCB;
- A ampliação de atividades de recuperação da costa brasileira, com base em inventário da potencialidade de areia da plataforma continental interna;
- A avaliação e adequação da legislação mineral e ambiental com vistas a sistematizar, racionalizar e modernizar o marco legal dessa atividade, levando em conta as especificidades dos recursos minerais marinhos;
- O início da pesquisa mineral na área internacional dos oceanos e a requisição de sítios de exploração à Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos (ONU) em regiões adjacentes à PCB com o objetivo de ocupá-las antes que sejam requisitadas por outros países;
- O estabelecimento de cooperações internacionais e regionais que fortaleçam a presença do Brasil no Atlântico Sul e Equatorial, tanto no que diz respeito à pesquisa de conhecimento do ambiente marinho como à pesquisa mineral;
- A geração e/ou adaptação de novas tecnologias de pesquisa mineral e lavra alicerçadas na sustentabilidade ambiental, social e econômica da atividade;
- A consolidação do setor mineral marinho alicerçada sobre uma base produtiva social, econômica e ambientalmente sustentável, realizando uma exploração mineral plena e adequadamente ordenada, com base em instrumentos de gestão modernos, transparentes e participativos, incluindo a utilização de áreas marinhas protegidas e com uma estrutura de fiscalização ágil e eficiente.

Em virtude de o estado da arte do desenvolvimento tecnológico possibilitar a exploração sustentável dos recursos minerais dos fundos marinhos em profundidades cada vez maiores e considerando que as atividades de exploração desses recursos movimentam de forma grandiosa a economia de vários países, com a geração de elevado número de empregos, o Brasil, país com grande tradição na atividade da mineração, deve desenvolver políticas e ações que garantam às gerações vindouras um patrimônio de recursos naturais já considerado estratégicos para um futuro não muito distante.

Em relação aos recursos vivos do mar, o estudo contextualiza inicialmente a produção brasileira de pescado em relação ao resto do mundo. Segundo a Food and Agricultural Organization (FAO), em 2004 a produção mundial de pescado por captura situou-se próxima a 95 milhões de toneladas, cerca de 50% acima da quantidade de 35 anos antes. Nesse mesmo período, a produção de pescado pela aquicultura cresceu de pouco mais de 3,5 milhões de toneladas para cerca de 45,5 milhões, um crescimento da ordem de 13 vezes. Ainda segundo a FAO (2007), em 2006 mais da metade (52%)

dos estoques pesqueiros marinhos mundiais encontrava-se sob exploração plena, enquanto cerca de 23% estavam sobre-explotados, exauridos ou em recuperação, de forma que apenas cerca de 1/4 dos estoques (25%) apresentavam alguma possibilidade de ampliação da produção. A conclusão é de que a produção mundial de pescado por captura já se encontra no limite de sua capacidade máxima sustentável, não havendo, portanto, maiores perspectivas para o seu crescimento.

Ao longo da história, a utilização dos recursos vivos do mar no Brasil, como objeto da atividade pesqueira, tem ocorrido de forma desordenada e mal planejada, estando centrada, quase que exclusivamente, sobre os recursos costeiros. Como consequência, atualmente grande parte dos estoques pesqueiros marinhos encontra-se plenamente explorada ou em situação de evidente sobrepesca. Em função do declínio da produtividade, o setor pesqueiro vem enfrentando uma grave crise econômica e social. Além da precária condição de muitos estoques, que se encontram sob intenso esforço de pesca, métodos inadequados de manuseio, beneficiamento, conservação e transporte contribuem para reduzir drasticamente a qualidade do pescado. Isso ocorre tanto a bordo como ao longo do trajeto produtor-consumidor, elevando o índice de perdas e, conseqüentemente, agregando custos indesejáveis ao preço final do pescado. A insuficiência de dados estatísticos consistentes sobre a atividade pesqueira constitui outro grave problema para o país, dificultando sobremaneira o diagnóstico adequado do real estado dos estoques pesqueiros e do próprio processo de sua exploração. A produção pesqueira no Brasil apresentou crescimento vertiginoso a partir de 1967, em função de um intenso processo de industrialização promovido a reboque dos incentivos fiscais instituídos pelo Decreto-Lei nº 221 (BRASIL, 1967a). No início da década de 1980, a produção pesqueira do Brasil chegou a atingir valores próximos a 1 milhão de toneladas (971.537 t em 1985), declinando a partir de então para pouco mais de 600 mil t em 1990. Entre 2002 e 2004, a produção nacional de pescado voltou a oscilar em torno de 1 milhão de toneladas. O crescimento observado em anos recentes ocorreu particularmente em função do aumento da produção oriunda da pesca oceânica e de cultivo.

Apesar de possuir uma das maiores linhas de costa do mundo, com 8.500 km, e perto de 4,5 milhões de km² de zona econômica exclusiva, o Brasil produz apenas cerca de 510 mil toneladas pela pesca marítima, o que representa somente 0,5% da produção mundial. A principal causa para a baixa produção pesqueira nacional reside no fato de as condições oceanográficas na costa brasileira não favorecerem a ocorrência de processos de enriquecimento do ambiente marinho. Em relação às espécies oceânicas, como os atuns e afins, a produção nacional responde por cerca de apenas 7% do total produzido no Oceano Atlântico. Embora no que cabe à pesca costeira e de plataforma existam poucas perspectivas de aumento de produção, a posição ocupada pelo país no cenário da pesca oceânica não se justifica, já que ele encontra-se estrategicamente bem situado em relação às áreas de ocorrência das principais espécies oceânicas no Atlântico, com grande vantagem comparativa

em relação a outras nações com tradição pesqueira. O mesmo aplica-se à maricultura, na qual é marcante o contraste entre o potencial do país e o seu atual nível de produção.

Devido à deficiência tecnológica para cultivo em águas profundas, a maricultura no Brasil tem se desenvolvido em águas costeiras de pouca profundidade. O elevado grau de poluição e a degradação dos habitats costeiros comprometem a qualidade da água, o que pode, em decorrência, afetar severamente a sanidade dos organismos cultivados e sua produtividade, assim como a qualidade dos produtos do cultivo. Esse quadro se agrava na proximidade dos grandes centros urbanos, justamente onde há maior disponibilidade de infra-estrutura e de facilidades logísticas, fatores que são cruciais para a rentabilidade econômica da atividade. Os inúmeros conflitos de uso de áreas de cultivo se devem tanto à pouca disponibilidade dessas áreas, quanto ao fato de elas se situarem próximas de locais que abrigam ecossistemas frágeis, a exemplo de recifes e manguesais. Para reduzir esses conflitos com a sociedade em geral e com outros setores produtivos, faz-se necessária a criação de políticas públicas e de diretrizes claras e bem definidas, especialmente quanto aos espaços onde a atividade possa se desenvolver de forma ambientalmente sustentável.

Os problemas enfrentados pela pesca extrativa brasileira, por sua vez, incluem o sobre-dimensionamento dos meios de produção, a abundância relativamente baixa dos recursos pesqueiros marinhos em função da reduzida produtividade de nossas águas, a degradação ambiental dos ambientes costeiros em decorrência da ação antrópica, particularmente a poluição (urbana, agrícola e industrial) nas áreas mais próximas aos grandes centros urbanos, o esforço de pesca excessivo e concentrado sobre um pequeno grupo de recursos tradicionalmente pescados, a utilização de padrões de pesca inadequados e predatórios, e o baixo nível de conscientização do setor produtivo.

Em relação aos recursos pesqueiros de águas profundas no talude continental, os dados disponíveis confirmam que eles são, em geral, pouco produtivos, não apresentando níveis de biomassa suficientemente elevados para garantir a exploração industrial em larga escala. Apesar de relativamente reduzidos em termos de volume, contudo, esses recursos podem aportar uma importante contribuição ao setor pesqueiro nacional, particularmente em função do seu valor de mercado, normalmente bastante elevado.

A principal alternativa para o desenvolvimento do setor pesqueiro nacional, porém, excetuando-se a aquíicultura, reside certamente na pesca oceânica, voltada para a captura de atuns e peixes afins (espadarte, agulhões e tubarões), os quais apresentam uma série de vantagens comparativas em relação aos recursos costeiros, entre as quais se destaca o fato de o seu ciclo de vida ser completamente independente dos ecossistemas costeiros, já intensamente degradados. Uma vantagem adicional é

que, desde que adequadamente planejado, o desenvolvimento da pesca oceânica nacional poderia resultar na redução do esforço de pesca sobre os estoques costeiros, já sobre-explotados.

Vários são os entraves, porém, para o desenvolvimento da pesca profunda e oceânica no país, com destaque para a falta de mão-de-obra especializada, de tecnologia e de embarcações adequadas, as quais, devido ao seu elevado custo, encontram-se comumente muito além da capacidade de investimento das empresas de pesca brasileiras. Para que o Brasil consiga, portanto, ampliar a sua participação na pesca oceânica, precisará ampliar quotas de captura, consolidar uma frota pesqueira nacional, formar mão-de-obra especializada e gerar conhecimento científico e tecnológico sobre as espécies exploradas.

Em termos de infra-estrutura logística, há uma grande necessidade de um Instituto Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro (INPD), que deveria ser dotado de pelo menos duas embarcações modernas multi-específicas para o desenvolvimento de pesquisas sobre os recursos pesqueiros do Brasil. Além disso, é necessário o treinamento de pescadores, estudantes de Escolas Técnicas de Pesca e alunos dos 15 cursos de Engenharia de Pesca já existentes no país, assim como dos cursos afins, como Oceanografia e Biologia Marinha. O ensino técnico de nível médio deveria ser reforçado a partir da criação de novas unidades e do fortalecimento das já existentes, de forma a possibilitar o treinamento de mão-de-obra especializada para a pesca industrial, como patrões de pesca, motoristas, pescadores, geladores, etc.

Considerando-se que a disponibilidade de informações fidedignas sobre a realidade do setor pesqueiro nacional é condição essencial para um adequado planejamento e ordenamento da pesca, o controle estatístico da atividade pesqueira deveria ser substancialmente melhorado, por meio de uma rede de coletores nos principais pontos de desembarque, um controle mais efetivo do Sistema de Mapas de Bordo e o acompanhamento sistemático dos desembarques. Nesse sentido, seria de fundamental importância, também, a criação de um Banco Nacional de Dados Pesqueiros (BNDP) que agregasse todas as informações relativas às diferentes modalidades de pesca existentes no Brasil, principalmente no que se refere à estatística das capturas, ao cadastro da frota em operação, ao monitoramento por satélite dessa frota, ao embarque de observadores de bordo, à fiscalização, à legislação em vigor, etc.

Os órgãos governamentais gestores da pesca no Brasil têm sido incapazes de formular, estabelecer e aplicar uma política pesqueira capaz de conduzir os legítimos interesses do setor de forma satisfatória. Tal incapacidade decorre diretamente da estrutura institucional equivocada, com três órgãos federais responsáveis pela pesca no país – a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência

da República (Seap/PR), o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) –, não havendo sintonia nem coerência entre eles. A organização institucional deveria ser, assim, unificada em torno de um só órgão com a estrutura necessária à consecução de uma política pesqueira única para o país. Uma alternativa seria a elevação da atual Seap/PR ao *status* de Ministério de Aqüicultura e Pesca, com infra-estrutura para atender a todas as demandas da pesca e da maricultura, porém com orientação mais técnica e menos política, atuando em sinergia com os diversos ministérios que possuem interfaces com a atividade pesqueira como, por exemplo, os do Meio Ambiente, da Defesa (por intermédio da Secretaria da Cirm, órgão da Marinha), da Educação, da Ciência e Tecnologia, do Desenvolvimento, da Indústria e Comércio e das Relações Exteriores.

Por fim, o desenvolvimento do setor pesqueiro nacional deveria ser pautado por um Plano de Desenvolvimento Pesqueiro, como já houve em outras épocas no país, alicerçado num processo de articulação interministerial, não só em relação aos recursos vivos do mar, mas a todos os demais, incluindo os recursos não-vivos, o turismo, etc. Tal coordenação deveria caber à Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (Cirm), que já tem essa missão e essa prerrogativa institucional, sendo contudo necessário e urgente, para o pleno e adequado cumprimento de sua finalidade, que ela seja consideravelmente fortalecida política e estruturalmente.

Em relação à ciência e tecnologia marinhas (C&TM), que compreende tanto a pesquisa básica como a pesquisa aplicada, o estudo aponta direções para minimizar os impactos negativos do homem sobre os ambientes marinhos e dos oceanos e das regiões costeiras sobre a sociedade. Assim sendo, a atividade de pesquisa em C&TM está intrinsecamente ligada à criação de metodologias, veículos e instrumentos que possibilitem acesso eficiente, eficaz, rápido e de baixo custo ao meio ambiente marinho.

Conceitualmente, o capítulo de C&TM foi dividido em três conjuntos que interagem entre si, a saber: clima, ecossistemas marinhos e oceanografia operacional/tecnologia, que serão apresentados sucintamente a seguir.

De acordo com o *International Panel on Climate Change* (IPCC), a emissão de gases estufa por ações antrópicas provoca mudanças significativas na dinâmica da atmosfera, com fortes implicações socioeconômicas. Além disso, Peltier e Tushingham (1989) postulam que o nível global dos oceanos aumentou cerca de 2 mm por ano no século 20, taxa esta que, provavelmente, foi muito menor no milênio anterior. Entretanto, o quadro observacional para o oceano é muito esparsa e intermitente, com exceção da visão por satélite da superfície do mar. Por exemplo, não há dados para enormes áreas do Oceano Atlântico Sul e Equatorial.

Frente a esse quadro, e reconhecendo que é preciso avaliar o provável impacto das mudanças globais no Oceano Atlântico Sul e Equatorial, é imprescindível a formação de recursos humanos de alto nível, inclusive em instituições de pesquisa de ponta do exterior. Tendo em conta o enorme interesse científico da Oceanografia Física e das suas aplicações tecnológicas nos estudos sobre o clima, impõe-se que seja dada prioridade à formação de recursos humanos nessa área do conhecimento de forma a suprir a falta de especialistas devidamente qualificados em número suficiente para sanar deficiências com que o país ainda hoje se debate. Assim, faz-se necessário investir no rigoroso treinamento de pessoal, de forma a constituir um quadro que domine as modernas técnicas e os métodos de observação, análise e previsão oceanográfica.

No que tange aos ecossistemas marinhos, a ameaça representada pelas mudanças climáticas e pela perda da biodiversidade global fez com que a preocupação com a qualidade ambiental e a sustentabilidade dos recursos não-renováveis e renováveis, marinhos e terrestres, passasse a ocupar lugar de destaque na agenda de todos os setores da comunidade internacional. Órgãos governamentais, empresas privadas e sociedade civil organizada buscam parcerias multissetoriais para a solução desses conflitos em todas as esferas de decisão nacional e internacional.

Nesse contexto, a sociedade brasileira ainda não está suficientemente informada sobre o papel crucial do mar territorial em todos os aspectos de seu legado histórico e cultural e de seu arcabouço socioeconômico. Quase uma década após o "Relatório da Comissão Nacional Independente Sobre os Oceanos" (1998) ter descrito e avaliado o potencial marítimo brasileiro como fonte de recursos vivos e não-vivos, ainda há enormes lacunas no seu aproveitamento racional. Como é próprio da natureza marinha, essas lacunas precisam ser preenchidas com ações multidisciplinares, interministeriais e, obrigatoriamente, multissetoriais.

No que se refere à Oceanografia Operacional (OcOp), ela difere da pesquisa acadêmica – caracterizada pela coleta intermitente de dados para a realização de estudos científicos – pois requer a coleta contínua de informações e a sua disponibilização em curto espaço de tempo para tomadas de decisão. Além do mais, tais dados devem ser aplicados por meio de técnicas de assimilação em modelos numéricos de previsão oceânica, cujos resultados também devem ser disponibilizados para todo o público em ambiente aberto de rede.

Pode-se dizer que a OcOp caracteriza-se pela ênfase na preparação de equipamentos e sensores, nas suas calibrações, na instalação de equipamentos no mar e na coleta, na edição, no processamento e na interpretação rotineira de dados, com o intuito de: gerar descrição acurada do estado presente do mar, incluindo os recursos vivos; gerar continuamente prognósticos das condições futuras do

mar; e analisar dados paleoceanográficos, provendo descrição de estados passados e séries temporais mostrando tendências e mudanças.

Entretanto, para que se processem de forma sustentável, as atividades econômicas, de proteção ambiental, de pesquisa e de coleta de dados operacionais no mar exigem um forte apoio tecnológico. Nas últimas décadas a tecnologia submarina diretamente relacionada à exploração e à produção de petróleo e gás no mar progrediu rapidamente no país. Tal avanço permitiu consolidar na indústria do petróleo a imagem do Brasil como líder de produção em águas profundas.

Outra área da tecnologia marinha importante para o Brasil, no médio e longo prazos, é o desenvolvimento de instrumentos e veículos para monitoramento e medições. A implantação da Oceanografia Operacional sugerida neste documento, em consonância com a tendência internacional, requer o monitoramento – medições contínuas – dos processos costeiros e oceânicos, tal como as estações meteorológicas realizam rotineiramente com a atmosfera. Praticamente não há instrumentos autônomos para medições contínuas de parâmetros marinhos fabricados no Brasil. Considerando a demanda por esse tipo de instrumentação, por conta da extensão da costa e das águas jurisdicionais brasileiras, bem como as possibilidades de exportação para a América Latina, é possível que empresas nacionais encontrem nichos nesse mercado de alta tecnologia.

Diante da exposição até aqui realizada, e mais detalhadamente apresentada ao longo do capítulo, foram identificados os seguintes fatos portadores de futuro – que exigem providências de curto, médio e longo prazos – para a C&TM:

- Mudanças climáticas;
- Mudança no paradigma de exploração de recursos do mar;
- Ocupação e utilização impróprias da zona costeira;
- Expansão das atividades de exploração de óleo e gás na margem continental.

Para fazer frente a esses fatos portadores de futuro, foram propostos os seguintes projetos estruturantes para os horizontes temporais de curto (2007), médio (2015) e longo (2022 e 2027) prazos:

- Estabelecimento da Oceanografia Operacional, contemplando uma rede de monitoramento ambiental marinho, plataformas para coleta de dados e estruturação de banco de dados oceanográficos;
- Revitalização e conservação da zona costeira voltadas ao combate à poluição marinha, à erosão e ao assoreamento;
- Divulgação da Ciência e Tecnologia do Mar, aí se incluindo cursos de divulgação para alu-

nos de ensino médio, cursos para professores do ensino fundamental e médio voltados para a inclusão das ciências do mar nos currículos tradicionais, implantação de oceanários e divulgação das informações provenientes de programas e projetos de pesquisa por meio eletrônico;

- Estabelecimento de Parques Tecnológicos Marinhos, que compreendam atividades de maricultura *offshore*, fazendas de biotecnologia, extração de biodiesel da biomassa marinha e energia renovável.

Mas a implementação de tais projetos requer uma série de facilidades de infra-estrutura que ainda não existem no país. A coleta de dados deve ser contínua e expandida sempre que possível. A manutenção das estações autônomas fundeadas e das estações costeiras envolve tarefas que, apesar de rotineiras, precisam ser cumpridas em tempo hábil para que não haja perda de dados nem degradação da qualidade das informações.

A construção ou aquisição de navios oceanográficos, bem como sua manutenção e operação, é fundamental para que os projetos estruturantes sejam implementados. A administração, o gerenciamento e a operação dessas embarcações devem ser ágeis e eficientes, pois além de cruzeiros oceanográficos pré-agendados serão necessárias viagens emergenciais para a manutenção súbita ou a recuperação inesperada das estações autônomas fundeadas.

Em conformidade com uma política de coleta de dados *in situ*, deve haver garantia de futuras missões de satélites brasileiros que contemplem a necessidade de aquisição de dados oceânicos, com particular atenção para o monitoramento de eventos extremos que se desenvolvem no mar e afetam a zona costeira e a área continental adjacente.

A manutenção e a atualização sistemática e contínua dos laboratórios e dos equipamentos oceanográficos, com especial atenção à calibração de sensores e instrumentos – conferindo aos dados o padrão de confiabilidade exigido pelos projetos estruturantes –, é um forte requisito que necessita de infra-estrutura adequada e eficiente.

Ainda, a partir do aprimoramento da infra-estrutura existente e de outras que venham a ser criadas, deve-se buscar um sistema de informações oceanográficas que possa harmonizar os padrões de coleta e armazenamento de dados, além de disponibilizar as informações aos usuários de forma ágil e eficiente. Em outras palavras, deve ser implantado um sistema de aquisição, recepção, processamento, análise e disseminação de dados e produtos ambientais para as zonas costeira e oceânica de interesse nacional.

São necessários investimentos na infra-estrutura de centros de ensino e pesquisa em C&TM, visando ao desenvolvimento de tecnologias específicas para o aprimoramento e a expansão da habilidade em observar o oceano em diversas escalas espaciais e temporais. Os investimentos para suporte aos projetos estruturantes devem ser contínuos e aplicados com a máxima eficiência, evitando redundâncias e propiciando desenvolvimento regional harmônico nas diversas áreas geográficas do país.

Para atender a todos os aspectos de coordenação, gerenciamento, ampliação e manutenção da infra-estrutura e à operação de um sistema harmônico e nacional de C&TM, propõe-se a criação de uma organização para a administração oceânica.

Portanto, sugere-se a estruturação de um sistema nacional de C&TM que siga duas vertentes principais, a saber: interação e dispêndio racional de recursos. O primeiro modelo é baseado no conceito de redes de conhecimento. O segundo é fundamentado na operação de um centro nacional. Tais modelos não são excludentes e podem ser combinados, visando ao melhor aproveitamento dos dois conceitos a eles inerentes, interação e racionalização.

Reconhecendo, então, a capacitação já instalada no país, seja de infra-estrutura, seja laboratorial, seja de recursos humanos especializados, propõem-se as seguintes ações:

- Criação de uma Rede Nacional de Ciências e Tecnologia Marinha (RNCTM);
- Manutenção e melhoria da infra-estrutura laboratorial dos centros existentes;
- Criação de um Instituto Nacional de Oceanografia Operacional e Tecnologia Marinha.

Quando se considera que a C&TM é importante não apenas para o aproveitamento dos recursos marinhos, mas também para subsidiar programas e serviços com fortes vínculos socioeconômico-ambientais indiretamente relacionados ao uso sustentável dos recursos marinhos e à ocupação racional da zona costeira, tais ações tornam-se essenciais para a manutenção e a melhoria da qualidade de vida da população brasileira.

Lista de siglas e abreviaturas

Acas – Água central do Atlântico Sul

Afernod – Association Française pour l'Étude et la Recherche des Nodules

AL – Alagoas

A.M. – Alto mar

AM – Amazonas

AmassedS – Amazon Shelf sediment Study

AMRJ – Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro

ANA – Agência Nacional das Águas

AO – Avaliação operacional

Arim – Área(s) de relevante interesse para a mineração

art. – Artigo

Ater – Assistência Técnica e Extensão Rural

AUV – Autonomous underwater vehicle

AVHRR – Advanced very high resolution radiometer

BA – Bahia

BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

BNDO – Banco Nacional de Dados Oceanográficos

BNDP – Banco Nacional de Dados Pesqueiros

C&T – Ciência e tecnologia

C&TM – Ciência e tecnologia marinhas

Capes – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

Casnav – Centro de Análises de Sistemas Navais

C.E. – Comunidade Européia

CE – Ceará

CEA – Comissariado para Energia Atômica (França)

Ceco – Centro de Estudos Costeiros e Oceânicos

Cefets – Centros Federais de Ensino Tecnológico

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

Cenpes – Centro de Pesquisas da Petrobrás

Cerc – Coastal Engineering and Research Center

Cetem – Centro de Tecnologia Mineral

Cirm – Comissão Interministerial para os Recursos do Mar

Cites – Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagem em Perigo de Extinção

CLC – Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil por Danos Causados por Poluição por Óleo

CNC – Controle numérico computadorizado

CNCMB – Comitê Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves

CNUMD – Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear

CNEXO – Centro Nacional para a Exploração dos Oceanos (França)

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CNUMD – Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar

CNUMAD – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento

Codevasf – Companhia do Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do Vale do Parnaíba

COI – Comissão Oceanográfica Intergovernamental

Comemir – Continental margin environments and mineral resources

Comra – China Ocean Mineral Resources Research and Development Association

Conama – Conselho Nacional de Meio Ambiente

COPPE/UFRJ – Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro

CPG/Demersais – Comitê Consultivo Permanente de Gestão dos Recursos Demersais de Profundidade

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

CPUE – Captura por unidade de esforço

CTMSP – Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo

Czar – Coastal zone as a resource on its own right

DAS – Assessoramento Superior

DEN – Diretoria de Engenharia Naval

DGMM – Diretoria-Geral do Material da Marinha

DGN – Diretoria Geral de Navegação

DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

DOD – Department of Ocean Development

Dord – Deep ocean research and development

DPA – Departamento de Pesca e Aqüicultura

DPC – Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

EMA – Estado Maior da Armada

Enso – El Niño-Southern oscillation

EPA – Environment Protection Agency

EPS – Exopolissacarídeos

ES – Espírito Santo

EUA – Estados Unidos da América

FAO – Food and Agriculture Organization

FPSO – Floating production storage and offloading systems

Furg – Fundação Universidade Federal do Rio Grande

Geomar – Projeto de Geologia Marinha

Gerco – Programa de Gerenciamento Costeiro

Gloss-Brasil – Global Sea Level Observing System-Brasil

Goos – Global Ocean Observing System

Goos-Brasil – Global Ocean Observing System-Brasil

GPS – Global Positioning System

Ibama – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ICCAT – Convenção Internacional para a Conservação do Atum Atlântico

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IEAPM – Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira

Ifremer – Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

IFRPI – International Food Policy Research Institute

I.N. – Instrução Normativa

INPDP – Instituto Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro

Inpe – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IOC – Intergovernmental Oceanographic Committee

Iode – Sistema de Intercâmbio Internacional de Dados e Informações Oceanográficas

IOM – Interoceanmetal Joint Organization

Iousp – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

IPCC – International Panel on Climate Change

IPQM – Instituto de Pesquisas da Marinha

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Isba – International Seabed Authority

Jamstec – Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

KCON – Kennecott Consortium

KORDI – Korean Deep-sea Resources Research Center

LA – Licenciamento Ambiental

LabOceano – Laboratório de Tecnologia Oceânica

Lagemar – Laboratório de Geologia Marinha do Instituto de Geociências

Lamin – Laboratório de Análises Minerais

Leplac – Programa de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira

Lesta – Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário em Águas sob Jurisdição Nacional

LTS – Laboratório de Tecnologia Submarina

MA – Maranhão

Mapa – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Marmin Data Base – Marine Minerals Database

Marpol – Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios

MB – Marinha do Brasil

MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia

MEC – Ministério da Educação e Cultura

Mercosul – Mercado Comum do Sul

MET – Ministério do Esporte e Turismo

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME – Ministério de Minas e Energia

MMS – Marine Management Service

MNE – Ministério dos Negócios Econômicos (Bélgica)

MPOG – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão

MRE – Ministério das Relações Exteriores

MT – Mar Territorial

N – Norte

NAE – Núcleo de Assuntos Estratégicos

Nafta – North American Free Trade Administration

NE – Nordeste

Normam – Norma da Autoridade Marinha

Nuclemon – Nuclemon Mínero-Química Ltda.

OcOp – Oceanografia operacional

ODP – Ocean drilling project

OEА – Organização dos Estados Americanos

Oemas – Órgãos Estaduais de Meio Ambiente

OMA – Ocean Mining Associates

OMC – Organização Mundial do Comércio

OMCO – Ocean Minerals Company

OMI – Ocean Management Incorporated

ONU – Organização das Nações Unidas

OPRC – Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em caso de Poluição por Óleo

OSNLR – Ocean science in Relation to non-living resources

P&D – Pesquisa e desenvolvimento

PA – Pará

PB – Paraíba

PBDCT – Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

PC – Plataforma continental

PCB – Plataforma continental brasileira

PCJB – Plataforma continental jurídica brasileira

PE – Pernambuco

Peno – Programa de Engenharia Oceânica

pesca IUU – Pesca ilegal, não-reportada e não-regulada	Promar – Programa de Mentalidade Marítima	SGM – Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
Petrobras – Companhia de Petróleo Brasileiro S.A.	Pronabio – Programa Nacional da Diversidade Biológica	SIG – Sistema de Informações Geográficas
PGGM – Programa de Geologia e Geofísica Marinha	Pro-Trindade – Programa Trindade	Sisnama – Sistema Nacional do Meio Ambiente
PIB – Produto Interno Bruto	PSRM – Plano Setorial para os Recursos do Mar	SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação
Pirata – Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic	Recarcine – Rede de Carcinicultura do Nordeste	SP – São Paulo
PJB – Plataforma jurídica brasileira	Recos – Programa de Uso e Apropriação dos Recursos Costeiros	SPD – Sistema de posicionamento dinâmico
PLDMS – Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura	Remac – Projeto de Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira	SPF – Livres de patógenos específicos
PMN – Política Marítima Nacional	Remplac – Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira	SPR – Resistentes a patógenos específicos
PNCR – Plano Nacional de Controle de Resíduos	RMS – Rendimento máximo sustentável	SPU – Secretaria de Patrimônio da União
PNGC – Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro	Revimar – Avaliação do Potencial Sustentável e Monitoramento dos Recursos Vivos Marinhos	TBA – Tonelagem(ns) bruta(s) de arqueação
PNRM – Política Nacional para os Recursos do Mar	Revizee – Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos vivos na Zona Econômica Exclusiva	Tibrás – Titânio do Brasil S.A.
PNSAA – Programa Nacional de Sanidade de Animais Aquáticos	Rima – Relatório de Impacto Ambiental	TM – Tecnologia marinha
PPA – Plano Plurianual	RJ – Rio de Janeiro	TN/RL/GEN/79 – Trade negotiation relationship to group on rules
PPG-Mar – Programa de Consolidação e Ampliação dos Grupos de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciências do Mar	RMS – Rendimento máximo sustentável	TSM – Temperatura da superfície do mar
PR – Presidência da República	RN – Rio Grande do Norte	UCG – Underground coal gasification
Prad – Plano de Recuperação de Área Degradada	RNCTM – Rede Nacional de Ciências e Tecnologia Marinha	UE – União Européia
Proantar – Programa Antártico Brasileiro	ROV – Remotely operated vehicle	UFF – Universidade Federal Fluminense
Pro-Arquipélago – Programa Arquipélago São Pedro e São Paulo	RS – Rio Grande do Sul	UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Probordo – Programa Nacional de Observador de Bordo	S – Sul	UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Procap 1000 – Programa de Desenvolvimento Tecnológico de Sistemas de Produção em Águas Profundas	Samitri – Sociedade Anônima Mineração Trindade	Unesco – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
Procap 2000 – Programa de Inovação Tecnológica para Sistemas de Exploração em Águas Profundas	SAR – Radar de Abertura Sintética	USGS – United States Geological Survey
Procap 3000 – Programa Tecnológico da Petrobras em Sistemas de Exploração em Águas Ultraprofundas	SC – Santa Catarina	USP – Universidade de São Paulo
Proinfa – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica	SE – Sergipe	VPM – Valor da Produção Mineral Brasileira
	SE1 – Sudeste	WWF – World Wild Foundation
	Seap/PR – Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca da Presidência da República	ZC – Zona contígua
	Secirm – Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar	ZEE – Zona econômica exclusiva

Lista de símbolos

bar	unidade de pressão = 10 ⁶ bárias	km	quilômetro(s)	m.n.	milhas náuticas
cm	centímetro(s)	km²	quilômetro(s) quadrado(s)	MW	megawatt(s) = 10 ⁶ watts
CO₂	dióxido de carbono	l	litro(s)	P₂O₅	pentóxido de vanádio
g	grama(s)	lb	libra	%	porcentagem
h	hora(s)	m	metro(s)	ppm	parte por milhão
ha	hectare(s)	m²	metro(s) quadrado(s)	R\$	reais
H₂S	gás sulfídrico	m³	metro(s) cúbico(s)	SO₂	dióxido de enxofre
°C	grau(s) Celsius	min	minuto(s)	t	tonelada(s)
kg	quilograma(s)	mm	milímetro(s)	US\$	dólares norte-americanos

Lista de figuras

Figura 2.1 – Localização da zona econômica exclusiva e da plataforma continental jurídica brasileira. Os limites exteriores da plataforma continental além das 200 milhas náuticas foram submetidos à deliberação na ONU em 2004.	48
Figura 2.2 – Oceano Atlântico Sul e Equatorial, mostrando a localização das diferentes zonas econômicas exclusivas (linhas escuras) e a extensão da plataforma continental brasileira (linhas claras).	50
Figura 3.1 – Estrutura geral de uma rede de cooperação.	134
Figura 3.2 – Exemplo das Arim para o território nacional terrestre, que poderiam ser utilizadas para o território marítimo.	136
Figura 4.1 – Evolução da produção mundial de pescado por captura.	146
Figura 4.2 – Evolução da produção mundial de pescado por aquicultura, em águas continentais (gráfico superior) e marinhas (gráfico inferior).	147
Figura 4.3 – Evolução da participação percentual dos estoques pesqueiros mundiais que se encontram subexplotados ou moderadamente explotados (<i>underexploited + moderately exploited</i>), plenamente explotados (<i>fully exploited</i>), e sobreexplotados, exauridos ou em recuperação (<i>overexploited + depleted + recovering</i>).	148
Figura 4.4 – Evolução da produção nacional de pescado entre 1997 e 2005 pela pesca marinha, pela pesca continental e pela aquicultura.	153
Figura 4.5 – Evolução da balança comercial de pescado do Brasil entre 1996 e 2005.	157
Figura 4.6 – Evolução das exportações brasileiras de camarão marinho entre 1999 e 2005.	157
Figura 4.7 – Principais mercados importadores de produtos de pescado oriundos do Brasil em 2004 e 2005.	157
Figura 4.8 – Principais meios de transporte das exportações brasileiras de pescado em 2004 e 2005.	158
Figura 4.9 – Evolução das capturas nacionais de atuns e afins e do bonito listrado, incluindo a sua participação relativa no total capturado.	177
Figura 4.10 – Rendimento máximo sustentável, captura total no Oceano Atlântico e captura nacional das quatro principais espécies de atuns e afins.	177
Figura 4.11 – Evolução da produção nacional das albacoras laje, branca e bandolim, espadartes e tubarões entre 2000 e 2005.	179

Figura 4.12 – Evolução da produção brasileira de espadarte oriunda de embarcações nacionais e arrendadas (números em azul, no interior da figura, indicam os limites correspondentes às quotas conquistadas pelo país em 2002) entre 1999 e 2004.	180
Figura 4.13 – Variação da taxa de câmbio R\$ x US\$ entre janeiro de 2000 e julho de 2007.	182
Figura 4.14 – Variação do preço do petróleo entre 1997 e 2007.	183
Figura 4.15 – Variação do preço do espadarte fresco (<i>meka</i>) no mercado norte-americano (Mercado Fulton, de Nova York) entre 1991 e 2004.	183
Figura 4.16 – Evolução da produção nacional dos agulhões negro, branco e vela entre 2000 e 2005.	186
Figura 5.1 – Divisão conceitual das grandes áreas prioritárias de c&TM adotada neste documento.	217
Figura 5.2 – Variação do nível médio do mar em milímetros. Estimativas de Church et al. (2004, 2006) em cinza; Holgate e Woodworth (2004), em azul; e dados de altimetria em preto.	220
Figura 5.3 – Variação da temperatura média entre 1901 e 1998 (painel superior) e da precipitação anual (painel inferior) relativa à média climatológica de 1960 a 1990 (valores de 25°C e 1.780 mm, respectivamente).	221
Figura 5.4 – Mudanças na temperatura média de superfície, calculadas para o período 1960-2100. Média global (painel superior) e Brasil (painel inferior) para quatro cenários de emissões de gases estufa propostos pelo IPCC. As mudanças observadas até 1998 estão indicadas pelas curvas e barras em negrito.	222

Lista de quadros

Quadro 3.1 – Minerais de valor socioeconômico.	125
Quadro 3.2 – Minerais de valor político-estratégico.	125
Quadro 4.1 – Produção nacional de pescado oriundo da pesca extrativa e da aqüicultura, marinha e continental, por Estado da Federação, no ano de 2004.	154
Quadro 4.2 – Distribuição da frota pesqueira marinha e estuarina cadastrada, por tipo de propulsão e Estado da Federação, no ano de 2005.	155
Quadro 4.3 – Distribuição do número de fazendas e áreas cultivadas, com suas respectivas produções de camarão marinho, por Estado da Federação, em 2004.	156
Quadro 4.4 – Produção desembarcada de recursos demersais de profundidade nos Estados do Rio de Janeiro, de São Paulo, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul entre 2000 e 2005 (valores em toneladas).	171
Quadro 4.5 – Efeitos do aquecimento sobre os ambientes marinhos e costeiros (horizonte temporal de aproximadamente cem anos)	212
Quadro 4.6 – Indicadores a serem utilizados no processo contínuo de avaliação e quantificação da eficácia da proposta.	215
Quadro 5.1 – Escalas espaciais e temporais dos principais processos oceânicos.	255

Sumário

SUMÁRIO EXECUTIVO	5
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	19
LISTA DE SÍMBOLOS	23
LISTA DE FIGURAS	25
LISTA DE QUADROS	27
APRESENTAÇÃO	35
1. INTRODUÇÃO	37
2. O ARCABOUÇO LEGAL RELATIVO AOS RECURSOS DO MAR	41
2.1. O arcabouço legal internacional	41
2.1.1. Definição dos espaços geográficos	41
2.1.1.1. Mar Territorial e Zona Contígua	42
2.1.1.2. Zona Econômica Exclusiva	42
2.1.1.3. Plataforma Continental	43
2.1.1.4. Área internacional dos oceanos	45
2.1.1.4.1. Alto mar	45
2.1.1.4.2. Área e autoridade internacional dos fundos marinhos	45
2.1.1.5. O espaço marinho brasileiro	48
2.1.2. Implicações do arcabouço legal internacional para a exploração dos recursos não-vivos do mar	49
2.1.2.1. Proteção e preservação do ambiente marinho e a exploração de recursos minerais	50
2.1.3. Legislação internacional relacionada aos recursos vivos do mar (pesca e aquicultura)	51
2.2. O arcabouço legal nacional	53
2.2.1. Política nacional para os recursos do mar	53
2.2.2. Plano setorial para os recursos do mar	54
2.2.3. Zona costeira	55
2.2.4. Implicações do arcabouço legal nacional para a exploração dos recursos não-vivos do mar	55
2.2.4.1. Aspectos legais para a pesquisa e a lavra mineral no mar territorial, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva	55
2.2.4.1.1. Constituição Federal	56

2.2.4.1.2. Legislação mineral	57
2.2.4.1.3. Legislação ambiental	60
2.2.4.1.4. Autoridade Marítima Nacional	62
2.2.4.2. Aspectos legais para a pesquisa e a lavra mineral no mar em outros países	63
2.2.4.3. Sugestões para a legislação brasileira	70
2.2.5. Legislação nacional relacionada aos recursos vivos (pesca e aqüicultura)	71
2.2.5.1. Legislação relativa à pesca	71
2.2.5.2. Legislação relativa à aqüicultura	73
3. RECURSOS NÃO-VIVOS DA PLATAFORMA CONTINENTAL BRASILEIRA E ÁREAS OCEÂNICAS ADJACENTES	77
3.1. Introdução	77
3.2. Recursos minerais de valor político-estratégico	82
3.2.1. Recursos minerais da parte internacional dos oceanos	83
3.2.1.1. Nódulos polimetálicos	83
3.2.1.2. Crostas cobaltíferas	85
3.2.1.3. Sulfetos polimetálicos	85
3.2.2. Início das atividades de prospecção de nódulos polimetálicos do leito marinho	86
3.2.3. A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar e o acordo de implementação da Parte XI da Convenção	87
3.2.4. Situação econômica e jurídica das empresas de mineração	89
3.2.5. Interesse político-estratégico dos recursos minerais da área	90
3.2.6. Áreas de interesse de pesquisa mineral para o Brasil no Atlântico Sul e Equatorial	91
3.3. Recursos minerais de valor socioeconômico	92
3.3.1. Granulados siliciclásticos (areias e cascalhos)	94
3.3.2. Granulados bioclásticos (sedimentos calcários)	96
3.3.3. Depósitos de pláceres (ilmenita, rutilo, monazita, zirconita, ouro e diamante)	98
3.3.4. Fosfato	100
3.3.5. Evaporitos	102
3.3.6. Enxofre	104
3.3.7. Carvão	105
3.3.8. Hidratos de gás	106
3.3.9. Outras ocorrências	108
3.3.10. Zona Costeira como um Recurso em si	109
3.3.11. Impacto socioeconômico dos recursos minerais da PCB	112
3.4. Tecnologia marinha	113

3.4.1. Pesquisa mineral	113
3.4.2. Lavra	113
3.4.3. Desenvolvimento tecnológico marinho no Brasil	116
3.4.4. Laboratório de Tecnologia Submarina	117
3.4.5. Centro de Pesquisas da Petrobras	118
3.4.6. Marinha do Brasil	120
3.4.7. Centro de Tecnologia Mineral	121
3.4.8. Áreas de inovação e desenvolvimento científico e tecnológico	122
3.5. Estabelecendo uma agenda de prioridades	123
3.5.1. Recursos prioritários	123
3.5.2. Áreas prioritárias	125
3.5.3. Associação com outros tipos de recursos naturais	127
3.5.4. Vulnerabilidade ambiental e sustentabilidade da exploração dos recursos minerais do ambiente marinho costeiro	128
3.5.5. Estruturas institucionais e capacidade instalada no país	131
3.5.6. Principais obstáculos para o desenvolvimento sustentável	134
3.5.7. Questões estruturantes em relação à dimensão territorial	136
3.5.8. Fatos portadores de futuro	137
3.5.9. Projetos estruturantes	138
3.5.10. Horizontes temporais	139
3.6. Comentários conclusivos	143
4. RECURSOS VIVOS	145
4.1. Introdução	145
4.2. Identificação dos obstáculos ao desenvolvimento sustentável e suas possíveis soluções	158
4.2.1. Zonas Costeira e Estuarina/ Plataforma Continental	158
4.2.1.1. Desenvolvimento sustentável da aquicultura em águas marinhas, estuarinas e costeiras	158
4.2.1.2. Desenvolvimento sustentável da pesca marítima, estuarina e costeira	165
4.2.2. Talude continental/ águas profundas: desenvolvimento sustentável da pesca em águas profundas do talude continental	170
4.2.3. Zona oceânica e alto-mar: desenvolvimento sustentável da pesca oceânica	176
4.3. Identificação das linhas de pesquisa prioritárias	187
4.3.1. Pesquisas voltadas ao desenvolvimento sustentável da aquicultura em águas marinhas, estuarinas e costeiras	187
4.3.2. Pesquisas voltadas ao desenvolvimento sustentável da pesca marítima	190

4.4. Infra-estrutura e informação	193
4.5. Questões estruturantes em relação à dimensão do território	195
4.6. Potencial do setor pesqueiro para reduzir as desigualdades regionais e promover a desconcentração/ interiorização do processo de desenvolvimento	198
4.7. Estrutura institucional	199
4.8. Horizonte temporal	201
4.9. Fatos portadores de futuro	209
4.10. Indicadores de efetividade das estratégias propostas para o desenvolvimento sustentável da pesca e da aquicultura no país	214
5. CIÊNCIA E TECNOLOGIA	217
5.1. Introdução	217
5.2. Clima	218
5.2.1. Introdução	218
5.2.2. Mudanças climáticas e aumento do nível do mar	220
5.2.3. Observações recentes de tendências climáticas de temperatura e precipitação no Brasil	221
5.2.4. Mudanças futuras de temperatura e precipitação no Brasil	221
5.2.5. Ações prioritárias para a exploração racional e sustentável de recursos marinhos de interesse socioeconômico e estratégico do Atlântico Sul e Equatorial	222
5.2.6. Desafios futuros	225
5.3. Ecossistemas marinhos	226
5.3.1. Introdução	226
5.3.2. Classificação da plataforma continental brasileira e dos recursos marinhos	227
5.3.3. Ações governamentais	229
5.3.3.1. Marinha do Brasil	232
5.3.3.2. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar	234
5.3.4. O potencial socioeconômico do mar brasileiro	235
5.3.5. Aproveitamento dos recursos marinhos com tecnologias inovadoras	237
5.3.5.1. Organização do espaço aquático marinho	237
5.3.5.2. Monitoramento ambiental	238
5.3.5.3. Ressurgências artificiais	239
5.3.5.4. Tecnologia ROV	240
5.3.5.5. Biotecnologia marinha	240
5.3.5.6. Oceanários educativos	241
5.3.5.7. Geração artificial de ondas	242

5.3.6. Impactos antrópicos	242
5.3.7. Aspectos geológicos	245
5.3.8. Discussão	251
5.4. Oceanografia operacional	252
5.4.1. Desenvolvimento de modelos matemáticos numéricos regionais	253
5.4.2. Importância das observações para a oceanografia operacional	254
5.5. Tecnologia marinha	258
5.5.1. Considerações preliminares	259
5.5.2. Instituições internacionais tomadas como referência	261
5.5.2.1. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer)	261
5.5.2.2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (Jamstec)	263
5.5.3. Infra-estrutura para pesquisas em tecnologia marinha no Brasil	263
5.5.3.1. Robótica submarina	264
5.5.3.2. Tanques oceânicos e de provas	264
5.5.3.3. Câmaras hiperbáricas	264
5.5.3.4. Desenvolvimento e calibração de instrumentos oceanográficos	265
5.5.3.5. Navios e embarcações de pesquisa	266
5.6. Fatos portadores de futuro	266
5.6.1. Mudanças climáticas	266
5.6.1.1. Elevação da temperatura superficial do mar	266
5.6.1.2. Elevação do nível médio do mar	267
5.6.2. Mudança no paradigma de exploração de recursos do mar	267
5.6.3. Ocupação e utilização impróprias da Zona Costeira	267
5.6.4. Expansão das atividades da exploração de óleo e gás na margem continental	268
5.7. Projetos estruturantes e horizontes temporais	268
5.7.1. Estabelecimento da oceanografia operacional	268
5.7.1.1. Rede de monitoramento ambiental marinho	269
5.7.1.1.1. Estações costeiras – 2015	269
5.7.1.1.2. Rede de estações autônomas fundeadas – 2015 a 2022	270
5.7.1.1.3. Rede de derivadores – 2015	271
5.7.1.2. Plataformas para coleta de dados	272
5.7.1.2.1. Frota de navios de pesquisa – 2015	272
5.7.1.2.2. Satélites oceanográficos brasileiros – 2022 a 2027	273
5.7.1.3. Estruturação de banco de dados oceanográficos – 2015	274
5.7.2. Revitalização e conservação da Zona Costeira	275
5.7.2.1. Poluição marinha – 2015	275
5.7.2.2. Erosão e assoreamento – 2015	275
5.7.3. Divulgação da ciência e tecnologia do mar	277

5.7.3.1. Cursos de divulgação para alunos de ensino médio – 2015	277
5.7.3.2. Cursos para professores do ensino fundamental e médio voltados para a inclusão das ciências do mar nos currículos tradicionais – 2015	277
5.7.3.3. Oceanários – 2015 a 2022	278
5.7.3.4. Divulgação das informações provenientes de programas e projetos de pesquisa por meio eletrônico – 2015	278
5.7.4. Estabelecimento de parques tecnológicos marinhos	278
5.7.4.1. Maricultura offshore – 2015 a 2022	278
5.7.4.2. Fazendas de biotecnologia – 2015 a 2022	279
5.7.4.3. Extração de biodiesel da biomassa marinha – 2015 a 2022	279
5.7.4.4. Energia renovável – 2015 a 2022	279
5.8. Estrutura institucional	280
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	283
APÊNDICE 1	291
Consulta	293
APÊNDICE 2	297
Questionário recursos vivos	299
REFERÊNCIAS	303
BIOGRAFIA DOS COORDENADORES E CONSULTORES	317
LISTA DE PARTICIPANTES DO WORKSHOP MAR E AMBIENTES COSTEIROS	323



Apresentação

O presente estudo sobre o Espaço Marítimo Brasileiro, seus recursos naturais e ecossistemas foi empreendido em 2007 pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e o então Núcleo de Estudos Estratégicos (NAE) da Presidência da República, com o objetivo de estabelecer uma agenda de prioridades em ciência, tecnologia e inovação, com visão de futuro, em médio e longo prazos, que contribua para a ocupação efetiva dessa área marítima e para a ampliação da presença brasileira no Atlântico Sul e Equatorial. Sugere, igualmente, ações que contribuam para a superação de dificuldades estruturais e para o aproveitamento de todas as potencialidades que oferecem os cerca de 4,5 milhões de Km² de mar jurisdicional brasileiro, projetados sobre o Atlântico Sul e Equatorial.

O trabalho se desenvolveu com a direta participação de três consultores de reconhecida competência nas áreas das Oceanografias Física, Biológica e Geológica, e com a mobilização em workshops de mais de meia centena de outros especialistas ligados a inúmeras instituições engajadas em pesquisa no mar, localizadas em diversas regiões geográficas do Brasil. Uma equipe técnica deste Centro participou desse esforço, e o estudo se valeu ainda de consulta estruturada dirigida a especialistas.

Em face ao evidente valor geopolítico desse espaço marítimo, este documento o aborda segundo os planos regional, nacional e internacional, e explora entre outros temas capitais o arcabouço legal internacional, com base na definição dos espaços geográficos marinhos, segundo a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar; os recursos vivos e não-vivos da Plataforma Continental Brasileira, e o estado da arte da ciência e da tecnologia no mar.

Espera-se que o estudo em causa venha se desdobrar em outros, sobre temas mais específicos dos assuntos do mar, e inspire os tomadores de decisão, a comunidade científica e a sociedade civil quanto a uma reflexão permanente sobre a importância presente e futura do mar para o Brasil. Suas conclusões ensejam também a expectativa de que venham a estimular iniciativas concretas, em especial no campo das políticas públicas, da formação da mentalidade marítima e do desenvolvimento em C,T&I, com vistas a habilitar o país ao aproveitamento econômico sustentável dos muitos recursos naturais que o mar sob jurisdição brasileira encerra em todas as suas dimensões.

Lucia Carvalho Pinto de Melo
Presidenta do CGEE



1. Introdução

O Brasil possui cerca de 8,5 mil km de litoral e pode chegar a ter controle jurisdicional sobre uma área marinha de 4,5 milhões de km², ou mais da metade da área do seu território emerso, que é de 8,5 milhões de km². Assim, o componente mar e ambientes costeiros deve necessariamente ser parte integrante de qualquer estudo que envolva a dimensão territorial brasileira e o aproveitamento sustentável de seus recursos naturais.

Os oceanos cobrem cerca de 71% da superfície da Terra e contêm ecossistemas primordiais para a vida no planeta. Constituem-se, ainda, em fonte muito rica e diversificada de recursos vivos e não-vivos, fornecendo – direta e indiretamente – proteínas para a alimentação humana e ampla gama de minerais. Além disso, exercem papel preponderante no equilíbrio climático do planeta, transportando calor das regiões equatoriais para as temperadas por meio dos movimentos das massas de água, afetando diretamente o clima da Terra.

Três das cinco maiores cidades brasileiras são litorâneas, e São Paulo, a maior cidade do país, encontra-se a menos de 80 km do mar. Mais da metade da população brasileira vive a menos de 200 km da costa. Conseqüentemente, a interação entre o homem e o mar no território nacional proporciona grande número de oportunidades econômicas, sociais e de integração. As características geográficas e de ocupação territorial conferem ao Brasil uma posição estratégica privilegiada em termos de uso sustentável dos recursos do mar, incluindo não só a pesca, o transporte, o lazer e a segurança, mas também a exploração mineral.

Todavia, para que a exploração seja sustentável, é indispensável o conhecimento dos processos oceânicos e dos recursos marinhos, o que só pode ser atingido por intermédio da pesquisa científica e tecnológica. São igualmente importantes a formação de pessoal e a divulgação desse conhecimento nos mais diferentes âmbitos da sociedade, a fim de promover o desenvolvimento e a consolidação de uma consciência ambiental sobre o uso do mar e de seus recursos.

O presente trabalho, foi elaborado por um conjunto de consultores, sob a supervisão do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), atendendo a uma demanda do Núcleo de Assuntos Estratégicos (NAE) da Presidência da República (PR).

O objetivo geral do estudo é o estabelecimento de uma agenda de prioridades com visão de curto, médio e longo prazos que contribua para a ocupação efetiva do mar brasileiro e a ampliação da

presença brasileira no Oceano Atlântico Sul e Equatorial, de forma racional e sustentável, nos planos internacional, nacional e regional. Esta agenda de prioridades visa a:

- Orientar o estabelecimento de estratégias governamentais relativas ao desenvolvimento científico e à exploração sustentável dos recursos naturais marinhos encontrados em áreas de grande interesse para o Brasil;
- Indicar áreas nas quais o Brasil necessita adquirir conhecimentos científicos e tecnológicos para a pesquisa e exploração dos recursos naturais marinhos, reforçando a sua inserção no cenário internacional;
- Propor formas de aproximação entre os setores público, acadêmico e empresarial do país e estimular projetos nacionais que utilizem ciência, tecnologia e inovação como ferramentas para o desenvolvimento nas áreas marinhas e oceânicas;
- Incentivar pesquisas científicas e tecnológicas voltadas ao conhecimento e ao aproveitamento sustentável dos recursos naturais marinhos da plataforma continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes;
- Incentivar pesquisas científicas e tecnológicas para implementação da oceanografia operacional e para elucidar o papel do Oceano Atlântico no clima do Brasil;
- Induzir a criação de núcleos de atividades e promover o aproveitamento de recursos da plataforma continental jurídica brasileira e das áreas oceânicas adjacentes;
- Discutir aspectos relacionados à sustentabilidade ambiental e ao arcabouço legal de atividades de exploração dos recursos naturais marinhos.

Os horizontes temporais propostos neste estudo estão em consonância com o Projeto Brasil 3 Tempos (Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 2004), segundo o qual os objetivos nacionais estratégicos seriam implementados progressivamente a partir de instrumentos interativos entre o governo e a Nação, com metas estabelecidas para três marcos temporais: o ano de 2007, marcado pelo início de um novo governo; 2015, ano no qual o Brasil deverá ter cumprido as Metas do Milênio estabelecidas pela ONU; e 2022, quando o país comemorará 200 anos de independência, com a expectativa de um contexto de bem-estar social e desenvolvimento econômico máximo possível. A meta de 2027, por fim, foi estabelecida tendo em vista que 20 anos é o tempo médio em que as atividades de desenvolvimento dos recursos naturais marinhos, incluindo a formação de recursos humanos, o desenvolvimento de infra-estrutura, a pesquisa aplicada, o desenvolvimento tecnológico e a exploração, necessitam para se tornar realidade.

Este estudo também apresenta várias dimensões, em consonância com o Projeto Brasil 3 Tempos. A dimensão econômica, tendo como destaques o crescimento sustentável, a geração de empregos



e renda, a conquista de novos mercados internacionais e a redução da vulnerabilidade externa; a territorial, que visa a buscar a diminuição das disparidades regionais, o desenvolvimento harmônico nacional, a integração regional e a soberania nacional; a do Conhecimento, que objetiva principalmente a educação de qualidade e a ampliação da capacidade de geração do conhecimento científico, tecnológico e de inovação; e a Ambiental, que inclui a preservação do meio ambiente, a ampliação da proteção dos ecossistemas marinhos e o uso sustentável dos recursos biológicos, minerais e energéticos, entre outros.

A metodologia de trabalho adotada para elaborar o presente estudo englobou três etapas principais, a saber:

Primeira Etapa: Levantamento e análise de informações, realizada por intermédio da redação de notas técnicas por especialistas de diferentes áreas e consultas a representantes das comunidades científica, empresarial e governamental sobre a capacidade instalada do país para realizar a exploração de recursos marinhos no Atlântico Sul e Equatorial e sobre as necessidades e oportunidades de inovação e desenvolvimento científico e tecnológico voltados ao aproveitamento desses recursos comparativamente a outros países (Apêndices 1 e 2). Além dos recursos marinhos propriamente ditos, aspectos relacionados à influência do Atlântico Sul e Equatorial sobre o clima do Brasil, aos ecossistemas marinhos e à tecnologia marinha foram também abordados nesta etapa. Este levantamento incluiu informações, entre outras coisas, sobre áreas geográficas promissoras, vulneráveis ou prioritárias para o desenvolvimento científico e tecnológico ou para a exploração de recursos naturais marinhos. O levantamento também incluiu informações sobre os aspectos legais internacionais e nacionais relacionados ao aproveitamento dos recursos naturais marinhos.

Segunda Etapa: Discussão, consolidação de informações e estabelecimento de uma agenda de prioridades, incluindo propostas de soluções de curto, médio e longo prazo para promover a inovação e o desenvolvimento científico e tecnológico voltados tanto para a exploração racional e sustentável dos recursos marinhos identificados como prioritários encontrados em áreas de grande interesse político e estratégico para o Brasil, como para o papel do Atlântico Sul e Equatorial no clima do país e para a preservação dos ecossistemas oceânicos e costeiros. Esta etapa foi realizada por meio de uma oficina de trabalho com representantes das comunidades científica, empresarial e governamental, tendo contado com a presença de especialistas de várias áreas do conhecimento e de atividades.

Terceira Etapa: Elaboração do documento final, de abrangência multidisciplinar, que consolida os resultados alcançados nas etapas anteriores.

Este documento está dividido em seis segmentos principais, iniciando pela presente Introdução (Capítulo 1) e encerrando com as Considerações Finais (Capítulo 6). O Capítulo 2 apresenta um arcabouço legal internacional e nacional relacionado ao mar e a ambientes costeiros, incluindo o aproveitamento de recursos naturais marinhos. O Capítulo 3 apresenta os principais recursos minerais conhecidos no espaço marinho brasileiro e discute sua importância socioeconômica e político-estratégica. O Capítulo 4 contém a descrição dos recursos vivos e propostas para o seu aproveitamento sustentável. O Capítulo 5 apresenta as atividades de ciência e tecnologia necessárias para assegurar a presença no Atlântico Sul e Equatorial e o aproveitamento sustentável dos recursos marinhos de interesse para o Brasil nesse oceano. Discute também a importância do Oceano Atlântico para o clima do Brasil, estratégias para a preservação dos ecossistemas marinhos, o desenvolvimento da tecnologia marinha e formas operacionais de implementação das ciências do mar.



2. O arcabouço legal relativo aos recursos do mar

2.1. O arcabouço legal internacional

2.1.1. Definição dos espaços geográficos

A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1982 (ONU, 1982) – denominada Convenção neste texto – é resultado de nove anos de negociações entre mais de uma centena de países, e foi instituída durante a III Conferência das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, realizada em Montego Bay (Jamaica) em dezembro de 1982. Entretanto, só entrou em vigor em julho de 1994, após um longo debate entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento. As principais questões que pautaram esse embate estavam ligadas à exploração dos recursos minerais marinhos. Alguns dos direitos e deveres atribuídos aos Estados-Parte da Convenção são decorrentes dos direitos consuetudinários, já consolidados pelos usos e costumes da navegação internacional; outros, que foram incorporados, adotaram regras internacionais já consolidadas, como a proteção da diversidade biológica.

A Convenção (ONU, 1982) define um quadro detalhado de regulamentação dos espaços oceânicos, dos limites da jurisdição nacional, do acesso aos mares, da navegação, da proteção e preservação do ambiente marinho, da exploração e conservação dos recursos biológicos, da investigação científica marinha, da exploração dos recursos minerais dos fundos oceânicos e de outros recursos não-biológicos, além da solução de controvérsias: estabelece direitos e deveres sobre as zonas dos oceanos e regulamenta todas as atividades a elas relacionadas. Segundo a Convenção, o Estado costeiro tem direito a um mar territorial (MT), a uma zona contígua (ZC), a uma zona econômica exclusiva (ZEE) e a uma plataforma continental (PC) – se esta existir –, as quais são regidas por direitos e jurisdições específicas. A Convenção também assegura que todos os Estados têm direitos e deveres no que concerne à exploração dos recursos naturais do leito marinho e do alto mar (A.M.) situado além dos limites das jurisdições nacionais.

Os limites das jurisdições nacional e internacional foram especificados nas delimitações de espaços marinhos, cada qual com diferentes graus de soberania:

Nas áreas de jurisdição nacional:

- o mar territorial;
- a zona contígua;
- a zona econômica exclusiva;
- a plataforma continental.

Nas áreas de jurisdição internacional:

- o alto mar;
- a zona internacional do leito marinho, denominada Área.

2.1.1.1. Mar Territorial e Zona Contígua

Todos os Estados costeiros têm direito a um mar territorial, que não pode exceder 12 milhas marítimas a partir das linhas de base¹. Com algumas exceções relacionadas à navegação de passagem inofensiva, o Estado costeiro exerce soberania sobre seu mar territorial, suas águas, seu leito e subsolo – incluindo o espaço aéreo sobrejacente –, com direitos exclusivos sobre seus recursos vivos e não-vivos.

Como medida de proteção ao seu território, o Estado costeiro pode estabelecer uma zona contígua que não se estenda além de 24 milhas marítimas das linhas de base a partir das quais o MT é medido. O Estado não exerce soberania sobre essa região, mas deve fiscalizá-la para evitar e reprimir infrações às normas sanitárias, fiscais, de imigração e outras vigentes em seu território.

Na verdade, essa zona contígua sobrepõe-se à ZEE e, com isso, acumula os direitos e as obrigações de cada uma delas, que não são excludentes, pois, muito ao contrário, complementam-se.

2.1.1.2. Zona Econômica Exclusiva

Além do mar territorial, os Estados devem estabelecer uma ZEE que não se estenda além de 200 milhas marítimas das linhas de base a partir das quais a largura do mar territorial é medida. Embora o Estado costeiro não tenha jurisdição absoluta sobre a zona econômica, ele tem direitos de soberania exclusivos para a exploração e o aproveitamento, a gestão e a conservação dos recursos marinhos vivos ou não-vivos das águas sobrejacentes ao leito do mar, do leito do mar e de seu subsolo. O Es-

1. A linha de base é a marca mais baixa deixada pela água ao longo da linha da costa. Para facilitar o traçado da linha nos locais em que a costa apresenta recortes naturais profundos, adota-se o método das linhas de base retas, ligando pontos de coordenadas geodésicas estabelecidos ao longo da costa: esse procedimento reduz as reentrâncias do litoral.



tado costeiro também exerce jurisdição sobre as investigações científicas marinhas, a colocação e utilização de ilhas artificiais, as instalações e estruturas e a proteção e preservação do ambiente marinho. A navegação e o sobrevôo – bem como outros usos internacionalmente lícitos – são inteiramente livres para todos.

Nas disposições relativas à ZEE, a Convenção (ONU, 1982) apresenta sugestões e indicativos sobre gestão e conservação dos recursos vivos, mas não se atém à pesquisa e ao aproveitamento dos recursos minerais marinhos: limita-se a estabelecer a soberania dos Estados costeiros sobre tais recursos. Ainda assim, é importante ressaltar que a Convenção estabelece a necessidade de o Estado costeiro conhecer os direitos e os deveres dos outros Estados, até mesmo para evitar confrontos desnecessários e incabíveis.

Os direitos da ZEE devem ser exercidos em conformidade com o que estabelece a Convenção para a Plataforma Continental, mesmo porque, em boa medida, as áreas da ZEE e da plataforma continental se sobrepõem (ONU, 1982).

2.1.1.3. Plataforma Continental

A plataforma continental é o prolongamento submerso de massa terrestre constituída pelo seu leito, subsolo, talude e elevação continental. Não compreende nem os grandes fundos oceânicos, com as cristas oceânicas, nem o subsolo. A Convenção (ONU, 1982) considera plataforma continental a área que se estende além do mar territorial do Estado costeiro em toda a extensão do prolongamento natural do seu território terrestre até a borda exterior, entendida como a sua margem continental.

Quando a plataforma continental geológica se estende além das 200 milhas marítimas, a Convenção preconiza certos critérios para o estabelecimento dos limites externos, a saber: 350 milhas marítimas das linhas de base, ou 100 milhas marítimas da isóbata de 2.500 m de profundidade. Nesses casos, a plataforma passa a ser denominada “plataforma continental jurídica” (ONU, 1982).

Entendendo a plataforma continental como uma extensão submersa do território, a Convenção reconhece direitos de soberania do Estado costeiro para fins de exploração e aproveitamento dos recursos marinhos nela existentes. Entretanto essa soberania não é plena, pois não inclui as águas marinhas e o espaço aéreo sobrejacente, restringindo-se aos recursos minerais e a outros recursos não-vivos do leito e do subsolo, além dos organismos vivos pertencentes a espécies sedentárias, isto é, organismos que em estágio coletor são imóveis ou incapazes de se locomover, exceto por constante contato físico com o leito ou o subsolo (ONU, 1982).

De acordo com os direitos de soberania, se o Estado costeiro não explorar e aproveitar os recursos minerais da plataforma continental, ninguém mais poderá fazê-lo sem o seu expresso consentimento.

Apesar da exclusividade sobre esses recursos, as atividades na plataforma continental, bem como na ZEE, devem se dar segundo a política ambiental da Convenção de proteção e preservação do ambiente marinho. O Estado deve adotar leis e regulamentações não menos efetivas do que as regras internacionais de práticas e procedimentos recomendados para prevenir, reduzir e controlar a poluição das atividades de exploração e aproveitamento dos recursos marinhos, e também de instalações, estruturas e ilhas artificiais sob sua jurisdição (ONU, 1982).

Os termos da investigação científica marinha não foram definidos na Convenção, mas esta especifica que sua realização na ZEE e na plataforma continental deve ser conduzida com o consentimento do Estado costeiro. Isso significa que o Estado costeiro pode permitir projetos científicos marinhos de outros Estados ou de competência de organizações internacionais, desde que pautados por propósitos pacíficos e voltados ao aumento do conhecimento científico sobre ambientes marinhos de forma a beneficiar toda a humanidade. O Estado costeiro deve estabelecer regras e procedimentos que assegurem que essa concessão não seja retardada ou negada sem razão.

O Estado costeiro pode, segundo seu próprio discernimento, negar esse consentimento se o projeto: (a) for de significância direta para a exploração e o aproveitamento dos recursos naturais, vivos ou não-vivos; (b) envolver perfuração na plataforma continental, uso de explosivos ou introdução de substâncias prejudiciais ao ambiente marinho; (c) implicar a construção, a operação ou o uso de ilhas artificiais, instalações e estruturas (ONU, 1982).

Embora em sua Parte VI a Convenção deixe claro que o Estado costeiro exerce direitos de soberania sobre a exploração e o aproveitamento dos recursos naturais em sua plataforma continental – e que ninguém pode empreender tais atividades sem seu expresso consentimento –, a Parte XIII do mesmo documento define que, além dos limites da ZEE da plataforma continental jurídica, o Estado costeiro não poderá exercer o poder discricionário de recusar consentimento para projetos de pesquisa que influenciem a exploração e o aproveitamento dos recursos marinhos. Isso não se aplica àquelas áreas nas quais o Estado costeiro esteja desenvolvendo – ou venha a fazê-lo – ações destinadas ao aproveitamento e à exploração dos recursos naturais (ONU, 1982). Daí a enorme importância de definir os principais recursos e áreas de interesse nacional, possibilitando o exercício dos direitos soberanos do país sobre eles.



2.1.1.4. Área internacional dos oceanos

Para as áreas internacionais dos oceanos, que excedem os limites da soberania nacional²: a Convenção estabelece dois tipos de jurisdição: um refere-se ao “alto mar”, e o outro à “Área”, tipo de jurisdição internacional sobre os fundos marinhos (ONU, 1982).

2.1.1.4.1. Alto mar

O alto mar compreende todos os espaços marinhos não incluídos na ZEE, no MT ou nas águas interiores de um Estado. Segundo a Convenção (ONU, 1982), o alto mar está aberto a todos os Estados costeiros ou sem litoral, que nele têm total liberdade de navegação e sobrevôo, além de poder colocar cabos e ductos submarinos e construir ilhas artificiais e outras instalações permitidas pelo Direito Internacional. Desde que considerados os interesses de outros Estados no exercício da liberdade de alto mar, qualquer Estado está livre para exercer atividades pesqueiras e investigações científicas nessa área, nos termos da Convenção (ONU, 1982).

O alto mar deve ser utilizado para fins pacíficos, e nenhum Estado poderá legitimamente pretender submeter qualquer porção dessa área à sua soberania. Os Estados devem cooperar entre si na conservação e na gestão dos recursos vivos nas zonas do alto mar (ONU, 1982).

2.1.1.4.2. Área e autoridade internacional dos fundos marinhos

A área correspondente aos fundos marinhos e oceânicos que se situam além dos limites da jurisdição nacional é referida, na Parte XI da Convenção, como “Área”. A Convenção (ONU, 1982) define a Área e seus recursos como “patrimônio comum da humanidade”, com justiça distributiva. A liberdade dos mares implica que todos tenham condições iguais de acesso ao mar e aos seus benefícios.

Os recursos da Área compreendem todos os minerais sólidos, líquidos ou gasosos *in situ* no leito do mar ou no seu subsolo, incluindo os nódulos polimetálicos. Uma vez extraídos da Área, os recursos são referidos como minerais, e seus extratores podem deles dispor livremente.

A Convenção também estabelece uma organização internacional autônoma de caráter supranacional – a International Seabed Authority (Isba – Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos)

2. O Mar Territorial, a Plataforma Continental e a Zona Econômica Exclusiva.

–, através da qual os Estados-membros organizam e controlam as atividades visando ao aproveitamento dos recursos minerais localizados na Área. A Autoridade – como doravante a Isba será denominada neste texto – tem, entre suas finalidades, garantir que a utilização dos fundos marinhos internacionais beneficie efetivamente toda a humanidade.

A Autoridade é constituída por uma Assembléia, um Conselho, uma Comissão Jurídica e Técnica, um Comitê de Finanças, sua Empresa e seu Secretariado. O Brasil é membro do Conselho desde a sua formação, em 1996, e nele tem presença assegurada até 2008, quando a Assembléia procederá a novas eleições (ONU, 1982).

Na administração da Área, a Autoridade deve atuar em bases comerciais e subordinar-se às limitações espaciais – sua jurisdição se restringe à Área –, materiais – a competência da Autoridade limita-se aos recursos minerais *in situ* da Área – e legais – atuando de acordo com as competências, as normas e os procedimentos definidos na Convenção. Para exercer as suas funções, a Autoridade é dotada de amplas competências e provida de um braço operacional de ação direta no domínio econômico, que é a Empresa. Dentre as atividades da Empresa estão a extração, o transporte, o processamento e a comercialização dos recursos minerais da Área (ONU, 1982).

As discussões que pautaram a elaboração da Convenção, desde o início até a sua entrada em vigor, envolveram inúmeros interesses, e as questões relacionadas à Área originaram as maiores controvérsias durante todo o processo de negociação, gerando grandes impasses. Assim, estabeleceu-se uma interlocução com representantes da ONU sobre os problemas que envolviam as atividades na Área, e em 1994, pouco antes de a Convenção entrar em vigor, chegou-se a um consenso: a adoção de um Acordo para a Implementação da Parte XI (ONU, 1982).

Um dos primeiros grandes resultados do trabalho desenvolvido pelos órgãos da Autoridade foi o estabelecimento de regulamentos para a prospecção e a exploração de nódulos polimetálicos na Área. As condições básicas para as atividades de prospecção, exploração e aproveitamento dos recursos da Área, que estabelecem as linhas mestras dos regimes de exploração, foram definidas no Anexo III da Convenção (ONU, 1982). Tais regulamentos formam a base legal para a aprovação de planos de trabalho para a exploração de nódulos polimetálicos. Sua elaboração possibilitou, até o presente momento, a assinatura de contratos de exploração por parte de seis dos sete investidores pioneiros.

Esses regulamentos contêm igualmente várias provisões referentes à proteção do meio ambiente marinho, com uma série de diretrizes para o levantamento do possível impacto ambiental resultante da exploração de nódulos polimetálicos. Dentre essas diretrizes incluem-se o estabelecimento de



zonas de referência, a implementação de programas de monitoramento, a submissão de informações específicas e a responsabilidade pelo impacto ambiental.

A regulamentação das operações de intervenção na Área partiu de um ponto de vista de justiça distributiva, com a promoção do acesso de todos os países em desenvolvimento por meio da Empresa e de normas sobre reserva de áreas, transferência de tecnologia e treinamento de pessoal, além da proteção aos países em desenvolvimento produtores terrestres dos minerais da Área por meio do controle da produção mineral desta, de um sistema de compensação econômica e da participação da Autoridade em acordos de *commodities* (ONU, 1982).

Foi criado um sistema de reserva de áreas que permite que os países em desenvolvimento se beneficiem dos resultados das atividades prévias de localização, levantamento topográfico e avaliação de “campos” de nódulos comercialmente viáveis realizadas pelos Estados desenvolvidos ou por seus consórcios privados. Por esse sistema, o proponente de um plano de trabalho deve indicar uma área passível de ser dividida em duas de valor comercial equivalente, cabendo à Autoridade designar uma delas – a área reservada – para o exercício de atividades geridas exclusivamente pela Autoridade, por intermédio da Empresa ou de países em desenvolvimento (ONU, 1982).

Até o presente momento, oito agências governamentais submeteram à Autoridade seus planos de trabalho para a exploração de nódulos polimetálicos nos oceanos Pacífico e Índico.

A definição das regras para a prospecção e a exploração dos nódulos polimetálicos na Área representou o primeiro tema substancial de que se ocupou a Autoridade. Em 1998, o governo da Federação Russa requisitou oficialmente à Autoridade que adotasse regras e regulamentos para a exploração de sulfetos polimetálicos e de crostas cobaltíferas. A partir de então, a Autoridade passou também a discutir o regime jurídico para esses outros recursos minerais da Área.

No momento, a Autoridade está prestes a finalizar a elaboração de regras para a exploração dos sulfetos polimetálicos e das crostas cobaltíferas que ocorrem na área internacional. Tão logo esse trabalho seja concluído, outras áreas de mineração também poderão ser requisitadas por dezenas de países que já iniciaram atividades de prospecção desses recursos. As áreas requisitadas poderão incluir regiões promissoras situadas no Atlântico Sul, limítrofes à plataforma continental jurídica brasileira. Por serem indissociáveis dos recursos não-vivos, aspectos como a biodiversidade e a investigação científica marinha da Área passaram a integrar as preocupações da Autoridade.

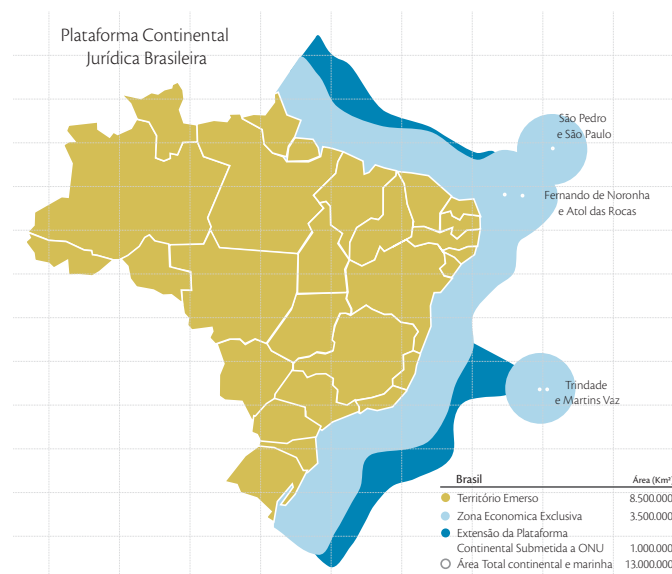
2.1.1.5. O espaço marinho brasileiro

Os Estados costeiros têm diferentes graus de jurisdição e soberania sobre as áreas delimitadas pela Convenção, como o MT, a ZEE e a PC. Cada uma dessas áreas exige políticas públicas distintas de planejamento e gestão do uso sustentável dos recursos naturais marinhos, razão pela qual um zoneamento ecológico-econômico deve ser realizado.

Acompanhando os critérios estabelecidos pela Convenção para a delimitação da ZEE, a brasileira estende-se por toda a costa, englobando também as áreas situadas no entorno de Fernando de Noronha, Trindade e Martim Vaz, Atol das Rocas, São Pedro e São Paulo, totalizando 3,5 milhões de km².

Ainda de acordo com as exigências e os critérios da Convenção para a delimitação da plataforma continental jurídica, o governo realizou o Programa de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira (Leplac) – que foi apresentado à ONU –, que permitiu ao país estender sua plataforma, além das 200 milhas marítimas, em aproximadamente 1 milhão de km².

Figura 2.1 – Localização da zona econômica exclusiva e da plataforma continental jurídica brasileira. Os limites exteriores da plataforma continental além das 200 milhas náuticas foram submetidos à deliberação na ONU em 2004.





Tão logo a ONU delibere sobre a matéria, a exclusividade soberana do país para a exploração dos recursos naturais da ZEE, somada àquela da plataforma continental, incidirá sobre uma área total de aproximadamente 4,5 milhões de km², o que representa mais da metade da área do território brasileiro, que tem 8,5 milhões de km². A Figura 2.1 ilustra com clareza tais dimensões.

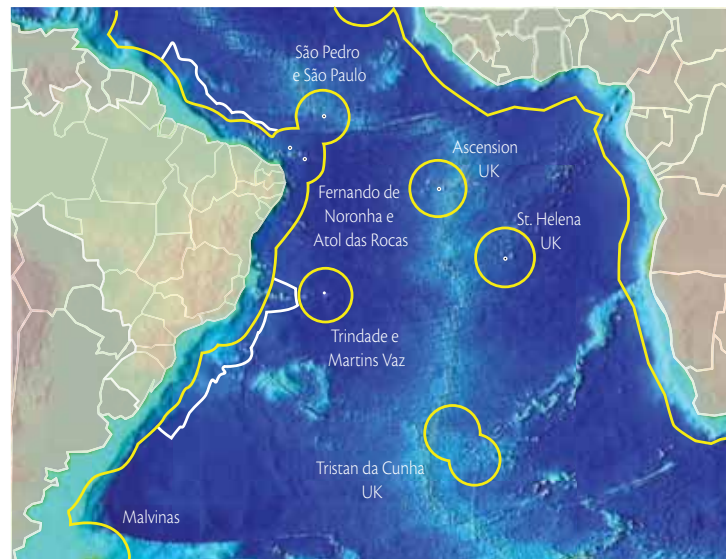
2.1.2. Implicações do arcabouço legal internacional para a exploração dos recursos não-vivos do mar

Apesar de sua expressiva dimensão, as áreas de exploração exclusiva do Brasil não têm sido objeto de pesquisa mineral sistemática, à exceção do petróleo e do gás. Até o presente momento, toda a extensão dos fundos marinhos sob jurisdição brasileira permanece praticamente desconhecida quanto à potencialidade de seus recursos minerais, que, pelo pouco que se sabe, pode ser enorme, com reais possibilidades de contribuição para o desenvolvimento do país.

A importância em potencial dos recursos minerais marinhos pode ser facilmente observada se atentarmos para as discussões que permearam as negociações de elaboração e implementação das regras internacionais para as áreas oceânicas. Os principais embates se deram exatamente sobre a exploração dos recursos marinhos em áreas internacionais, objeto das controvérsias que contribuíram para a delonga do processo de discussão – que se estendeu desde a instauração das negociações para a elaboração de regras internacionais do Direito do Mar, em 1973, configuradas oficialmente na III Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, realizada em 1982 (ONU, 1982), até sua entrada em vigor, em 1994, doze anos após serem aprovadas. Isso demonstra a importância estratégica do domínio do conhecimento e da exploração dos recursos minerais marinhos para o desenvolvimento de um país. Se assim não fosse, certamente não haveria motivo para o hiato de mais de 20 anos entre as primeiras discussões e a efetivação dos direitos de exploração desses recursos.

O Brasil, assim como todos os Estados-parte da Convenção, tem o direito de explorar os recursos minerais da Área. Considerando o valor econômico real e potencial que os minerais já conhecidos – como os nódulos polimetálicos, as crostas cobálticas e os sulfetos polimetálicos – possuem, e graças à sua localização estratégica nas áreas adjacentes à ZEE e à PCB, o país não pode deixar de conhecer e avaliar tais recursos. Sob o ponto de vista político e estratégico, é importante requisitar à Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos permissão para explorá-los. No entanto, até o momento, nenhum estudo sistemático, consistente e aprofundado foi realizado pelo país nesse sentido (Figura 2.2). Caso o Brasil venha a requisitar áreas para a exploração de recursos minerais em zonas oceânicas internacionais, essas zonas também poderão ser integradas ao espaço marinho brasileiro.

Figura 2.2 – Oceano Atlântico Sul e Equatorial, mostrando a localização das diferentes zonas econômicas exclusivas (linhas escuras) e a extensão da plataforma continental brasileira (linhas claras).



2.1.2.1. Proteção e preservação do ambiente marinho e a exploração de recursos minerais

Em se tratando de recursos minerais, embora os Estados tenham soberania para aproveitar os recursos naturais em áreas sob sua jurisdição de acordo com suas políticas ambientais, eles têm também a obrigação de proteger e preservar o ambiente marinho. Portanto, devem adotar medidas compatíveis com aquelas preconizadas pela Convenção para prevenir, reduzir e controlar a poluição (ONU, 1982).

No alto mar – cujas áreas extrapolam as jurisdições nacionais –, constituído pelas águas sobrejacentes aos fundos marinhos internacionais, isto é, à plataforma continental jurídica e à Área, não há recursos minerais a serem explorados. Apesar disso, essas águas podem sofrer os impactos decorrentes da exploração e do transporte dos minerais da Área. Na Parte VII – referente ao Alto Mar –, embora a Convenção traga alguns artigos que abordam especificamente a gestão e a conservação dos recursos vivos, os aspectos relacionados à poluição do ambiente marinho não vão muito além das normas gerais de proteção e preservação (ONU, 1982).



Na Área, a Autoridade tem jurisdição apenas sobre os recursos minerais. Todo o regime jurídico é essencialmente voltado à exploração e ao aproveitamento desses recursos, sobretudo os nódulos polimetálicos. As competências da Autoridade se situam no quadro mais geral da proteção e da preservação do meio marinho.

Nem o artigo 145 da Convenção – que trata do princípio da preservação ambiental da Área –, nem sua Parte XII – voltada à proteção e à preservação do meio marinho – apresentam um regime jurídico detalhado para a preservação ambiental em relação aos impactos das atividades. Esses dispositivos apenas afirmam a necessidade de normas e procedimentos de prevenção, redução ou controle da poluição do meio marinho proveniente de atividades realizadas na Área, contemplam a preservação da Área e estabelecem a competência da Autoridade para adotar as normas e os procedimentos para tal.

Regulamentações posteriores à Convenção sobre as atividades na Área adotam medidas que visam à efetiva proteção das intervenções que possam causar danos ao ambiente marinho, incluindo a interferência no balanço ecológico. Entre as condições exigidas para a celebração de um contrato de exploração, incluem-se a avaliação prévia do impacto ambiental, a proposição de medidas para preveni-lo e minimizá-lo, e a prova da capacidade tecnológica para tal. A prevenção e o controle de danos ao ambiente marinho requerem, segundo a Autoridade:

- A avaliação preliminar de possíveis impactos das atividades de exploração no ambiente marinho;
- Um programa de estudos que sirva de referência básica, ambiental e oceanográfica – de acordo com as regulamentações e os procedimentos estabelecidos pela Autoridade – que possibilite avaliar o impacto ambiental potencial das atividades de exploração mineral marinha, e
- Propostas para a prevenção, a redução e o controle de possíveis impactos ao ambiente marinho, como poluição e outras ameaças.

2.1.3. Legislação internacional relacionada aos recursos vivos do mar (pesca e aquicultura)

Assim como para os recursos não-vivos do mar, o principal instrumento jurídico internacional relativo à pesca e à aquicultura é, sem sombra de dúvida, a Convenção das Nações Unidas para o Direito do Mar (ONU, 1982). Além de definir os limites geográficos da PC e da ZEE, conforme descrito acima, a Convenção estabeleceu, pela primeira vez na história, a obrigação de os países signatários avalia-

rem os recursos vivos existentes na sua ZEE, assim como cooperarem no esforço de ordenamento da pesca pelos recursos altamente migratórios de alto mar, no intuito de assegurar a sustentabilidade de sua exploração. Internamente, e para cumprir as obrigações da Convenção, o Brasil, no âmbito da CIRM, criou o Programa Revizee, desenvolvido entre 1995 e 2005 (BRASIL, 1994b). Subseqüentemente à Convenção, foi celebrado o Acordo para a Implementação das Provisões da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar de 10 de dezembro de 1982 em relação à Conservação e ao Manejo dos Estoques de Peixes Transzonais e Estoques de Peixes Altamente Migratórios – o chamado Acordo de Nova York (BRASIL, 1999a), que entrou em vigor em 11 de dezembro de 2001.

De grande importância para o setor pesqueiro são os acordos construídos no âmbito do Comitê de Pesca da FAO, incluindo o Código de Conduta para a Pesca Responsável (FAO, 1995) e os Planos Internacionais de Ação para o Manejo da Capacidade Pesqueira, para o Manejo da Pesca de Tubarões, para a Redução da Captura Incidental de Aves Marinhas na Pesca de Espinhel e para Prevenir, Deter e Eliminar a Pesca Ilegal, Não-Reportada e Não-Regulada (pesca IUU). Outros documentos decorrentes do Código de Conduta relevantes para o setor pesqueiro nacional são: Estratégia para Melhorar as Informações sobre o Status e Tendências da Pesca de Captura; Diretrizes para Reduzir a Mortalidade de Tartarugas Marinhas em Operações de Pesca; Princípios Internacionais para a Carcinicultura Responsável; Diretrizes para a Eco-rotulagem de Pescado e Produtos Pesqueiros, e Diretrizes para a Eco-rotulagem de Pescado e Produtos Pesqueiros de Águas Interiores.

Outros instrumentos ou acordos internacionais relevantes para o setor de pesca e aqüicultura são:

- Agenda 21, adotada na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), realizada no Rio de Janeiro, em 1992;
- Convenção sobre Diversidade Biológica, também ratificada pelo Brasil e em vigor desde 1994;
- Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL 1973/1978), cujos anexos I e II estão em vigor no Brasil desde 29 de abril de 1988, enquanto os anexos III, IV e V entraram em vigor só em 1998, por meio do Decreto nº 2.508, de 04 de março de 1998 (BRASIL, 1998b);
- Convenção sobre a Prevenção da Poluição Marinha por Descarte de Resíduos e Outras Matérias – Convenção de Londres, 1972;
- Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo, 1990 (OPRC 90);
- Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil por Danos Causados por Poluição por Óleo (CLC-69);



- Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito (Convenção de Basileia);
- Convenção de Ramsar – Convenção Relativa às Áreas Úmidas de Importância Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Aquáticas, ratificada pelo Brasil por meio do Decreto nº 33/92, de 16 de junho de 1992 (BRASIL, 1992);
- Convenção sobre Mudanças Climáticas, firmada no Rio de Janeiro em 1992 e em vigor desde 1994, sendo de grande relevância para os oceanos;
- Convenção Internacional para a Conservação do Atum Atlântico (ICCAT), firmada no Rio de Janeiro em 1966 e regulamentada pelo Decreto-Lei nº 478, de 27 de fevereiro de 1969 (BRASIL, 1969a);
- Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagem em Perigo de Extinção (CITES), firmada em Washington em 1973, e regulamentada pelo Decreto nº 76.623, de 17 de novembro de 1975 (BRASIL, 1975);
- Convenção Internacional para Regulamentação da Pesca da Baleia, celebrada em Washington em 1946 e regulamentada pelo Decreto nº 73.497, de 17 de janeiro de 1974 (BRASIL, 1974a);
- Convenção Interamericana para Proteção e Conservação das Tartarugas Marinhas, estabelecida em Caracas em 1996 e regulamentada pelo Decreto nº 3.842, de 13 de junho de 2001 (BRASIL, 2001a).

2.2. O arcabouço legal nacional

2.2.1. Política nacional para os recursos do mar

A exploração dos recursos minerais marinhos nas águas sob jurisdição brasileira, como o MT, a PC e a ZEE, encontram-se na área de atuação da Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM = Política do Mar) e do Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM = Plano Setorial).

A Política do Mar tem por finalidade fixar as medidas essenciais para a integração das áreas marinhas ao espaço brasileiro com o uso sustentável dos recursos – sejam eles vivos ou não-vivos – que apresentem interesse para o desenvolvimento econômico e social do país. Esses planos e programas plurianuais e anuais, setoriais e comuns, foram elaborados pela CIRM e desdobram-se em ações específicas.

Compete à CIRM, nos termos da legislação em vigor (BRASIL, 1974b), coordenar os assuntos relativos

à consecução da Política do Mar e propor ao Presidente da República as prioridades para os programas e as ações que a integram.

A implementação das atividades relativas aos recursos do mar se dá de forma descentralizada, por meio de diversos agentes, no âmbito de vários ministérios, Estados, municípios, instituições de pesquisa, da comunidade científica e da iniciativa privada, de acordo com as suas respectivas competências e em consonância com as diretrizes estabelecidas na Política do Mar. Ao buscar o uso sustentável dos recursos marinhos leva em consideração a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81 – BRASIL, 1981).

2.2.2. Plano setorial para os recursos do mar

O Plano Setorial para os Recursos do Mar – configurado no III Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT), regulamentado pelo Decreto nº 85.118/80, de 03 de setembro de 1980 (BRASIL, 1980) –, elaborado a cada quatro anos, constitui-se num desdobramento da Política do Mar. O planejamento de todas as atividades relacionadas aos recursos marinhos nos diversos órgãos envolvidos guarda conformidade com suas diretrizes.

O Plano Setorial atual, o sexto de uma série iniciada em 1982, vigora no período de 2004 a 2007 (BRASIL, 2005a³). Seu objetivo geral é conhecer e avaliar as potencialidades dos recursos vivos e não-vivos das áreas marinhas sob jurisdição nacional e adjacentes, visando à gestão e ao uso sustentável desses recursos e à distribuição justa e equitativa dos benefícios derivados dessa utilização.

Assim como a Política do Mar, o Plano Setorial está em consonância com os instrumentos básicos do Direito Internacional – que definem a moldura jurídica global e balizam as ações que cada país deve desenvolver para que seja alcançada uma meta comum de uso sustentável dos recursos do mar –, do qual o Brasil é signatário.

O Plano Setorial é condicionado ainda pela legislação interna, como a própria Constituição de 1988 (BRASIL, 2003a), que já incorpora os conceitos de espaços marítimos definidos pela Convenção, considera o MT e os recursos da ZEE e da PC bens da União e a zona costeira patrimônio da União.

Entre as várias iniciativas previstas para o estudo das potencialidades de recursos do mar está o Pro-

3. O VI PSRM, de acordo com o estabelecido na PNRM e na Política Marítima Nacional (PMN), constitui-se em uma atualização do V PSRM e foi elaborado em conformidade com as normas do Plano Plurianual (PPA) 2004-2007 do Governo Federal. Sua vigência se extingue em 2007.



grama de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (Remplac), cujo objetivo principal é conhecer o solo e o subsolo marinhos da plataforma continental jurídica brasileira (PCJB), seus recursos minerais e as questões ambientais de manejo e gestão integrada desses recursos.

O conhecimento do meio físico do espaço marinho brasileiro deve ser ampliado, de forma a servir como instrumento para o planejamento e a implementação das políticas públicas voltadas ao ordenamento do território marinho, visando ao manejo sustentável dos recursos naturais. Esse conhecimento também poderá ser utilizado para a execução de estudos de zoneamento ecológico-econômico e de gestão territorial de toda a zona costeira, emersa e submersa.

2.2.3. Zona costeira

Para o pleno dimensionamento do mar e dos ambientes costeiros é necessário considerar a definição de zona costeira. De acordo o art. 2º - parágrafo único – da Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, zona costeira é “o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre”, que foram definidas pelo Plano Setorial de Gerenciamento Costeiro (BRASIL, 1988c).

Os limites terrestres são formados pelos 295 municípios situados ao longo da costa brasileira que compõem as bacias hidrográficas litorâneas, e outros definidos a partir de critérios estabelecidos pelo Plano Setorial de Gerenciamento Costeiro. Em sua parte submersa, os limites da Zona Costeira abrangem as 12 milhas náuticas que integram o MT. Um recorte gerencial permite acessar a rede de atores e instituições cuja atuação incide nesse espaço, estruturando um processo de gestão do uso dos recursos naturais e de ordenamento desse espaço.

2.2.4. Implicações do arcabouço legal nacional para a exploração dos recursos não-vivos do mar

2.2.4.1. Aspectos legais para a pesquisa e a lavra mineral no mar territorial, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva

Os aspectos legais para a pesquisa e a lavra mineral no MT, na PC e na ZEE discutidos no presente estudo foram compilados por Cavalcanti (2007).

A Lei nº 8.617, de 04 de janeiro de 1993, define os limites dessas áreas marinhas em consonância com a Convenção (BRASIL, 1993).

O mar territorial está definido no art. 1º da seguinte forma: “O Mar Territorial brasileiro compreende uma faixa de doze milhas marítimas de largura, medidas a partir da linha de baixa-mar do litoral continental e insular brasileiro, tal como indicada nas cartas náuticas de grande escala, reconhecidas oficialmente no Brasil” (BRASIL, 1993).

A plataforma continental está definida no art. 11º da seguinte forma: “A Plataforma Continental do Brasil compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas que se estendem além do seu mar territorial, em toda a extensão do prolongamento natural de seu território terrestre, até o bordo exterior da margem continental, ou até uma distância de duzentas milhas marítimas das linhas de base, a partir das quais se mede a largura do mar territorial, nos casos em que o bordo exterior da margem continental não atinja essa distância” (BRASIL, 1993).

A zona econômica exclusiva brasileira está definida no art. 6º da seguinte forma: “A Zona Econômica Exclusiva brasileira compreende uma faixa que se estende das doze às duzentas milhas marítimas, contadas a partir das linhas de base que servem para medir a largura do Mar Territorial” (BRASIL, 1993).

2.2.4.1.1. *Constituição Federal*

O art. 20º da Constituição Federal (BRASIL, 2003a) define que: “Os recursos naturais do Mar Territorial e da Plataforma Continental, bem como os da Zona Econômica Exclusiva, incluem-se entre os bens da União”.

O art. 225º estabelece que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-la e preservá-la para as presentes e futuras gerações”. Este artigo incumbe ao poder público “exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente degradadora do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade” e determina, também, que “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei” (BRASIL, 2003a).



2.2.4.1.2. Legislação mineral

A atual legislação que regula a pesquisa e a lavra mineral no Brasil não faz nenhuma distinção entre as áreas submarinas e as áreas terrestres.

O Código de Mineração, estabelecido pelo Decreto-Lei nº 227/67 (BRASIL, 1967b), modificado pela Lei nº 9.314/96 (BRASIL, 1996), regula os direitos sobre os recursos minerais do país, o seu regime de aproveitamento e a fiscalização da pesquisa, da lavra e de outros aspectos da indústria mineral pelo governo federal.

Os regimes de aproveitamento das substâncias minerais estão descritos no art. 2º do Código de Mineração:

- I - regime de concessão, quando depender de portaria de concessão do ministro de Estado de Minas e Energia;
- II - regime de autorização, quando depender de expedição de alvará de autorização do Diretor-Geral do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM;
- III - regime de licenciamento, quando depender de licença expedida em obediência a regulamentos administrativos locais e de registro da licença no Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM;
- IV - regime de permissão de lavra garimpeira, quando depender de portaria de permissão do diretor-geral do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM;
- V - regime de monopolização, quando, em virtude de lei especial, depender de execução direta ou indireta do governo federal (BRASIL, 1967b).

O aproveitamento de substâncias minerais no MT, na PC e na ZEE depende de alvará de autorização de pesquisa do diretor-geral do DNPM e de concessão de lavra outorgada pelo ministro de Estado de Minas e Energia.

Durante a vigência do alvará de autorização de pesquisa deverá ser realizada pesquisa mineral, conforme define o Código de Mineração:

Art. 14 – Entende-se por pesquisa mineral a execução dos trabalhos necessários à definição da jazida, sua avaliação e a determinação da exeqüibilidade do seu aproveitamento econômico.

§ 1º- A pesquisa mineral compreende, entre outros, os seguintes trabalhos de campo e de laboratório: levantamentos geológicos pormenorizados da área a pesquisar, em escala conveniente, estudos dos afloramentos e suas correlações, levantamentos geofísicos e geoquímicos; aberturas de escavações visitáveis e execução de sondagens no corpo mineral; amostragens sistemáticas; análises físicas e químicas das amostras e dos testemunhos de sondagens; e ensaios de beneficiamento dos minérios ou das substâncias minerais úteis para obtenção de concentrados de acordo com as especificações do mercado ou aproveitamento industrial.

§ 2º- A definição da jazida resultará da coordenação, correlação e interpretação dos dados colhidos nos trabalhos executados, e conduzirá a uma medida das reservas e dos teores.

§ 3º- A exeqüibilidade do aproveitamento econômico resultará da análise preliminar dos custos da produção, dos fretes e do mercado (BRASIL, 1967b).

O detentor do alvará de autorização de pesquisa fica obrigado, de acordo com o item V do art. 22, a realizar os respectivos trabalhos de pesquisa, devendo submeter à aprovação do DNPM, dentro do prazo de vigência do alvará ou de sua renovação, relatório circunstanciado dos trabalhos, contendo os estudos geológicos e tecnológicos quantitativos da jazida e demonstrativos da exeqüibilidade técnico-econômica da lavra, elaborado sob a responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado. Excepcionalmente, poderá ser dispensada a apresentação do relatório, na hipótese de renúncia à autorização de pesquisa, conforme critérios fixados em portaria do Diretor-Geral do DNPM (BRASIL, 1967b).

O Código de Mineração (BRASIL, 1967b) previa no item IV do art. 22 que: “A pesquisa em leitos navegáveis e fluviáveis, nos lagos e na plataforma submarina, somente será autorizada sem prejuízo ou com ressalva dos interesses da navegação ou flutuação, ficando sujeita, portanto, às exigências que forem impostas nesse sentido pelas autoridades competentes” (BRASIL, 1967b). As alterações ditas pela Lei 9.314/96 (BRASIL, 1996) suprimiram a necessidade de o DNPM fazer uma consulta prévia ao Ministério da Marinha para outorgar uma autorização de pesquisa na plataforma continental, pois a nova redação do item IV diz que: “O titular da autorização responde, com exclusividade, pelos danos causados a terceiros, direta ou indiretamente decorrentes dos trabalhos de pesquisa” (BRASIL, 1996).

Depois de concluídos os trabalhos de pesquisa e dentro do prazo de vigência do alvará de autorização, deverá ser apresentado relatório final, o qual será analisado conforme previsto no art. 30 do Código de Mineração:

Art. 30. Realizada a pesquisa e apresentado o relatório exigido nos termos do inciso V do art. 22, o DNPM verificará sua exatidão e, à vista de parecer conclusivo, proferirá despacho de:

I- aprovação do relatório, quando ficar demonstrada a existência de jazida;

II- não aprovação do relatório, quando ficar constatada insuficiência dos trabalhos de pesquisa ou deficiência técnica na sua elaboração;

III- arquivamento do relatório, quando ficar demonstrada a inexistência de jazida, passando a área a ser livre para futuro requerimento, inclusive com acesso do interessado ao relatório que concluiu pela referida inexistência de jazida;

IV- sobrestamento da decisão sobre o relatório, quando ficar caracterizada a impossibilidade temporária da exeqüibilidade técnico-econômica da lavra, conforme previsto no inciso III do art. 23.

§ 1º. Na hipótese prevista no inciso IV deste artigo, o DNPM fixará prazo para o interessado apresentar novo estudo da exeqüibilidade técnico-econômica da lavra, sob pena de arquivamento do relatório.

§ 2º. Se, no novo estudo apresentado, não ficar demonstrada a exeqüibilidade técnico-econômica da lavra, o DNPM poderá conceder ao interessado, sucessivamente, novos prazos, ou colocar a área em disponibilidade, na forma do art. 32, se entender que terceiro poderá viabilizar a eventual lavra.

§ 3º. Comprovada a exeqüibilidade técnico-econômica da lavra, o DNPM proferirá, ex officio ou mediante provocação do interessado, despacho de aprovação do relatório (BRASIL, 1967b).



No caso da aprovação do relatório final dos trabalhos de pesquisa, o detentor do título terá, de acordo com o art. 31 do Código de Mineração (BRASIL, 1967b), um ano para requerer a concessão de lavra, podendo, dentro deste prazo, negociar seu direito a essa concessão. O DNPM poderá prorrogar o prazo referido, por igual período, mediante solicitação justificada do titular, manifestada antes de findar-se o prazo inicial ou a prorrogação em curso. Para requerer a concessão de lavra, deverá ser apresentado ao DNPM um plano de aproveitamento econômico da jazida mineral, que será objeto de análise e poderá ser aprovado ou não.

Entende-se por lavra, de acordo com o art. 36 do Código de Mineração (BRASIL, 1967b), o conjunto de operações coordenadas ao aproveitamento industrial da jazida, desde a extração de substâncias minerais úteis que contiver até o beneficiamento destas. O art. 37 do Código de Mineração estabelece que:

Art. 37 - Na outorga da lavra, serão observadas as seguintes condições:

- I- a jazida deverá estar pesquisada, com o Relatório aprovado pelo DNPM;
- II- a área de lavra será a adequada à condução técnico-econômico dos trabalhos de extração e beneficiamento, respeitados os limites da área de pesquisa.

Parágrafo Único - Não haverá restrições quanto ao número de concessões outorgadas a uma mesma Empresa (BRASIL, 1967b).

A concessão de lavra terá por título uma portaria assinada pelo Ministro de Estado de Minas e Energia, por prazo indeterminado.

O detentor da concessão de lavra deverá cumprir o previsto no art. 47 do Código de Mineração:

Art. 47- Ficarà obrigado o titular da concessão, além das condições gerais que constam deste Código, ainda, às seguintes, sob pena de sanções previstas no Capítulo V:

- I- Iniciar os trabalhos previstos no plano de lavra, dentro do prazo de 6 (seis) meses, contados da data da publicação do Decreto de Concessão no Diário Oficial da União, salvo motivo de força maior, a juízo do DNPM;
- II- Lavrar a jazida de acordo com o plano de lavra aprovado pelo DNPM, e cuja segunda via, devidamente autenticada, deverá ser mantida no local da mina;
- III- Extrair somente as substâncias minerais indicadas no Decreto de Concessão;
- IV- Comunicar imediatamente ao DNPM o descobrimento de qualquer outra substância mineral não incluída no Decreto de Concessão;
- V- Executar os trabalhos de mineração com observância das normas regulamentares;
- VI- Confiar, obrigatoriamente, a direção dos trabalhos de lavra a técnico legalmente habilitado ao exercício da profissão;
- VII- Não dificultar ou impossibilitar, por lavra ambiciosa, o aproveitamento ulterior da jazida;
- VIII- Responder pelos danos e prejuízos a terceiros, que resultarem, direta ou indiretamente, da lavra;
- IX- Promover a segurança e a salubridade das habitações existentes no local;
- X- Evitar o extravio das águas e drenar as que possam ocasionar danos e prejuízos aos vizinhos;
- XI- Evitar poluição do ar, ou da água, que possa resultar dos trabalhos de mineração;

- xii- Proteger e conservar as Fontes, bem como utilizar as águas segundo os preceitos técnicos quando se tratar de lavra de jazida da Classe VIII;
- xiii- Tomar as providências indicadas pela Fiscalização dos órgãos Federais;
- xiv- Não suspender os trabalhos de lavra, sem prévia comunicação ao DNPM;
- xv- Manter a mina em bom estado, no caso de suspensão temporária dos trabalhos de lavra, de modo a permitir a retomada das operações;
- xvi- Apresentar ao DNPM até o dia 15 (quinze) de março de cada ano, relatório das atividades realizadas no ano anterior.

Parágrafo Único - Para o aproveitamento, pelo concessionário de lavra, de substâncias referidas no item IV deste artigo, será necessário aditamento ao seu título de lavra (BRASIL, 1967b).

A Portaria DNPM nº 40/2000 (BRASIL, 2000a) define as áreas e os prazos de vigência máximos para as autorizações de pesquisa.

Art. 1º As autorizações de pesquisa ficam adstritas às seguintes áreas máximas:

- I- dois mil hectares:
 - a) substâncias minerais metálicas;
 - b) substâncias minerais fertilizantes;
 - c) carvão;
 - d) diamante;
 - e) rochas betuminosas e pirobotuminosas;
 - f) turfa; e
 - g) sal-gema;
- II- cinquenta hectares:
 - a) as substâncias minerais relacionadas no art. 1º da Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, com a redação dada pela Lei nº 8.982, de 24 de janeiro de 1995; (Este item contempla os materiais de uso imediato na construção civil, estando incluídos as areias e cascalhos utilizados como agregados, marinhos ou terrestres)
 - b) águas minerais e águas potáveis de mesa;
 - c) areia, quando adequada ao uso na indústria de transformação;
 - d) feldspato;
 - e) gemas (exceto diamante) e pedras decorativas, de coleção e para confecção de artesanato mineral; e
 - f) mica;
- III- mil hectares:
 - a) rochas para revestimento; e
 - b) demais substâncias minerais. (Os granulados carbonáticos estão incluídos neste item)

§ 1º Ficam adstritas a cinco hectares as áreas máximas objeto da Lei nº 9.827, de 27 de agosto de 1.999, no Decreto nº 3.358, de 02 de fevereiro de 2000, publicado no D.O.U. de 03 de fevereiro de 2000;

§ 2º Nas áreas localizadas na Amazônia Legal definida no art. 2º da Lei nº 5.173, de 27 de outubro de 1.966, o limite máximo estabelecido para as substâncias minerais de que trata o inciso I deste artigo será de dez mil hectares.

Art. 3º As autorizações de pesquisa terão os seguintes prazos de validade:

- I - dois anos, quando objetivarem as substâncias minerais referidas no inciso II do art. 1º, e rochas para revestimento;
- II - três anos, quando objetivarem as demais substâncias (BRASIL, 2000a).

2.2.4.1.3. Legislação ambiental

Em 1981, foi promulgada a Lei nº 6.938, estabelecendo a Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981), com todos os fundamentos que definem a proteção ambiental em nosso país e que, poste-



riormente foram regulamentados por intermédio de decretos, normas, resoluções e portarias. Com a alteração introduzida pela Lei nº 10.165/2000 (BRASIL, 2000d), a extração mineral passou a ser considerada atividade potencialmente poluidora e utilizadora de recursos ambientais em grau alto, estando previsto no art. 10º, com redação dada pela Lei nº 7.804/89 (BRASIL, 1989b), que essa atividade dependerá de prévio licenciamento de órgão competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama).

No que tange aos riscos potenciais de danos ambientais resultantes da extração mineral, a atividade de mineração no país está condicionada a três instrumentos de controle do poder público, quais sejam: o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), o Licenciamento Ambiental (LA) e o Plano de Recuperação de Área Degradada (Prad).

O EIA, que precede o licenciamento ambiental de qualquer atividade de extração mineral, tem sua definição, suas normas, seus critérios básicos e suas diretrizes de implementação estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) nº 001/86 (BRASIL, 1986) com base na Lei nº 6.938/81 (BRASIL, 1981), alterada e complementada pelas resoluções nº 009/90 (BRASIL, 1990b) e nº 010/90 (BRASIL, 1990c) do mesmo Conselho. A exigência do EIA aplica-se aos empreendimentos mineiros de toda e qualquer substância mineral, com exceção daquelas de emprego imediato na construção civil - art. 1º da Lei nº 6.567/78 (BRASIL, 1978), com redação alterada pela Lei nº 8.982/95 (BRASIL, 1995).

O EIA deve estar consubstanciado no Relatório de Impacto Ambiental (Rima), que deve ser submetido ao órgão ambiental competente, integrante do Sisnama, para análise e aprovação. O Rima deve ser tornado público para que a coletividade ou qualquer interessado tenha acesso ao projeto e a seus eventuais impactos ambientais e possa conhecê-los e discuti-los livremente. A aprovação do EIA/Rima é requisito básico para que o empreendimento minerador possa pleitear o Licenciamento Ambiental, cuja obtenção é obrigatória para a localização, instalação ou ampliação e operação de qualquer atividade de mineração objeto do regime de concessão de lavra ou registro de licenciamento, regulado pelo Decreto nº 99.274/90 (BRASIL, 1990a).

A Resolução Conama nº 237/97 (BRASIL, 1997d) atribui ao Ibama o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades localizadas no MT, na PC e na ZEE. Assim como ocorre nas áreas continentais, o licenciamento ambiental não é necessário para a pesquisa mineral.

De acordo com o Decreto nº 97.632/89 (BRASIL, 1989a), que dispõe sobre a regulamentação do art. 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938/81 (BRASIL, 1981), os empreendimentos de mineração estão obrigados,

quando da apresentação do EIA/RIMA, a submeter o Prad à aprovação do órgão ambiental competente. Esse plano contempla a solução técnica escolhida e considerada adequada pela detentora do título mineral e condiciona sua aprovação à reabilitação da área degradada pela atividade de extração mineral.

A promulgação da Lei nº 9.605/98 (BRASIL, 1998a) determinou a transferência das questões relacionadas a danos ambientais do âmbito administrativo para o criminal. Essa lei, também denominada Lei de Crimes Ambientais, especifica as condições nas quais os danos ambientais serão considerados e tratados como crime, com penas de indenização e de reclusão. Determina, ainda, a co-autoria dos crimes ambientais, definida para todos aqueles que, de alguma forma, atuaram na ação que determinou o dano. No caso de empresas, desde o operário comum até o presidente do conselho administrativo, além das autoridades públicas que tenham, comprovadamente, negligenciado o fato.

A Instrução Normativa (I.N.) Ibama nº 46/2004 (BRASIL, 2004c) define critérios que permitem a exploração, a comercialização e o transporte de algas marinhas no litoral brasileiro, tratando exclusivamente da exploração de algas vivas ou arribadas, conforme previsto no art. 1º:

Art. 1º Permitir a exploração, a exploração, a comercialização e o transporte de algas marinhas no litoral brasileiro.

§ 2º Somente as camadas superficiais dos depósitos calcários compostas predominantemente por organismos vivos, se enquadram nesta Instrução Normativa.

§ 3º As camadas sub-superficiais são consideradas como jazidas minerais e a sua exploração deve atender às normas do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (BRASIL, 2004c).

Ainda que, a rigor, a citação dessa instrução normativa não acrescenta nada à discussão atinente à mineração propriamente dita, as controvérsias já geradas com relação ao material a ser extraído, se algas calcárias (vivas) ou granulados carbonáticos (não-vivos), teve grande repercussão sobre a liberação dos licenciamentos ambientais para a extração mineral no mar.

2.2.4.1.4. Autoridade Marítima Nacional

De acordo com o art. 17, inciso IV, da Lei Complementar nº 97/99 (BRASIL, 1999b):

“[...] cabe à Marinha, como atribuições subsidiárias particulares [...] implementar e fiscalizar o cumprimento de leis e regulamentos, no mar e nas águas interiores, em coordenação com outros órgãos do Poder Executivo, federal ou estadual, quando se fizer necessária, em razão de competências específicas [...]”.



O parágrafo único do mesmo artigo prevê que “[...] é da competência do Comandante da Marinha o trato dos assuntos dispostos neste artigo, ficando designado como Autoridade Marítima para esse fim [...]”.

A Norma da Autoridade Marítima 11 da Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil (Normam-11/DPC), aprovada pela Portaria nº 109/DPC, de 16 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2004a) trata, em seu capítulo 3, da pesquisa e da lavra de minerais no mar, prevendo que, após devidamente autorizados pelo órgão competente, os interessados deverão prestar formalmente algumas informações às Capitânicas, Delegacias ou Agências.

2.2.4.2. Aspectos legais para a pesquisa e a lavra mineral no mar em outros países

França

Na França as substâncias minerais submarinas são regidas pelo *code minier*. Do ponto de vista jurídico, o solo e o subsolo marinhos fazem parte do domínio público marítimo, que abrange as 12 milhas marítimas do MT e a ZEE.

A plataforma continental francesa está submetida às disposições da Lei 68/1181, de 30 de dezembro de 1968. As atividades de prospecção, pesquisa e lavra mineral (granulados, hidrocarbonetos, etc.) são regidas pelas regras fixadas pelo *code minier*.

A regulamentação em vigor para a exploração de recursos não-vivos contidos nos fundos marinhos de domínio público marítimo é ditada pelo *code minier*. Além desse código, a exploração de recursos não-vivos deve respeitar a Lei nº 76/646, de 16 de julho de 1976 (modificada pela Lei nº. 97/1051, de 18 de novembro de 1997) e o Decreto 80/470, de 18 de junho de 1980.

As extrações minerais estão subordinadas à obtenção de um conjunto de três atos administrativos, a saber:

- Um título mineiro, em aplicação ao Decreto nº 95/427, de 19 de março de 1995;
- Uma autorização de ocupação temporária do domínio público marítimo, denominada autorização de domínio, em aplicação aos decretos nº 80/470, de 18 de junho de 1980, e nº 95/696, de 09 de maio de 1995;

- Uma autorização de início dos trabalhos, em aplicação aos decretos nº 80/470, de 18 de junho de 1980 e nº 95/696, de 09 de maio de 1995.

Os dois primeiros são obtidos simultaneamente. Somente após estar de posse dos dois documentos a empresa poderá solicitar autorização para o início dos trabalhos.

De acordo com o art. 2 do Decreto nº 95/427, no início do processo de obtenção de um título mineiro durante a instrução local (prefeitura), além da consulta a outros órgãos e serviços públicos, quando a área estiver localizada no fundo marinho, o pedido será submetido ao Instituto Francês de Pesquisa para a Exploração do Mar (Ifremer), que dispõe de um mês para se pronunciar sobre a matéria.

Tanto para a obtenção do título mineiro como para a autorização de início dos trabalhos, é realizada uma enquete pública com duração de um mês. Após a conclusão da instrução local e da enquete pública, será necessário encaminhar um relatório ao Ministério das Minas e Energia, para instrução no nível central e a decisão sobre a concessão do título mineiro.

Para obter a autorização de domínio, o processo será instruído com base no *Code du Domaine de l'État*. A autorização é emitida pela prefeitura do Departamento e subordinada à outorga do título mineiro.

O procedimento para a obtenção da autorização de início dos trabalhos ocorre exclusivamente no âmbito local e é uma decisão da prefeitura. A autorização para o início dos trabalhos é obtida após a execução de certas prescrições (*état de référence*, enquete pública, consulta a outros órgãos, etc.), e permite que a empresa inicie a lavra propriamente dita.

Os granulados carbonáticos marinhos (areias conchíferas e *mäerl*) foram considerados durante muito tempo recursos pesqueiros e a sua exploração não se submetia a nenhuma autorização, e sim a uma simples declaração.

Bélgica

A legislação exige que a obtenção de licença para operações de extração de areia e cascalho no MT ou na ZEE seja submetida a uma avaliação de impacto ambiental. Depois de obtida a licença, todas as atividades de exploração estão sujeitas a um programa de monitoramento contínuo.

A legislação para extração de areia e de cascalho em ambiente marinho foi modificada em setembro de 2004. Uma mudança muito importante na nova legislação é que a licença só pode ser dada se o ministério responsável pelo ambiente marinho apresentar parecer positivo. Na lei anterior, o Ministério



rio de Negócios Económicos (MNE) poderia conceder uma licença até mesmo quando o ministério responsável pelo ambiente marinho tivesse apresentado pronunciamento desfavorável.

Para coordenar a administração da exploração continental e marinha foi criada a Comissão Consultiva. A cada três anos é elaborado um relatório que descreve os resultados do monitoramento contínuo apresentado a essa Comissão Consultiva, que, com base nos resultados, sugere modificação nos regulamentos, nas zonas de controle e exploração, bem como formula políticas relativas à exploração de areias e cascalhos.

Outro aspecto relevante da legislação belga é a existência de zonas de exploração e de controle, ou seja: o governo define quais áreas são ou não acessíveis para exploração. Tais zonas são modificadas de acordo com o monitoramento realizado, o que permite que uma zona passe de uma categoria para outra após avaliação.

Holanda

Para a outorga da licença de extração de agregado marinho dentro do MT é exigido um estudo de impacto ambiental e as áreas máximas são de 100 acres, com profundidade de extração máxima permitida de 2 m, o que é comparável à extração de 2 milhões de m³.

Uma nova regulamentação está sendo formulada para a extração de sedimentos marinhos, e a alteração mais notável inclui a distinção entre extrações de pequena escala (inferiores a 10 milhões de m³ por licença) e extrações de grande escala (superiores a 10 milhões de m³ por licença). Para as extrações de pequena escala, a profundidade máxima permitida será mantida em 2 m. Para as extrações de grande escala, profundidades superiores a 2 m podem ser permitidas, desde que o estudo de impacto ambiental demonstre que essa atividade não acarretará maior degradação aos ambientes marinho e costeiro.

Dinamarca

A Agência das Florestas e da Natureza é a responsável pela administração da extração de agregado marinho em águas territoriais e no continente.

A legislação denominada Ato de Matérias Primas, em vigor desde 1997, define a necessidade de licença para a dragagem de agregados, que é concedida para um período de até dez anos, devendo o interessado fazer um estudo quantitativo e qualitativo do material, bem como um estudo de impacto ambiental.

Em 2003 foram introduzidas modificações no Ato de Matérias Primas, tornando possível a extração de outros materiais que não os agregados, como conchas, no mesmo ato administrativo. A extração mineral em profundidades inferiores a 6 m é permitida, porém a legislação é muito restritiva, exigindo a demonstração da necessidade desse recurso e um estudo de impacto ambiental que o favoreça.

Grã-Bretanha

A atual legislação referente à extração de agregados marinhos exige o estudo de impacto ambiental, mas deverá ser modificada. Os novos regulamentos serão mais rigorosos, e incluirão mecanismos para a conservação dos ecossistemas marinhos e da biodiversidade, contemplando áreas protegidas para espécies e habitats importantes, além de serem compatíveis com a legislação relativa aos direitos humanos.

Finlândia

Na legislação em vigor, a avaliação de impacto ambiental somente é requerida se a área de extração mineral for superior a 25 acres ou se a quantidade de material extraído exceder 200 mil m³.

Espanha

A jurisdição sobre o domínio litorâneo pertence ao Diretório Geral de Costas, representado pelos Serviços e Demarcações de Costas em cada Província litorânea espanhola. Esse órgão estatal possui a atribuição de autorizar qualquer extração de sedimento marinho, exceto a dragagem para fins de navegação.

De acordo com o art. 63.2 do Ato das Costas, a exploração de sedimento marinho só é permitida para aterros e recuperação de praias, não sendo permitida a utilização do material como agregado para a indústria da construção civil.

Esse mesmo diploma legal estabelece a obrigatoriedade de ser realizada antes da autorização uma avaliação ambiental para todas as extrações de sedimento, com o objetivo de examinar os seus efeitos sobre os ambientes marinho e litorâneo.

Quando a extração de sedimento exceder 3 milhões de m³, é necessário empreender um procedimento de estudo de impacto ambiental, regulamentado de acordo com a Diretiva 97/11/CE. Para projetos menores, é exigida uma avaliação ambiental.



As legislações regionais prevêem que a avaliação de impacto ambiental também é aplicável a esses projetos e, no caso de conflito com a lei nacional, prevalecem as medidas de proteção mais rigorosas.

Estados Unidos

O direito sobre os bens minerais pertence ao proprietário do solo, ressalvada qualquer observação contrária contida na escritura de propriedade. Tanto a gestão da lei mineral como a gestão ambiental são de responsabilidade dos Estados.

Praticamente todo o agregado marinho produzido é utilizado para a recuperação de praias, e a permissão para a utilização desses recursos é uma atribuição do Marine Management Service (MMS), uma agência do U.S. Department of the Interior.

Namíbia

O crescimento da exploração de diamante no mar fez com que aumentasse o interesse do governo pela mineração marinha, estando em estudo uma estrutura legal apropriada para atender as especificidades da mineração no mar, em que os interesses ambientais deverão ser cuidadosamente considerados.

Na Namíbia todos os direitos sobre os bens minerais pertencem ao Estado. O Ato de Minerais – que contempla a prospecção e a mineração –, de 1992, regula a indústria de mineração no país. A política mineral foi projetada para facilitar e incentivar o setor privado a avaliar os recursos minerais e desenvolver a mineração. Existem vários tipos de licença para a pesquisa e a lavra:

- A Licença para Pesquisa Não-Exclusiva, válida por 12 meses, permite a pesquisa, mas não restringe a área para outros direitos minerais;
- A Licença de Reconhecimento permite a execução de levantamentos de sensoriamento remoto e é válida por 6 meses;
- A Licença para Pesquisa Exclusiva, para áreas que não excedam mil km², é válida por três anos, sendo permitidas duas renovações a cada dois anos. O mapa geológico de avaliação do depósito mineral e um plano de trabalho, incluindo cronograma físico-financeiro, é pré-requisito indispensável para a emissão da licença;
- A Licença de Retenção do Depósito Mineral permite que os projetos bem-sucedidos retenham direitos aos depósitos minerais não viáveis para a exploração imediata, sendo válidos por até cinco anos;
- A Licença de Mineração pode ser concedida a cidadãos e empresas registradas no país,

sendo válida para a vida útil da mina, ou inicialmente por 25 anos, com possibilidade de renovação por mais 15 anos.

Antes do licenciamento, à exceção da Licença para Pesquisa Não-Exclusiva e da Licença de Reconhecimento, os interessados devem firmar um contrato ambiental com o Departamento de Ambiente e Turismo, que exige um estudo de impacto ambiental.

África do Sul

Ao contrário da maioria dos países do mundo, até recentemente a propriedade sobre os direitos aos recursos minerais não cabia ao Estado, mas aos proprietários de terras, que facultavam a exploração de tais recursos a grandes companhias de mineração. Essa lei dificultou sobremaneira o desenvolvimento do setor mineral no país.

No final de 2000 entrou em vigor uma nova legislação mineral que, entre outros avanços, reconhece que os recursos minerais são “herança comum” de toda a população sul-africana, e pertencem coletivamente a todos os cidadãos do país.

Com o advento da nova legislação, muitos dos tradicionais mineradores de diamante foram obrigados a abrir mão de parte de suas concessões, o que fez com que alguns partissem para a avaliação de depósitos marinhos.

Os avanços significativos nas técnicas de pesquisa e de recuperação tornaram os depósitos de diamantes marinhos acessíveis. Embora esses diamantes sejam geralmente menores que os produzidos no continente, sua qualidade é muito superior. Inicialmente, a costa ocidental da África do Sul foi dividida em vinte concessões de mineração, arranjadas em faixas de 30 km de largura perpendiculares à linha de costa, cada uma delas subdividida em quatro zonas:

- A zona de concessão “a” (de 31,49 m da linha de baixa-mar a mil m além da linha de preamar);
- A zona de concessão “b” (que varia entre 4 e 6 km);
- A zona de concessão “c” (que se estende até a isóbata de 200 m);
- A zona de concessão “d” (até a isóbata de 500 m).

As áreas de “c” e “d”, devido à profundidade da água e ao ambiente hostil, requerem recursos financeiros e tecnológicos significativos e ficam limitadas as grandes companhias mineradoras. Nas outras zonas, onde são aplicadas tecnologias conhecidas e aprovadas de exploração e exploração mineral, podem operar empresas menores.



Austrália

Na Austrália os recursos minerais pertencem à Coroa, mas não há pagamento de *royalties* ao governo britânico: os Estados e os Territórios possuem jurisdição sobre seus recursos minerais.

Esse país adota alguns tipos de licença durante a fase de prospecção/pesquisa, como os de Prospecção, de Prospecção Distrital e de Permissão de Exploração. Já na fase de outorga da lavra, os instrumentos legais são os Requerimentos de Lavra, a Licença de Desenvolvimento Mineral e o Contrato de Lavra. Existe ainda a Licença de Retenção, em que o detentor do título pode reter a área por cinco anos, pagando taxas, enquanto espera melhores condições econômicas para a exploração.

O sistema adotado é o de quadrículas, cujas áreas máximas são variáveis, sendo de 19 mil ha na Austrália Ocidental, e de 25 mil ha na Austrália do Sul. Os direitos de lavra têm prazos de 20 a 25 anos.

Na Austrália do Sul existe uma legislação específica, denominada *Offshore Minerals Act* 2000, que regulamenta a pesquisa e a lavra mineral (à exceção do petróleo) nas primeiras três milhas marítimas do seu MT. Constam desse diploma legal os seguintes tipos de licença:

- Licença de Exploração, para a fase de pesquisa mineral;
- Licença de Retenção, que assegura a retenção dos direitos durante a transição de um projeto da fase de pesquisa à fase de lavra e autoriza a extração mineral, mas não a operação comercial da mina;
- Licença de Lavra, que cobre toda a fase de lavra do projeto;
- Licença de Trabalho, que pode ser necessária quando a exploração e/ou a lavra incluir atividades que não estão diretamente relacionadas à exploração e/ou à lavra;
- Licença Especial, necessária para investigação científica, serviços de reconhecimento geológico ou outros, e retirada de pequenas amostras para coleção em águas costeiras.

O Ministério de Recursos Naturais e o Ministério do Meio Ambiente trabalham em conjunto as questões de controle ambiental da mineração. A agência federal Environment Protection Agency (EPA) trabalha em conjunto com os Estados e os Territórios na avaliação dos impactos, cabendo a eles últimos o controle e a fiscalização das ações.

2.2.4.3. Sugestões para a legislação brasileira

Os instrumentos legais referentes à mineração marinha foram amplamente discutidos neste capítulo, mas em que pese a importância de tais dispositivos, as peculiaridades do ambiente marinho demandam a criação de alguns instrumentos específicos de legislação mineral e ambiental, a fim de que a pesquisa e a lavra sejam desenvolvidas de forma sustentável, o que inclui a necessidade de que a atividade pesqueira e as demais atividades marinhas sejam convenientemente protegidas. Essas sugestões terão aplicação mais direta na exploração de granulados e pláceres, pois são os recursos minerais passíveis de exploração em curto prazo, já havendo demanda no Brasil.

No que tange à legislação mineral, Cavalcanti (2007) sugere:

- A criação de uma comissão para análise prévia de todos os requerimentos de pesquisa protocolados nas áreas do MT, da PC e da ZEE;
- A modificação do limite máximo das áreas e do prazo de validade do alvará de autorização para a pesquisa nas regiões localizadas no MT, na PC e na ZEE; a área máxima única seria de 5 mil ha e o prazo único de validade do alvará de autorização restringir-se-ia a três anos;
- A vinculação da aprovação do Relatório Final de Pesquisa e do Plano de Aproveitamento Econômico à apresentação de dados específicos e imprescindíveis para a sustentabilidade da exploração mineral no mar.

No que concerne à legislação ambiental, o mesmo autor (CAVALCANTI, 2007) propõe a edição de uma resolução do Conama especificamente voltada à mineração em fundo marinho, que contemple as informações mínimas necessárias para a elaboração de EIA/Rimas.

Ainda segundo Cavalcanti (2007), alguns ajustes na legislação mineral vigente poderão suprir perfeitamente as necessidades oriundas das especificidades da pesquisa e da lavra mineral. No entanto, a sua aplicabilidade pode ser comprometida pela falta de pessoal especializado e de recursos materiais por parte do órgão fiscalizador, que é o DNPM.

Já a aplicação da legislação ambiental, que é extensa e conflitante, vem enfrentando dificuldades, e é preciso que seja feita uma compatibilização. A modificação sugerida poderá minimizar os problemas hoje existentes, mas também apresenta o risco de que sua aplicação seja comprometida pelos motivos anteriormente citados, quais sejam, a falta de pessoal especializado e de recursos materiais por parte do órgão fiscalizador, no caso o Ibama (CAVALCANTI, 2007).



Assim sendo, a maior integração entre as instituições envolvidas na fiscalização, DNPM e Ibama, poderia minimizar os problemas existentes, principalmente com relação à falta de pessoal especializado e de recursos materiais para as atividades de fiscalização no mar (CAVALCANTI, 2007).

2.2.5. Legislação nacional relacionada aos recursos vivos (pesca e aquicultura)

2.2.5.1. Legislação relativa à pesca

A legislação pesqueira hoje em vigor no Brasil está assentada no Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967 (BRASIL, 1967a), que dispõe sobre a proteção e os estímulos à pesca e dá outras providências, sendo considerado o Código da Pesca Brasileira. Em virtude de se encontrar há quarenta anos em vigor, esse diploma legal tornou-se anacrônico sob vários aspectos, fazendo-se urgente a sua atualização e modernização. Nesse sentido, já existe a proposta de um novo Código de Pesca em processo de análise pelo Congresso Nacional.

Um outro instrumento básico de regulação da atividade pesqueira no país é o Decreto nº 4.810, de 19 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003d), que dispõe sobre a operação de embarcações pesqueiras na costa brasileira. Esse decreto, juntamente com o Decreto-Lei nº 221 (BRASIL, 1967a), deverá ser revogado com a aprovação do novo Código de Pesca.

A legislação pesqueira brasileira que disciplina o acesso aos recursos vivos do mar conta, ainda, com uma grande quantidade de instrumentos legais apresentados sob a forma de portarias, instruções normativas e regulamentos, dos quais os mais recentes são:

- Instrução Normativa Seap/PR nº 18, de 25 de agosto de 2006, que altera o Programa de Subvenção Econômica ao Preço do Óleo Diesel Adquirido para Abastecimento de Embarcações Pesqueiras Nacionais (BRASIL, 2006a);
- Instrução Normativa Interministerial nº 2, de 4 de setembro de 2006, que institui o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (Preps – BRASIL, 2006b);
- Instrução Normativa Conjunta nº 1, de 29 de setembro de 2006, que institui o Programa Nacional de Observador de Bordo (Probordo) e estabelece os procedimentos para atuação dos observadores de bordo nas embarcações pesqueiras (BRASIL, 2006c);
- Instrução Normativa Ibama nº 125, de 18 de outubro de 2006, que estabelece os procedimentos para a implantação de recifes artificiais no âmbito da gestão de recursos pesqueiros (BRASIL, 2006d);

- Instrução Normativa Seap/PR nº 24, de 26 de dezembro de 2006, que estabelece normas e procedimentos para a importação e nacionalização de embarcações estrangeiras de pesca (BRASIL, 2006f);
- Instrução Normativa Seap/PR nº 1, de 30 de janeiro de 2007, que dispõe sobre critérios e procedimentos para permissão de pesca de embarcações para pesca de lagostas (BRASIL, 2007).

A Política Nacional para os Recursos do Mar, por sua vez, é condicionada por instrumentos mais abrangentes, como a própria Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1993), que considera o MT e os recursos da ZEE e da PC bens da União. São instrumentos legais básicos dessa política:

- a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (BRASIL, 1988c);
- a Lei nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993, que dispõe sobre o MT, a ZC, a ZEE e a PC brasileiros, e disciplina os direitos e deveres do Brasil nas áreas citadas (BRASIL, 1993).

A Política Nacional para os Recursos do Mar no Brasil também está em consonância com os atos internacionais descritos na seção anterior, os quais definem a moldura jurídica global e balizam as ações que cada nação deve desenvolver para que seja alcançada a meta comum de uso sustentável dos recursos do mar. A regulamentação dessa legislação internacional está normatizada pelos seguintes instrumentos legais:

- Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, os seus fins e mecanismos de formulação e aplicação (BRASIL, 1981);
- Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997a);
- Lei nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997, que dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional (LESTA – BRASIL, 1997c);
- 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 – Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998a);
- Lei nº 9.636, de 15 de maio de 1998, que dispõe sobre a regularização, a administração, o aforamento e a alienação de bens imóveis de domínio da União (BRASIL, 1998c);
- Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000 (BRASIL, 2000b) – Lei do Óleo –, e seu decreto de regulamentação – Decreto nº 4.136, de 20 de fevereiro de 2002 (BRASIL, 2002) –, que dispõem sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional;



- Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 – Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC - BRASIL, 2000c);
- Lei nº 11.380, de 1º de dezembro de 2006 – que dispõe sobre o arrendamento de embarcações de pesca estrangeiras a casco nu (BRASIL, 2006e);
- Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, que institui o Código de Mineração (BRASIL, 1967b);
- Decreto nº 96.000, de 02 de maio de 1988, que estabelece as normas para a realização de pesquisa e investigação científica na plataforma continental e em águas sob jurisdição brasileira (BRASIL, 1988b);
- Decreto de 05 de janeiro de 1994, que atribui funções a serem exercidas pelo Comando da Marinha e pelo Ministério da Ciência e Tecnologia junto à Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI) da Unesco (BRASIL, 1994a);
- Decreto nº 1.265, de 11 de outubro de 1994, que aprova a Política Marítima Nacional (BRASIL, 1994c);
- Decreto nº 3.939, de 26 de setembro de 2001, que dispõe sobre a Cirm (BRASIL, 2001b);
- Decreto nº 4.136, de 20 de fevereiro de 2002, que dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional (BRASIL, 2002);
- Decreto nº 4.703, de 21 de maio de 2003, que dispõe sobre o Programa Nacional da Diversidade Biológica (Pronabio) e sobre a Comissão Nacional da Biodiversidade (BRASIL, 2003b).

2.2.5.2. Legislação relativa à aqüicultura

A aqüicultura está igualmente regulada pelo Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967 – Lei da Pesca (BRASIL, 1967a) –, anteriormente mencionado, em virtude da caracterização da atividade aqüícola como segmento econômico integrante do setor pesqueiro. Por outro lado, a Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 2003a) não menciona a aqüicultura, mas sim, e genericamente, a pesca, inserindo-a no planejamento agrícola.

Para a devida contextualização, vale destacar que são considerados bens da União, além do MT, a ZEE e a PC – já destacados no item 3.2.1 –, as águas interiores e os álveos das águas públicas da União, os lagos, os rios e quaisquer correntes d'água em terrenos de domínio da União – ou que banhem mais de uma Unidade da Federação, sirvam de limites com outros países ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham –, e depósitos decorrentes de obras da União, açudes, reservatórios e canais,

inclusive aqueles sob a administração do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) ou da Companhia do Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do Vale do Parnaíba (Codevasf).

A atividade aquícola está regulamentada pelo Decreto nº 4.895, de 25 de novembro de 2003 (BRASIL, 2003e), que dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos em corpos d'água de domínio da União para fins de aquíicultura, e pela Instrução Normativa Interministerial nº 06, de 31 de maio de 2004, que normatiza a implantação de empreendimentos aquícolas (BRASIL, 2004b). Ainda que fundamentais num primeiro momento – tendo em vista a necessidade de regulamentação e de formalização dessa importante atividade econômica –, esses procedimentos criados e em vigor têm penalizado o setor produtivo com excessiva burocracia, em virtude das competências dos órgãos governamentais envolvidos no registro da atividade – de responsabilidade da Seap/PR –, no licenciamento ambiental – por meio do Ibama e dos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMAS) –, na outorga de água – pela Agência Nacional das Águas (ANA) –, na cessão de espaços físicos – da Secretaria de Patrimônio da União (SPU) do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) –, e no controle do tráfego aquaviário, realizado pela Capitania dos Portos da Marinha do Brasil. Aumentar o controle e a vigilância flexibilizando o atual arcabouço legal constitui-se no maior desafio a ser superado nesse contexto.

No caso específico da maricultura, além da legislação acima referenciada, a Seap/PR publicou a Instrução Normativa nº 17, de 22 de setembro de 2005, a qual “dispõe sobre critérios e procedimentos para a formulação e a aprovação de Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura (PLDMS), visando à delimitação dos parques aquícolas e faixas ou áreas de preferência de que trata o art. 3º da Instrução Normativa Interministerial nº 06, de 28 de maio de 2004” (BRASIL, 2005c). Os PLDMS são instrumentos de planejamento participativo para a identificação de áreas propícias à delimitação dos parques aquícolas marinhos e estuarinos, bem como das faixas ou áreas de preferência para comunidades tradicionais, com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável da maricultura em águas de domínio da União. Esses Planos Locais permitirão, ainda, melhor caracterização ambiental em sua área de abrangência; a identificação das diversas formas de ocupação, considerando-se os múltiplos usos da área, incluindo as outras atividades produtivas no entorno que podem causar impactos na prática da maricultura; a participação da comunidade local e dos demais usuários dos recursos da zona costeira; e a participação de instituições locais envolvidas com pesquisa, fomento, extensão, ordenamento e controle da maricultura, de instituições envolvidas com o planejamento da zona costeira, bem como de representantes do setor produtivo da maricultura.

De uma forma generalizada, os desafios legais e institucionais para a consolidação da maricultura como atividade portadora de potencial social e econômico para a ocupação sustentável do mar



brasileiro se prendem, em primeiro lugar, à responsabilidade governamental na definição das competências e do marco organizacional, podendo-se destacar especificamente:

- Demarcação de faixas de preferência, parques e áreas aquícolas;
- Avaliação ambiental estratégica para a definição e seleção de áreas propícias, de forma participativa, salvaguardando-se aquelas de proteção ambiental e aquelas utilizadas por outras atividades econômicas, de modo a atrair investidores para o setor, e garantindo, ao mesmo tempo, o estudo de impactos e conflitos e a proposição de medidas mitigadoras;
- Contribuição para o processo de licenciamento ambiental;
- Revisão de toda a legislação federal e das legislações estaduais e municipais, garantindo sua flexibilização e o incentivo às potencialidades locais para o planejamento estratégico e participativo;
- Caracterização da fauna e flora aquáticas, da vegetação costeira, das aves e dos animais terrestres.

Vale enfatizar, ainda, a Lei nº 7.661 (BRASIL, 1988c), que, embora não mencione especificamente a aquíicultura, ressalta que os projetos e empreendimentos de maricultura devem guardar a devida observância aos dispositivos nela contidos.

Por fim, considerando-se que os produtos – *in natura* ou beneficiados – oriundos da pesca e da aquíicultura são destinados ao consumo humano e animal, é pertinente que haja uma atenção especial para os aspectos relacionados à sanidade animal e sanitária. A legislação específica relacionada à questão é elencada a seguir:

- Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969 – institui normas básicas sobre a industrialização de alimentos (BRASIL, 1969b);
- Lei nº 6.198, de 26 de dezembro de 1974 – dispõe sobre a inspeção e a fiscalização obrigatórias dos produtos destinados à alimentação animal (BRASIL, 1974c);
- Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977 – configura infrações à legislação sanitária federal, estabelecendo as sanções respectivas (BRASIL, 1977);
- Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989 – dispõe sobre a inspeção sanitária e industrial dos produtos de origem animal (BRASIL, 1989d);
- Instrução Normativa nº 53, de 02 de julho de 2003 – aprova o Regulamento Técnico do Programa Nacional de Sanidade de Animais Aquáticos (PNSAA – BRASIL, 2003c);

Decreto nº 5.564, de 19 de outubro de 2005 – institui o Comitê Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves (CNCMB – BRASIL, 2005d).



3. Recursos não-vivos da plataforma continental brasileira e áreas oceânicas adjacentes

3.1. Introdução

O fundo marinho do Oceano Atlântico Sul e Equatorial representa uma complexa região do meio ambiente de grande interesse científico, econômico e estratégico, a qual compreende os ambientes costeiros, transicionais e oceânicos. Os recursos minerais potencialmente econômicos desta região incluem depósitos de cascalho e areais, sedimentos carbonáticos, pláceres, fosforitas, evaporitos e enxofre associados, carvão, hidratos de gás, sulfetos polimetálicos, nódulos polimetálicos, crostas cobaltíferas, além de petróleo e gás, que não são objeto desse estudo.

Depósitos de cascalho e areais terrígenas são amplamente explorados em outros países. No Brasil, eles já vêm sendo explorados para uso em recuperação de praias erodidas e na construção civil. Os sedimentos carbonáticos estendem-se desde a foz do rio Pará até as vizinhanças de Cabo Frio, caracterizando a PCB como uma das mais longas e contínuas regiões marinhas do mundo atapetadas por esse tipo de depósito mineral. Sob o ponto de vista econômico, os pláceres de minerais pesados com reservas registradas encontram-se principalmente ao longo dos cordões litorâneos, sendo os principais minerais explorados a monazita, a ilmenita, o zircão e o rutilo, além de ouro e diamantes. Ocorrências de depósitos de fosforitas são conhecidas nas regiões Nordeste e Sudeste, a profundidades que variam de 200 a 600 m. Apesar de sua importância como fertilizante e da nossa dependência na sua importação, os estudos sobre estes tipos de depósito na margem continental brasileira não foram ainda devidamente estimados. Os depósitos de evaporitos até agora estudados são encontrados em várias bacias litorâneas desde Alagoas até São Paulo, destacando-se os depósitos na bacia do Espírito Santo. As reservas lavráveis registradas de sal-gema do Brasil já ultrapassam 1,2 bilhão de toneladas (DNPM, 2006). Os depósitos de carvão mineral da PCB descritos até o momento estão localizados na costa do estado de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, onde camadas de carvão com espessura de cerca de 9 m foram localizadas em profundidades entre 700 e 800 m. Os hidratos de gás constituem fontes abundantes de energia já conhecidas na PCB e áreas oceânicas adjacentes. Nódulos polimetálicos e crostas cobaltíferas foram identificados em bacias oceânicas e montes submarinos da plataforma continental, mas apesar de constituírem uma fonte inesgotável de cobalto, níquel, cobre e manganês, são pouco estudados no Brasil. Os depósitos de sulfetos poli-

metálicos e os recursos biotecnológicos associados são considerados os recursos marinhos de maior interesse econômico e estratégico depois do petróleo e do gás. Esses recursos têm atraído investimentos da indústria mineral internacional em ZEEs de alguns países e também em áreas internacionais sob a jurisdição da Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos. Esses depósitos podem atingir até 100 milhões de toneladas e geralmente apresentam alta concentração de cobre, zinco, chumbo, bário, cádmio e antimônio, além de ouro e prata.

Apesar do seu grande interesse econômico e estratégico, esses recursos não têm sido objeto de estudo aprofundado nem de aproveitamento em escala industrial. Dessa forma, além de não contribuírem para promover o desenvolvimento sustentado do país, eles não têm sido catalogados de forma a constituir reservas estratégicas para o Brasil.

A metodologia de trabalho adotada para a elaboração do presente estudo, no âmbito dos recursos não-vivos, englobou quatro etapas principais, a saber:

- Redação de notas técnicas por especialistas de diferentes áreas, para subsidiar as discussões que seriam realizadas em etapas posteriores;
- Consultas a representantes das comunidades científica, empresarial e governamental sobre os diferentes aspectos relacionados à pesquisa, à lavra e ao beneficiamento dos recursos minerais marinhos (Apêndice 1);
- Realização de uma oficina de trabalho com representantes das comunidades científica, empresarial e governamental para apresentar e discutir os resultados das etapas anteriores;
- Consolidação do documento final.

No que concerne à primeira etapa, foram redigidas oito notas técnicas:

A primeira (PEREIRA & SOUZA, 2007) discorre sobre os avanços e retrocessos nas negociações sobre a exploração dos recursos minerais marinhos da área internacional dos oceanos que precederam o estabelecimento da Convenção da Nações Unidas sobre o Direito do Mar (ONU, 1982).

A segunda (SOUZA & PEREIRA, 2007) trata do arcabouço legal internacional dos recursos minerais marinhos, trazendo alguns tipos diferenciados de jurisdição estabelecidos pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, tais como MT, ZC, ZEE, Área Internacional dos Fundos Marinhos e Alto Mar, que foram aplicados ao conceito de Espaço Marinho Brasileiro.

A terceira (SOUZA, 2007) trata dos aspectos político-estratégicos dos recursos minerais da área inter-



nacional dos oceanos, e aponta regiões de interesse nacional para a pesquisa mineral no Atlântico Sul e Equatorial.

A quarta (CAVALCANTI, 2007) aborda aspectos da legislação mineral e ambiental no Brasil e no exterior e sua relação com a exploração mineral marinha. Nela são apontadas algumas questões que podem vir a criar empecilhos para a exploração mineral no Espaço Marinho Brasileiro, com sugestões de modificações para a melhor adequação dos instrumentos existentes, tais como autorização de pesquisa, concessão de lavra e licenciamento ambiental. De vez que já existe hoje no Brasil uma forte demanda por áreas para o desenvolvimento de pesquisa mineral no mar, a discussão suscitada por essa nota técnica é mais do que pertinente e oportuna, pois pode evitar futuros problemas decorrentes da inadequação da legislação vigente.

A quinta (MARTINS, 2007) versa sobre os aspectos científicos dos recursos minerais marinhos, como tectônica, mudanças eustáticas do nível do mar e alterações ambientais, e compreende o ambiente de formação desses recursos e suas diferentes classificações.

A sexta (MARTINS & SOUZA, 2007) discorre sobre as principais ocorrências de recursos minerais na PCB e nas áreas oceânicas adjacentes. Ao final, debate a adoção da zona costeira como um recurso não-vivo, a exemplo das discussões promovidas durante as reuniões do Grupo de Coordenação do programa Ocean Science in Relation to Non-Living Resources (OSNLR) – Ciência Oceânica Relativa a Recursos Não-Vivos – da Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI)– da Unesco.

A sétima (SOUZA & MARTINS, 2007) apresenta um estudo sobre a tecnologia de pesquisa, lavra e beneficiamento dos diferentes tipos de recursos minerais que ocorrem na PCB e nas regiões oceânicas adjacentes.

A oitava e última nota técnica (BORGES, 2007) discute a importância socioeconômica dos recursos minerais marinhos. Para tanto, além dos indicadores ou parâmetros tradicionalmente analisados – reservas, produção e comércio exterior –, foram utilizadas, sempre que possível e justificável, análises qualitativas enfocando três vetores que auxiliam a mensuração da importância econômica dos recursos minerais, a saber: (a) sua contribuição à cadeia de valor da economia nacional; (b) seu impacto social (avaliado à luz da imagem pública do setor); (c) sua expressão política – medida pelo espaço institucional que lhe é reservado nas estruturas e nos processos de gestão e implementação das políticas públicas.

A segunda etapa teve como objetivo acessar diferentes experiências e pontos de vista sobre aspectos relacionados à pesquisa, à lavra e ao beneficiamento de recursos minerais da PCB e das áreas oce-

ânicas adjacentes. Para tal, e como já mencionado, procedeu-se a uma consulta a membros das comunidades científica, empresarial e governamental brasileiras. Essa consulta foi realizada com base num protocolo constituído por doze questões, abrangendo assuntos relacionados a:

- Recursos minerais prioritários de interesse político, estratégico ou econômico para o Brasil;
- Espaços marinhos específicos prioritários, de interesse político, estratégico ou econômico para a pesquisa e a lavra de recursos minerais marinhos;
- Ocorrências associadas de recursos naturais diversos – minerais e biológicos – em áreas geográficas prioritárias;
- Vulnerabilidade ambiental relacionada ao aproveitamento de recursos minerais nas áreas prioritárias indicadas;
- Aspectos que devem ser levados em consideração, relacionados ao arcabouço legal, que, se reformulados, facilitariam o desenvolvimento da pesquisa e o aproveitamento dos recursos minerais nas áreas prioritárias indicadas;
- Obstáculos que dificultam o desenvolvimento da pesquisa e o aproveitamento racional e sustentado dos recursos minerais marinhos;
- Ações prioritárias que poderiam favorecer a pesquisa e o aproveitamento racional e sustentado dos recursos minerais nas áreas prioritárias indicadas;
- Inovações e desenvolvimento científico que permitiriam a superação de gargalos tecnológicos;
- Pontos fortes e fracos da capacidade instalada local e nacional para levar adiante os estudos de ciência e tecnologia identificados na resposta anterior;
- Possíveis impactos socioeconômicos decorrentes do aproveitamento dos recursos minerais nas áreas prioritárias;
- Estrutura institucional ideal para, no médio e longo prazos, induzir a ampliação e a manutenção da infra-estrutura necessária à consecução dos objetivos identificados nas respostas anteriores;
- Outros assuntos que englobam todas as sugestões e observações feitas ao longo do desenvolvimento do estudo.

O Núcleo de Assuntos Estratégicos (NAE) sugeriu que quatro outros tópicos fossem incluídos, os quais são elencados a seguir:

- Questões estruturantes em relação à dimensão territorial – este tópico visa a identificar possíveis unidades geográficas de gestão da PC de forma a dimensionar, fomentar e orga-



nizar atividades minerais marinhas, de acordo com as suas características e capacidades específicas;

- Fatos portadores de futuro – aqueles sobre os quais não se tem controle, que determinam uma situação futura inevitável e cujos efeitos nocivos devem ser minimizados;
- Projetos estruturantes – aqueles que, realizados no presente, terão uma repercussão decisiva no futuro;
- Perspectivas de desenvolvimento de atividades de pesquisa e aproveitamento dos recursos minerais marinhos nos seguintes horizontes temporais: 2007, 2015, 2022 e 2027 – visa a organizar, de forma temporal, as prioridades, sugestões e recomendações feitas ao longo do estudo.

Culminando tais consultas, foi realizada uma oficina de trabalho com a participação daqueles que contribuíram com a pesquisa e as notas técnicas, além de especialistas convidados. Essa terceira etapa de elaboração do trabalho permitiu um amplo debate, que amadureceu as propostas colocadas individualmente e definiu uma agenda de prioridades de maneira consensual. Participaram dessa oficina de trabalho especialistas em recursos vivos e em inovação, ciência e tecnologia marinhas (C&TM), o que promoveu uma discussão mais ampla, que se estendeu para além dos recursos minerais marinhos e envolveu todo o contexto do mar e dos ambientes costeiros.

Além dessas três etapas, foram realizadas discussões com o grupo de elaboração do VII Plano Setorial dos Recursos do Mar (VII PSRM) – coordenado pela Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM) –, de forma a alinhar os horizontes temporais propostos neste estudo aos propostos pelo VII PSRM.

Foram feitas outras discussões no âmbito da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia (SGM/MME) e seus órgãos vinculados, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM¹) e o Departamento Nacional de Produção Mineral, incluindo o grupo de elaboração do Projeto Tendências Tecnológicas, coordenado pelo Centro de Tecnologia Mineral (Cetem) e co-coordenado pelo CPRM. Tais discussões tiveram como objetivo principal alinhar os horizontes temporais propostos àqueles estabelecidos pelo Projeto Tendências Tecnológicas.

Ao final, durante a quarta etapa, o documento final foi consolidado, incluindo todas as informações e discussões realizadas nas etapas anteriores.

Para efeito deste estudo, os recursos não-vivos da PCB e das áreas oceânicas adjacentes foram subdivididos em dois grupos distintos (SOUZA & PEREIRA, 2007), a saber:

1. Nome de fantasia advindo da razão social Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Em: www.cprm.gov.br

- Os que têm valor político-estratégico, como nódulos polimetálicos, crostas cobaltíferas e sulfetos polimetálicos, pois maior do que o valor econômico de sua exploração é seu valor estratégico, garantindo o predomínio brasileiro em áreas internacionais adjacentes às de jurisdição nacional;
- Os situados na PC, como granulados litoclásticos (areias e cascalho), granulados bioclásticos (carbonatos), pláceres (ouro, diamante, platina, cromita, ilmenita, rutilo, zircão, etc.), fosforitas, evaporitos, enxofre, carvão e hidratos de gás, que têm valor socioeconômico, pois podem movimentar a economia e gerar empregos no curto e médio prazos.

3.2. Recursos minerais de valor político-estratégico

O interesse econômico pelos recursos minerais da área internacional dos oceanos teve início nos anos 50, quando Mero (1959), pesquisador da Universidade de Berkeley, nos Estados Unidos, analisou a rentabilidade dos depósitos de nódulos polimetálicos localizados no leito marinho e demonstrou que:

- o teor de níquel dos nódulos era igual ou superior àquele das jazidas terrestres lateríticas pobres, que vinham sendo aproveitadas;
- o teor de cobre dos nódulos era superior àquele dos porfiritos cupríferos já explorados à época;
- o teor de cobalto dos nódulos era similar àquele de certos depósitos em fase de produção;
- o teor de manganês dos nódulos equiparava-se àquele das jazidas australianas, que estavam em vias de ser aproveitadas.

Entretanto, somente em meados da década de 1960 as indústrias de mineração passaram a se interessar por essa fonte potencial de metais, iniciaram a prospecção e passaram a estudar os sistemas de exploração e tratamento metalúrgico dos nódulos polimetálicos.

A tomada de consciência do valor econômico que poderiam ter os nódulos polimetálicos localizados no leito marinho e a intensificação das atividades voltadas ao aproveitamento desses recursos conduziu o então presidente dos EUA, Lyndon Johnson, a manifestar-se contra a possibilidade de criação de “uma nova forma de competição colonial entre as potências marítimas” e contra “a corrida desmesurada para a utilização dos leitos marinhos além das jurisdições nacionais”, em 1966. Naquela ocasião, Johnson afirmou que os leitos marinhos são “herança de todos os seres humanos” e deveriam permanecer como tal.



Em 1967, o representante de Malta na ONU, Arvid Pardo, chamou a atenção da Assembleia Geral sobre a possível apropriação dos leitos marinhos por parte de Estados tecnologicamente avançados e colocou em pauta o conceito revolucionário de “patrimônio comum da humanidade”, referindo-se a todos os recursos minerais, aí se incluindo os hidrocarbonetos situados além das jurisdições nacionais. Em 1970, a Assembleia Geral das Nações Unidas adotou a Declaração de Princípios (ONU, 1970) pela qual o leito dos oceanos e seu subsolo situados além das jurisdições nacionais, bem como seus recursos minerais, são patrimônio comum da humanidade.

Os anos 1970 e 1980 foram marcados por intensa atividade relacionada ao futuro do aproveitamento dos recursos minerais marinhos. Vários consórcios de mineração foram formados e atuaram intensamente na prospecção de nódulos polimetálicos e no desenvolvimento de sistemas de mineração e beneficiamento dos metais de valor econômico neles contidos.

As previsões de algumas empresas de mineração indicavam um retorno anual de investimento da ordem de 35% na exploração dos nódulos polimetálicos. Tais estimativas, que se revelaram excessivamente otimistas, alarmaram os países produtores dos metais de valor econômico – níquel, cobre, cobalto e manganês – existentes nos nódulos. Assim, essas nações exerceram forte pressão nas negociações realizadas durante a III Conferência das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (ONU, 1982). Como resultado, mais da metade do texto final da Convenção se refere à gestão dos recursos minerais do leito marinho situado além das jurisdições nacionais.

3.2.1. Recursos minerais da parte internacional dos oceanos

3.2.1.1. Nódulos polimetálicos

Nódulos polimetálicos, ou nódulos de manganês, são concreções ricas em metais de valor econômico, tais como manganês, cobre, níquel e cobalto. Eles ocorrem geralmente em grandes profundidades, em torno de 4 mil m. Embora os nódulos do Oceano Atlântico geralmente não atinjam os teores em metais encontrados nos do Pacífico (2,2% de níquel, 1,7% de cobre, 0,25% de cobalto e 30% de manganês), várias ocorrências de nódulos polimetálicos são conhecidas em regiões adjacentes à costa brasileira.

No Brasil, as ocorrências conhecidas de nódulos polimetálicos foram registradas, na maioria quase absoluta, por navios de pesquisa de instituições estrangeiras.

Durante o cruzeiro Chain-115, realizado em 1974 com a participação do Projeto de Reconhecimento Global da Margem Continental (Remac), uma dragagem efetuada no Platô de Pernambuco entre 1.750 e 2.200 m de profundidade recuperou cerca de 150 kg de material constituído predominantemente por nódulos polimetálicos de alta esfericidade e denso recobrimento metálico, além de rochas calcárias, vasas de globigerina, lamas e fragmentos de rochas ígneas envolvidas por óxido de ferro. Os nódulos, cujas formas dominantes são esféricas e ovais, têm dimensões variáveis, com diâmetros entre 2 e 12 cm; contudo, alguns fragmentos incompletos sugerem a existência de nódulos maiores. Em mais de 90% dos nódulos recuperados o núcleo é constituído de fosforita e o recobrimento metálico que o circunda concentricamente tem espessuras que variam entre 0,5 e 7,5 cm (MELO et al., 1978). A composição química dos nódulos do Platô de Pernambuco apresenta um teor de 27,88% de fósforo nos núcleos de doze amostras analisadas; no recobrimento periférico foram medidos teores de 20 a 30% de manganês; de 30%, em média, de ferro; de 0,20 a 1,40% de níquel; de 0,6 a 1,55% de cobalto; de 0,04 a 0,23% de cobre; de 0,08 a 0,53% de chumbo; e de 0,12%, em média, de zinco.

Em outro cruzeiro, realizado em 1976, o Projeto Remac, juntamente com a Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN), voltou a recuperar naquele platô nódulos e crostas manganésíferas. Foi reportada a ocorrência de nódulos polimetálicos com núcleo de fosforita, recuperados em duas dragagens efetuadas no flanco nordeste do platô, e de crostas de manganês e ferro em várias outras dragagens (GUAZELLI et al., 1977). Uma testemunhagem realizada em torno de 2.200 m de profundidade no flanco sudeste do platô mostrou um horizonte formado de crosta de ferro e manganês, comprovando a hipótese de que a concentração preferencial de elementos metálicos no Platô de Pernambuco ocorre no seu flanco leste, desde a porção sudeste até a nordeste.

As demais ocorrências conhecidas foram compiladas por Xavier (1978). Ainda que aquelas que podem ser notadas ao longo do Canal Vema ou nos flancos da cadeia Vitória-Trindade possam refletir zonas de maiores concentrações, tal afirmação é prematura porque os levantamentos efetuados no Atlântico Sul são escassos. Parece mais plausível considerar que os achados acima mencionados indicam que essas zonas foram mais amostradas e objeto de maior número de levantamentos.

Nos anos futuros, a economia será o fator principal e a tecnologia desempenhará o papel de elemento-suporte. Exemplo disso é o rápido aumento da demanda de níquel na última década, em consequência da crescente industrialização da China, da Índia e de outros países em desenvolvimento. Também a demanda por cobalto cresceu, em virtude de sua utilização na obtenção de maior densidade de energia em baterias. Por sua vez, o cobre passou a ser mais procurado para responder à expansão da indústria automobilística.



3.2.1.2. Crostas cobaltíferas

Tipicamente encontrados em montes submarinos nos quais existe influxo modesto de sedimento, esses depósitos vêm sendo considerados possíveis fontes de manganês, cobre, níquel e, principalmente, cobalto, além de cádmio e molibdênio. Os melhores depósitos até agora encontrados em cadeias de montes submarinos localizadas em diferentes profundidades situam-se nas porções central e leste do Oceano Pacífico. Crostas de ferro-manganês ricas em cobalto nesse oceano foram objeto de estudo por Hein et al. (1999).

Estão normalmente associadas a crostas polimetálicas formadas por óxidos de manganês e ferro, que incorporam outros metais em sua estrutura. Via de regra, são encontradas em superfícies expostas do fundo oceânico e em declives de montes submarinos. Em algumas áreas, possuem níveis elevados de cobalto, daí sua denominação.

Crostas cobaltíferas ocorrem em pavimentos de espessura superior a 2,5 m, principalmente em montes submarinos. As profundidades em que elas ocorrem variam de 400 a 4 mil m, porém as mais ricas em cobalto encontram-se geralmente entre 800 e 2.200 m, na zona de mínimo de oxigênio.

Crostas cobaltíferas foram amostradas em montes submarinos da costa leste brasileira e amplamente estudadas na Elevação do Rio Grande, situada em área adjacente à PCB. No entanto, nunca foram realizados estudos mais aprofundados sobre o potencial mineral desse recurso no Brasil.

3.2.1.3. Sulfetos polimetálicos

Pesquisas sobre depósitos de sulfetos polimetálicos e os recursos biotecnológicos a eles associados provenientes do assoalho oceânico são conduzidas por inúmeras instituições acadêmicas e governamentais ao redor do mundo. Os depósitos de sulfetos polimetálicos freqüentemente contêm altas concentrações de cobre (calcopirita), zinco (esfalerita) e alumínio (galena), além de ouro e prata.

Elevadas concentrações de ouro foram recentemente encontradas num tipo de depósito epitermal marinho até então identificado apenas em regiões continentais. Devido à alta concentração de metais preciosos e de base, os depósitos de sulfetos polimetálicos têm atraído investimentos de parte da indústria mineral em ZEEs de alguns países e também em áreas internacionais, que estão sob a jurisdição da Autoridade. A extração de tais depósitos aparenta ser viável tanto econômica quanto ambientalmente, devido às vantagens que apresenta sobre os depósitos terrestres, e provavelmente tornar-se-á uma realidade nas próximas décadas.

No Atlântico Sul, esses recursos foram pouco estudados, mas podem estar presentes ao longo da cordilheira meso-atlântica e nas proximidades do Arquipélago São Pedro e São Paulo, que integra a ZEE do Brasil. Em que pese a sua importância, esses recursos não têm sido objeto de estudos aprofundados ou de aproveitamento no Brasil.

Atualmente, os sulfetos polimetálicos atraem mais atenção das indústrias de mineração do que os nódulos polimetálicos. Alguns sítios de interesse econômico já foram identificados no Oceano Pacífico. Os países líderes nesse campo são os Estados Unidos, a França, a Alemanha, a Grã-Bretanha, o Japão, a Rússia, a Austrália, a China e a Coreia do Sul. Em outros países, como Portugal e Itália, a exploração de sulfetos marinhos também vem se desenvolvendo nos últimos anos.

3.2.2. Início das atividades de prospecção de nódulos polimetálicos do leito marinho

O início das atividades de prospecção de nódulos polimetálicos de leito marinho foi marcado pelo envolvimento de mais de 40 empresas de mineração, de dezesseis países (LENOBLE, 1996).

Quatro consórcios foram formados nos EUA entre 1974 e 1977:

- Kennecott Consortium (KCON) – Criado em janeiro de 1974, inclui uma empresa norte-americana, duas britânicas, uma japonesa e uma canadense;
- Ocean Mining Associates (OMA) – Formado em 1974 por duas empresas norte-americanas, uma belga e cinco japonesas;
- Ocean Management Incorporated (OMI) – Fundado em 1975 por uma empresa canadense, quatro alemãs e dezenove japonesas;
- Ocean Minerals Company (Omco) – Constituído em 1977 por duas empresas norte-americanas e uma holandesa.

Na França, a Sociedade Le Nickel e o Centro Nacional para a Exploração dos Oceanos (CNEXO) – posteriormente transformado em Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer) – associaram-se em 1970 para conduzir as primeiras prospecções no sul do Oceano Pacífico. Em 1974, o Comissariado para Energia Atômica (CEA) e o Estaleiro France Dunkerque se associaram àqueles anteriormente mencionados para formar a Associação Francesa para o Estudo e a Prospecção de Nódulos (Afernod/Ifremer).



No início dos anos 1980, os russos iniciaram uma prospecção sistemática no Oceano Pacífico utilizando navios de grande porte. Em 1985, constituíram uma empresa de mineração para nódulos polimetálicos (Yuzhmorgeologiya) com mais de 1.200 funcionários que criou equipamentos especialmente adaptados à prospecção dos nódulos.

Em 1982, o Japão criou uma empresa de mineração, denominada Deep Ocean Research and Development (Dord), que agrupava 49 organismos, incluindo alguns que já faziam parte dos consórcios formados nos EUA.

A Índia começou a prospecção do Oceano Índico no início dos anos 1980, contando com meios técnicos da Alemanha. Em seguida, desenvolveu sua própria competência para continuar os trabalhos por conta própria.

Em meados da mesma década, vários países então socialistas, incluindo Polônia, Bulgária, Cuba, República Checa, República Eslovaca e Federação Russa, constituíram um consórcio internacional (Interoceanmetal Joint Organization – IOM), para prospectar nódulos no Oceano Pacífico Central. Nessa década também a China e a Coreia do Sul constituíram suas empresas para exploração de nódulos polimetálicos.

À exceção da Índia, que concentrou suas atividades no Oceano Índico, todos os outros países concentraram suas ações de prospecção no Pacífico, onde os nódulos apresentam teor mais elevado de níquel e cobre.

3.2.3. A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar e o acordo de implementação da Parte XI da Convenção

Nos termos da Convenção, a Área inclui o leito do mar, os fundos marinhos e o seu subsolo além do limite das jurisdições nacionais. A Área e seus recursos minerais são declarados pela Convenção como “patrimônio comum da humanidade”. Assim sendo, todos os direitos sobre esses recursos minerais pertencem à humanidade. A Convenção estabelece ainda que as atividades realizadas na Área devem ser organizadas, realizadas e controladas pela Autoridade, em nome da humanidade como um todo. Nenhum Estado ou pessoa jurídica, singular ou coletiva, poderá reivindicar, adquirir ou exercer direitos relativos aos minerais extraídos da Área, a não ser em conformidade com a Parte XI da Convenção (ONU, 1982).

Algumas das disposições da Parte XI da Convenção (ONU, 1982) estabeleciam que países e empresas que se lançassem na exploração de recursos minerais marinhos na Área deveriam transferir tecnologia e financiar operações de exploração por parte da Autoridade, através de sua Empresa, em nome dos países em desenvolvimento. Diante disso, dezessete países, na maioria desenvolvidos, abstiveram-se de assinar a Convenção, impedindo, dessa forma, a sua universalização. Segundo eles, tais disposições eram economicamente inaplicáveis e penalizavam consideravelmente as empresas que poderiam vir a explorar os recursos minerais da Área.

Um acordo de implementação das disposições sobre a Área foi então negociado entre os países em desenvolvimento e os desenvolvidos. Esse acordo tinha como objetivo inicial assegurar que a Autoridade fosse estabelecida sob as bases de um custo mínimo de funcionamento, visto que a exploração dos recursos minerais da Área não se tornaria realidade nos próximos quinze ou vinte anos.

Tais negociações modificaram várias disposições sobre a Área contidas na Parte XI da Convenção (ONU, 1982), consideradas inaceitáveis pelos países desenvolvidos. As competências da Autoridade foram reduzidas, ao mesmo tempo em que se fortaleceu o papel dos países desenvolvidos, que passaram a participar do Conselho da Autoridade, mesmo os que não haviam assinado a Convenção em Montego Bay. Em 1993, um ano antes de a Convenção entrar em vigor, a grande maioria dos países que detinham capitais e tecnologias para a exploração dos recursos da Área ainda permanecia fora da Convenção.

O conceito de “patrimônio comum da humanidade” com justiça distributiva, sobre o qual foram estruturadas as ações da Autoridade e de seus órgãos, ficou esvaziado com as alterações implementadas durante as negociações. Assim, a Autoridade e seus órgãos passaram a obedecer a critérios de rentabilidade, com vistas à redução máxima dos custos para os Estados-parte.

As mudanças introduzidas no funcionamento da Empresa, braço executivo da Autoridade, dificultaram a sua viabilidade operacional, e ela somente será implantada quando for aprovado o primeiro plano de trabalho para a exploração da Área. Até que comece a operar, o Secretariado da Autoridade desempenhará as funções a ela afetas.

Ao final, em novembro de 1994, pouco antes de a Convenção (ONU, 1982) entrar em vigor, chegou-se a um consenso sobre a adoção de um Acordo para a Implementação da Parte XI. O Acordo passou a vigorar provisoriamente junto com a Convenção, e deve ser interpretado e aplicado, como um único instrumento, em conjunto com a Parte XI. Em caso de incompatibilidade entre tais instrumentos, prevalece o Acordo.



3.2.4. Situação econômica e jurídica das empresas de mineração

No início dos anos 1980, as inúmeras atividades realizadas pelas empresas de mineração já indicavam que o custo de desenvolvimento e de funcionamento da exploração de nódulos polimetálicos no leito marinho seria superior ao retorno financeiro decorrente da venda dos metais extraídos. Essa constatação surgiu ao mesmo tempo em que o preço dos metais começou a cair vertiginosamente, atingindo os seus menores valores históricos (LENOBLE, 1996).

Na realidade, a situação econômica havia mudado em função da desaceleração do crescimento industrial mundial. Contudo, as empresas de mineração oceânica não se deixaram intimidar pela situação. A posse de um sítio de mineração representa um capital financeiro e estratégico que vale a pena preservar.

Os industriais norte-americanos pressionaram o seu governo para que medidas conservadoras fossem tomadas. Assim, em junho de 1980 foi adotado o *Deep Seabed Hard Mineral Resources Act*, que estabelecia que as empresas norte-americanas poderiam prospectar e mais tarde explorar os depósitos de nódulos polimetálicos situados além das jurisdições nacionais. Essa iniciativa unilateral foi seguida por Grã-Bretanha, Alemanha, França e Rússia.

Na ocasião, as negociações sobre o direito do mar ainda se desenrolavam de forma complexa. A Convenção foi estabelecida em 1982, mas somente em 1994 foi concluído o Acordo para Implementação da Parte xi. Apesar do acordo, os Estados Unidos não ratificaram a Convenção. Portanto, os sítios atribuídos pelo governo norte-americano às suas empresas de mineração não foram reconhecidos pela Autoridade, embora também não tenham sido autorizados para nenhum outro Estado.

Desde então, sete empresas de mineração submeteram à Autoridade, segundo os termos da Convenção, os seus planos de trabalho para a exploração de nódulos polimetálicos. Assim sendo, tais empresas receberam o *status* especial de «Investidores Pioneiros» na exploração de nódulos polimetálicos, o que lhes conferiu alguns privilégios. Os Investidores Pioneiros são:

- Department of Ocean Development – DOD (governo da Índia);
- Association Française pour l'Étude et la Recherche des Nodules e Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer – Afernod/Ifremer (França);
- Yuzhmorgeologiya (Federação Russa);
- Deep Ocean Resources Development Co. Ltd. (Japão);
- China Ocean Mineral Resources Research and Development Association – Comra (China);

- Korean Deep-sea Resources Research Center – Kordi (Coréia do Sul);
- Interoceanmetal Joint Organization (Polônia, Bulgária, República Checa, República Eslovaca, Cuba e Federação Russa).

Nos termos da Convenção (ONU, 1982), cada Investidor Pioneiro tem direito a uma área de exploração que não deve exceder 75 mil km². Os pioneiros que até o momento da submissão de seu plano de trabalho não tiverem concluído a delimitação dessa área poderão reivindicar até 150 mil km², mas deverão, no espaço de oito anos, restituir o excedente. A Convenção também determina que cada investidor pioneiro delimite uma outra área de mesmo tamanho e valor econômico, que passa a ser considerada “área reservada” para atividades da Autoridade. Dessa forma, mais de 1,8 milhão de km² dos leitos marinhos dos oceanos Pacífico e Índico foram atribuídos aos sete investidores pioneiros e à Autoridade.

Em 2005, a Alemanha, por intermédio do Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR – Instituto Federal de Geociências e Recursos Naturais), solicitou à Autoridade outro sítio de exploração no Oceano Pacífico. Essa área, somada àquela requisitada pelos sete investidores pioneiros, representa quase 2 milhões de km², o equivalente a mais de 23% da superfície do território brasileiro, ou 11 vezes a área do Estado de São Paulo.

3.2.5. Interesse político-estratégico dos recursos minerais da área

Como foi visto, vários países e empresas têm demonstrado interesse na prospecção de nódulos polimetálicos no leito marinho, o que fica expresso nos quase 2 milhões de km² de áreas com títulos de mineração emitidos para a exploração de tais recursos, embora especialistas no assunto afirmem que essa não é uma mineração economicamente viável.

Atualmente, a Autoridade está elaborando regras e regulamentos internacionais para a exploração de sulfetos polimetálicos e de crostas cobaltíferas que ocorrem na Área. Tão logo esses regulamentos sejam concluídos, outras áreas de mineração também poderão ser requisitadas para a exploração de sulfetos e crostas, aí se incluindo regiões do Atlântico Sul situadas junto à PCB.

O Brasil, assim como todos os Estados-parte da Convenção, tem o direito de explorar os recursos minerais da Área. Considerando o valor econômico, real e potencial, dos minerais já conhecidos, como os nódulos polimetálicos, as crostas cobálticas e os sulfetos polimetálicos, e suas ocorrências em locais estratégicos nas áreas adjacentes à ZEE e à PC brasileiras, o Brasil não pode deixar de conhecer e avaliar os recursos minerais dos fundos marinhos adjacentes aos seus limites jurisdicionais.



Sob o ponto de vista econômico e político-estratégico é importante requisitar junto à Autoridade a permissão para explorá-los. Isso possibilitaria o domínio sobre essas áreas adjacentes aos limites jurisdicionais brasileiros, o que em termos de Segurança Nacional é estratégico. Daí a importância de realizarmos estudos sistemáticos, consistentes e aprofundados sobre as ocorrências minerais nessas áreas.

Analisando o interesse de certos países pelos recursos minerais marinhos de mar profundo, verifica-se que o fator econômico é o menos importante. Se algum país se lançar na exploração desses recursos, talvez os lucros sejam pequenos, ao menos em curto prazo, mas sem dúvida ele terá uma tecnologia de ponta de intervenção marinha para vender, alugar ou adaptar para outras necessidades.

É importante lembrar que 95% dos oceanos não têm profundidades maiores do que 6 mil m. Os países que desenvolverem tecnologia para a exploração de nódulos polimetálicos entre 4 mil e 6 mil m de profundidade terão conquistado os oceanos sob o ponto de vista tecnológico e estratégico. Outro aspecto de relevância a ser destacado é que todas as ilhas do planeta estão sob a soberania de algum país. Isso envolve, portanto, a criação de zonas econômicas exclusivas em torno dessas áreas, como previsto na Convenção.

Atualmente, os altos topográficos que não são muito profundos passam a ter interesse estratégico para países que queiram firmar sua presença em qualquer oceano. Provavelmente nas próximas décadas muitos altos topográficos serão requisitados para exploração de recursos minerais marinhos. Um exemplo de alto topográfico que apresenta grande interesse estratégico é a Elevação do Rio Grande, situada na zona oceânica em frente aos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. O topo dessa elevação encontra-se a apenas 800 m de profundidade, enquanto sua base está a cerca de 4 mil m.

Os oceanos constituem as últimas fronteiras políticas, estratégicas e econômicas do planeta. É importante ter em mente que as empresas que reivindicarem áreas de mineração oceânica deverão também poder contar com a proteção das Forças Armadas de seus países de origem, o que pode modificar o equilíbrio militar em vários oceanos.

3.2.6. Áreas de interesse de pesquisa mineral para o Brasil no Atlântico Sul e Equatorial

A presença do Brasil no Atlântico Sul é uma questão político-estratégica que envolve o bem-estar das gerações futuras. Essa presença pode e deve ser preparada agora da melhor maneira possível.

Uma das maneiras de prepará-la é requisitar áreas de mineração oceânica situadas além do limite exterior da PCB.

Os geólogos marinhos brasileiros estão profissionalmente capacitados para realizar um programa de levantamento dos recursos minerais das áreas situadas além dos limites da PCB no Atlântico Sul. Para isso, é necessário que as autoridades disponibilizem os recursos.

Tal programa, além de produzir as informações necessárias para preparar a posição do Brasil junto à Autoridade e marcar sua presença no Atlântico Sul, poderia também reforçar o Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira, coordenado pelo MME no âmbito da CIRM.

- No que concerne à geologia, três diferentes regiões podem ser vistas como ponto de partida para a pesquisa de recursos minerais em oceano profundo: A primeira é constituída pela ZEE e pela PC do Arquipélago São Pedro e São Paulo. Esse arquipélago, situado a 1.100 km da costa do Estado do Rio Grande do Norte, é parte do território brasileiro. Essa região é o único lugar sob a jurisdição brasileira onde existe cordilheira meso-oceânica e, conseqüentemente, tem possibilidade de ocorrências de sulfetos polimetálicos, já citada em eventos geológicos internacionais;
- A segunda região inclui a ZEE e a PC da Ilha da Trindade e regiões oceânicas adjacentes, que, ao que tudo indica, é um bom ponto de partida para a pesquisa de nódulos polimetálicos;
- A terceira região compreende a Elevação do Rio Grande, lugar onde indubitavelmente a pesquisa de crostas cobaltíferas deveria começar, sem esquecer todos os montes submarinos que ocorrem na margem central brasileira e também os montes submarinos da Cadeia Vitória-Trindade.

3.3. Recursos minerais de valor socioeconômico

Segundo Borges (2007), a importância econômica dos recursos minerais da PCB está diretamente relacionada ao que a mineração representa para a economia e a competitividade desses recursos frente a outras fontes de suprimento disponíveis. A contribuição da mineração para a economia é indiscutível, seja como produtora de riquezas seja como geradora de insumos e infra-estrutura para outros segmentos da economia. No tocante à competitividade, a importância dos recursos minerais marinhos será tanto maior quanto mais escassas forem as outras fontes e mais avançada for a tecnologia para a viabilização da sua exploração em bases sustentáveis e ambientalmente seguras.



A escassez é a força propulsora do progresso tecnológico e é avaliada pela relação entre a demanda e a oferta de bens necessários aos padrões de qualidade de vida das pessoas. Do estado de equilíbrio entre as forças de mercado derivam os processos que constituem o complexo econômico em geral e a indústria e o comércio de minerais em particular. Uma forma simples e clara de analisar esse equilíbrio é medir as relações entre o estoque e o fluxo desses bens na economia. No caso dos minerais, o primeiro é dado pela dimensão dos recursos e das reservas de minerais economicamente relevantes, e o segundo pelos volumes anuais de produção e comércio desses bens.

A disponibilidade de bens minerais em momentos de escassez tornar-se-á tanto mais crítica quanto maior for a dependência do consumidor em relação ao produtor. Assim, a identificação e o controle dos recursos minerais e das suas reservas assumem um caráter estratégico que nos impõe a necessidade de conhecimento da localização, da qualidade e da quantidade de tais reservas. Mas ter conhecimento apenas não basta, há que ter também a viabilidade tecnológica e ambiental para o seu aproveitamento em bases sustentáveis.

A produção mineral é analisada sob dois parâmetros quantitativos: o valor e o volume físico da produção. O primeiro reflete o efeito do preço sobre a produção; o segundo indica o aumento da demanda e, por conseguinte, a pressão sobre o estoque (BORGES, 2007).

O valor da produção mineral brasileira (VPM²) entre 1975 e 2005, excluindo petróleo e gás, cresceu a uma taxa média anual de 3,5%, passando de US\$ 7,7 bilhões em 1975 para US\$ 12,3 bilhões em 2004. Em termos estatísticos, observa-se uma correlação entre o Produto Interno Bruto (PIB) e a evolução do VPM, que nos últimos anos tem apresentado um crescimento superior ao do PIB, refletindo muito mais um fenômeno dos bens minerais do que ganhos de produtividade ou expansão da atividade mineradora no contexto da indústria brasileira. Outro dado relevante sobre o comportamento histórico desse indicador é que, nos últimos vinte anos, cresceu a importância tanto do grupo dos “energéticos” graças ao aumento dos preços internacionais do petróleo, quanto a do grupo dos minerais não-metálicos, devido a melhoria na coleta de estatísticas da produção de agregados para a construção civil.

Quanto ao volume físico, a indústria mineral brasileira é diversificada, registrando a produção de 50 bens minerais, com índices de evolução calculados para minerais ferrosos e não-ferrosos, construção civil, fertilizantes, industriais, metais preciosos e carvão, com destaque para os minerais metálicos, em especial os não-ferrosos, e os fertilizantes. No caso destes últimos, o crescimento se deve ao de-

2. Corresponde ao valor real da comercialização de todos os produtos minerais, em moeda nacional, apurado diretamente pelo DNPM, a partir dos documentos fiscais emitidos durante estas transações.

envolvimento, no final da década de 1970, de tecnologias que permitiram o uso de materiais fosfatados de origem ígnea, até então inadequados à produção de fertilizantes (BORGES, 2007).

A avaliação da importância dos recursos minerais da PCB é prejudicada pela falta de dados sobre sua disponibilidade e viabilidade de produção, em especial quanto às tecnologias extrativas e aos impactos ambientais (BORGES, 2007).

Os recursos minerais marinhos abaixo descritos foram agrupados segundo classificação proposta pela CPRM (SANTANA, 1979b; 1999). Informações sobre a ocorrência dos recursos minerais na PCB foram obtidas a partir de vários cruzeiros realizados por embarcações estrangeiras, por navios da DHN na execução do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM), pelo componente regional do OSLNR do Intergovernmental Oceanographic Committee (IOC – Comitê Oceanográfico Internacional) da Unesco – 1985-2002 –, pelo Remac e por projetos desenvolvidos diretamente pelo Serviço Geológico do Brasil (SANTANA, 1979b; 1999).

Dentre as ocorrências de recursos minerais descritas, algumas foram inferidas com base em projetos realizados na faixa costeira pelo Serviço Geológico do Brasil (SANTANA, 1979b; 1999). Esse é o caso do carvão na extensão submarina da Bacia do Paraná, do ouro do Rio Gurupi e dos minerais pesados nas costas leste e sudeste do país. Além dessas, são assinaladas ocorrências nos sedimentos superficiais da plataforma dos Estados da Bahia (vanádio), de Sergipe e Alagoas (níquel e cobalto) e do Rio Grande do Sul (manganês), que podem estar associadas à formação dos nódulos polimetálicos que ali ocorrem, e que, no caso do Nordeste, possuem altos teores de cobalto e níquel.

Também são assinaladas as ocorrências de subsuperfície de alguns domos de sal-gema que, no futuro, poderão ser aproveitados para atender o mercado das regiões Sudeste e Sul do país e o Mercosul, e de domos de sal cujas rochas capeadoras podem conter enxofre (SANTANA, 1979b; 1999).

3.3.1. Granulados siliciclásticos (areias e cascalhos)

Areias e cascalhos presentes na PC excedem, em volume e em potencial, o valor de qualquer outro recurso não-vivo, exceto o óleo e o gás. Sua utilização é dividida entre a indústria da construção e os programas de recuperação de perfis praias erodidos, como aqueles conduzidos pelo MMS na costa leste dos EUA, por exemplo. Por serem *commodities* de baixo custo, é importante que o material seja extraído em local próximo ao mercado consumidor.



A produção de areia e cascalho provavelmente prosseguirá em regiões próximas a grandes cidades e centros turísticos, para mitigar locais de severa erosão praial. Edisto Beach, South Carolina (EUA), é um desses casos, com registro do problema e plano de recuperação; já na praia do Hermenegildo, no Rio Grande do Sul o problema existe, mas não há nenhum plano de recuperação de perfil praial. Para se ter uma idéia do crescimento da importância da areia e do cascalho, calcula-se que em 1980, somente 1,5% do material usado originava-se do mar aberto. Para alguns países, contudo, a produção *offshore* é de grande significado, como a Grã-Bretanha, que obtém 25% desse material em mar aberto; entretanto, a maior produção – cerca de 50% da produção mundial de agregados – é realizada pelo Japão.

Como a extração é realizada próxima à linha da costa, uma série de cuidados devem ser seguidos com vistas à preservação ambiental. Isso ocorre na Grã-Bretanha, onde a dragagem é regulada e confinada a áreas de concessões específicas. O mesmo sucede nos EUA, onde a realização de tais trabalhos é coordenada por agências como o United States Geological Survey (USGS), o MMS e o Coastal Engineering Research Center (Cerc).

A maior parte das dragagens é realizada em profundidades inferiores a 45 m, estando prevista a ampliação dessa atividade para 50-60 m num futuro próximo. O material pode ser extraído por meio de dragas ou bombas hidráulicas, sempre com regras que respeitem o ambiente marinho. Medidas governamentais restringem a mineração muito próxima à linha de costa de duas maneiras: pela distância ou pela profundidade da lâmina d'água. Em Brunswick (Canadá), a distância é de 300 m, enquanto no Japão a dragagem é proibida até o limite de 4-5 km da costa. Na Grã-Bretanha, as licenças de mineração em mar aberto, não são concedidas para águas mais rasas que 18 m.

Danos ao fundo marinho e ao ambiente pela extração de areia e cascalho podem ocorrer de muitas formas. O aumento da turbidez na água do mar pode reduzir o desenvolvimento de plantas em águas rasas, prejudicando o habitat de certas espécies de peixes e crustáceos e reduzindo a captura comercial e as oportunidades de pesca recreativa. O acúmulo expressivo de lama, que muitas vezes tem que ser removida quando depositada, pode asfixiar a vegetação e os recifes. Deve-se considerar, também, que a remoção de areia e cascalho em grandes áreas destrói a fauna de fundo e os locais de procriação, gerando áreas estéreis do piso marinho que levarão muitos anos para serem recuperadas.

Existem sugestões para minorar o dano ao ambiente por meio do corte de trincheiras rodeadas por áreas não perturbadas no piso marinho, com vistas à produção de uma variação de relevo que poderá ser benéfica à população de peixes.

A extensa bibliografia específica existente sobre o tema, como o trabalho de Silva et al. (2000), revela que os problemas decorrentes da mineração marinha têm sido intensamente estudados pelas nações mais desenvolvidas, e que algumas possíveis soluções estão atualmente bem documentadas. Programas governamentais apontam para a realização de estudos detalhados sobre o ambiente marinho e os processos naturais de sustentação deste, de forma que a legislação possa prevenir danos irreversíveis a esse ambiente ou a outras atividades que o utilizem, particularmente aquelas baseadas no aproveitamento sustentável dos recursos vivos.

Investigações sobre os estoques arenosos presentes na PC interna e a conseqüente realimentação de praias erodidas são encontradas em trabalhos como o de Amato (1994), voltado para a plataforma leste dos EUA. No sul do Brasil e no Uruguai, estoques arenosos foram avaliados por Martins et al. (1999), Martins e Urien (2004), Martins et al. (2005) e Martins e Toldo Jr. (2006).

A maioria das regiões metropolitanas brasileiras está localizada na zona costeira. As reservas de agregados estão cada vez mais escassas nas proximidades desses grandes centros, tanto pela exaustão como pelas exigências ambientais. Os depósitos marinhos são uma opção viável já implantada em diversos outros países.

3.3.2. Granulados bioclásticos (sedimentos calcários)

No Brasil, os granulados bioclásticos marinhos são formados principalmente por algas calcárias. Apenas as formas livres (*free-living*) das algas calcárias, tais como rodolitos, nódulos, e seus fragmentos, são viáveis para a exploração econômica, pois constituem depósitos sedimentares inconsolidados, facilmente coletados por intermédio de dragagens. As algas calcárias são compostas basicamente por carbonato de cálcio e de magnésio e mais de 20 oligoelementos presentes em quantidades variáveis, principalmente ferro, manganês, boro, níquel, cobre, zinco, molibdênio e estrôncio. São utilizadas para diversas aplicações: agricultura (maior volume), potabilização de águas para consumo, indústria de cosméticos, dietética, implantes em cirurgias ósseas, nutrição animal e tratamento da água em lagos (DIAS, 2000).

A planta exploratória de areia aragonítica situada em Cat Cay, nas Bahamas, é uma das mais expressivas: tem mais de 37,5 milhões de m³, e abastece segmentos do mercado norte-americano com carbonato de cálcio para corretivos de solos e cimento.

Os granulados bioclásticos denominados *mäerl* são também dragados da PC francesa para aplicação



direta nos solos ácidos da Bretanha. Tais depósitos possuem composição similar àquela encontrada no nordeste do Brasil. A produção é bastante expressiva, entre 500 e 700 t/ano.

A PCB é a mais longa plataforma contínua dominada por sedimentos carbonáticos no mundo, estendendo-se desde o rio Pará, no Pará, até Cabo Frio, no Rio de Janeiro. É constituída por sedimentos recentes, representados por recifes, areias calcárias e concheiros. No Norte, Nordeste e Leste, são encontrados em faixas de larguras variáveis, por vezes descontínuas, provenientes principalmente de atividades das algas calcárias associadas a outros organismos que, nessas regiões, encontraram condições propícias ao seu desenvolvimento. Na Região Sul, são representados pelos concheiros naturais e por acumulações de origem antrópica denominadas "sambaquis", de grande interesse antropológico/arqueológico, e, por isso mesmo, preservadas pelos órgãos ambientais.

Concheiros também ocorrem localmente em outras regiões como na Baía de Todos os Santos, na Bahia, e na Lagoa de Araruama, no Rio de Janeiro, onde são minerados para aproveitamento nas indústrias de cimento e cal.

Coutinho (1992), que avaliou a província carbonática da PCB, constatou interessantes aspectos dessa sedimentação. Os sedimentos carbonáticos que ocupam as porções média e externa da plataforma estão representados por areias e cascalhos formados por algas coralígenas ramificadas e maciças, concreções, artículos de *Halimeda*, moluscos, briozoários e foraminíferos bentônicos.

Considerando uma área entre as isóbatas de 20 a 30 m na PC de Pernambuco e admitindo uma espessura média de apenas 1,5 m de sedimentos, Montalverne & Coutinho (1982) calculavam uma reserva inferida de $1,926 \times 10^6$ t, o que permitiria uma lavra ininterrupta de 1 milhão t/ano durante quase dois milênios.

Segundo Santana (1979a, 1999), a margem continental do nordeste e do leste do Brasil até a altura de Cabo Frio possui sedimentos ricos em carbonato, contendo mais de 75% de carbonato de cálcio. O autor considerou uma espessura média desses depósitos em 5 m, representando uma reserva de 2×10^{11} t, correspondendo na época a mais de 50 vezes a reserva estimada do continente.

O conhecimento relativo aos depósitos de calcário bioclástico que ocorrem na PC interna do Rio Grande do Sul vinculados a antigas linhas de praia de alta energia (MARTINS et al., 1972) foi sintetizado por Calliari et al. (1999), com especial ênfase nas áreas de Albardão e Carpinteiro, representando um potencial econômico de 1 bilhão de toneladas.

A costa da Região Nordeste é considerada muito promissora para a prospecção de sedimentos calcários, dada a maior proximidade do litoral e o seu afloramento a pouca profundidade, além de sua localização junto ao mercado consumidor. Têm particular importância os biodetritos resultantes da fragmentação dos recifes, conhecidos como *mäerl*, largamente explorados na França e também muito empregado na agricultura. O *mäerl* ali explorado tem teores de cálcio e manganês e composição dos seus elementos-traço semelhantes aos do *mäerl* encontrado no nordeste brasileiro. Os depósitos da faixa nordeste do Brasil, cujos componentes bióticos revelam elevada pureza de carbonato de cálcio e baixo teor de magnésio, podem ser aproveitados na indústria de fabricação do cimento branco, como fertilizantes, ração animal e complemento alimentar, em implantes em cirurgias ósseas, na indústria cosmética e no tratamento de água e esgotos domésticos e industriais.

3.3.3. Depósitos de pláceres (ilmenita, rutilo, monazita, zirconita, ouro e diamante)

Depósitos de cassiterita, ilmenita, ouro, diamante e outros que ocorrem na PC são formados da mesma maneira que as acumulações aluvionares fluviais. O mineral ou gema é erodido das rochas nas cabeceiras dos rios e carregado pelo curso fluvial, se o fluxo for suficientemente vigoroso, até a sua diminuição, quando as partículas mais pesadas assentam em seu leito, preferencialmente em áreas de remanso. Inundações periódicas movem essas acumulações rio abaixo, onde assentam novamente e são cobertas por outros sedimentos. Praias e plataformas continentais do mundo inteiro têm sido usadas para a exploração de muitos minerais, incluindo o diamante (Namíbia e África do Sul), o ouro (Alasca e Nova Escócia) e a cromita (Oregon).

As concentrações de minerais física e quimicamente resistentes são formadas a partir da erosão de corpos mineralizados, liberados pelo intemperismo e acumulados mecanicamente. Esses minerais – incluindo o ouro nativo, a platina, a cassiterita (estanho), o rutilo e a ilmenita (titânio), a magnetita (ferro), o zircão (zircônio), a wolframita (tungstênio), a cromita (cromo), a monazita (cério e tório) e as pedras preciosas – podem permanecer *in situ* ou ser transportados e concentrados em areias e cascalhos ocorrentes em rios e praias.

Exemplos importantes são os depósitos de ouro no Alasca; areias titaníferas na Flórida, no Sri Lanka, na Índia, na Austrália e no Brasil; estanho na Malásia e na Indonésia; magnetita nas praias do Japão e da Nova Zelândia; diamante na Namíbia e na África do Sul; cassiterita na Malásia, na Indonésia e na Tailândia. Outros minerais, como cromita (cromo), rutilo (titânio), ilmenita (ferro e titânio), magnetita (ferro), zircão (zirconita), monazita (terras raras) e scheelita (tungstênio), foram ou estão sendo dragados em vários locais do Sri Lanka e da Austrália.



De maneira geral, os depósitos de pláceres não se estendem muito além da linha de costa. Os problemas ambientais associados à mineração de pláceres são similares àqueles decorrentes da exploração de areia e cascalho, exceto pela tendência seletiva e espacialmente mais limitada em área.

Concentrações e ocorrências de minerais pesados estão presentes em grande parte da faixa litorânea brasileira emersa e imersa, desde a costa do Estado do Pará até o Rio Grande do Sul. Depósitos costeiros são minerados no litoral leste emerso, na Paraíba, na Bahia, no Espírito Santo e no norte do Rio de Janeiro, onde alguns já têm aproveitamento em escala industrial, como é o caso da ilmenita, do rutilo, da monazita e da zirconita. Existem usinas de concentração desses depósitos de pláceres, como as de Cumuruxatiba (BA) e Barra de Itabapoana (RJ). Tais usinas produzem concentrados de monazita, ilmenita e rutilo. A Indústria Nucleares do Brasil (INB), que sucedeu a Nuclemon Minerio-Química Ltda. (Nuclemon), localizada em Buena (RJ) obtém, por tratamento químico, sais de terras raras a partir da monazita. Na Paraíba, a RIB-Rutilo e a Ilmenita do Brasil exploram minerais de titânio em pláceres eólicos, que são industrializados pela Titânio do Brasil S.A. (Tibrás) na Bahia (SANTANA, 1979a, 1999).

As ocorrências de ilmenita, monazita e zircão são conhecidas nas faixas emersa e imersa, e as de rutilo e ouro apenas na faixa emersa. O diamante pode ocorrer em depósitos de pláceres fluviais adjacentes às desembocaduras dos rios Pardo-Salobro e Jequitinhonha, no litoral da Bahia. Para o estudo desses possíveis depósitos de diamante e dos minerais pesados na costa do Espírito Santo, o CPRM propôs ao DNPM, em 1976, dois anteprojetos que, por falta de verbas, não puderam ser realizados (SANTANA, 1979a, 1999).

Alguns dos depósitos costeiros minerados no Brasil ocorrem próximos às praias ou mesmo nelas; como devem se estender para a PC, é possível que existam depósitos ainda desconhecidos recobridos o assoalho marinho (BLISENBACH, 1979). Novas tecnologias têm sido desenvolvidas com o objetivo de recuperar pláceres de profundidades entre 40 e 100 m de lâminas d'água em oceano aberto. Com isso, abrem-se reais possibilidades de aproveitamento de tais depósitos na PCB, caso realmente ocorram em concentrações com volumes suficientes justificando tal exploração.

O Serviço Geológico do Brasil, em conjunto com a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), realizou os projetos Cumuruxatiba, no litoral da Bahia, e Buena, no litoral norte do Rio de Janeiro, com o apoio de projetos da faixa costeira adjacente, dentro das áreas potencialmente favoráveis para a ocorrência de tais depósitos na PC. No Projeto Cumuruxatiba, foi cubada uma reserva total da ordem de 171 mil t de ilmenita, 4 mil t de monazita e 3 mil t de zircão. No Projeto Buena foram cubadas, em termos de reserva total, cerca de 758 mil t de ilmenita, 47 mil t de monazita e 365 mil t de zirconita + rutilo (SANTANA, 1999).

No início dos anos 1990, foram descobertos importantes depósitos de minerais pesados nos cordões de dunas recentes da restinga da Lagoa dos Patos, planície costeira do Rio Grande do Sul. Estes são os maiores pláceres de minerais pesados conhecidos no Brasil (MUNARO, 2006). As empresas privadas Rio Tinto Zinc e Paranapanema detêm os alvarás de pesquisa. Juntas, as reservas medidas atingem 700 milhões de toneladas de minério, com teor médio em torno de 4% de minerais pesados. Os minerais de interesse comercial são o titânio (ilmenita e rutilo) e o zircônio (zircão). Entre os minerais exploráveis, a ilmenita é o bem mineral mais abundante, com 55% do total de minerais pesados, seguida pelo zircão (8%) e pelo rutilo (3%).

Foram também identificadas importantes ocorrências de minerais pesados nos pláceres eólicos existentes no extremo sul do país, localizados na linha de costa ao sul do Farol do Albardão até o Chuí, na fronteira com o Uruguai.

Em várias amostras recolhidas pelo Projeto Remac foram encontrados teores anômalos de minerais pesados em duas áreas principais de ocorrência desses minerais: uma na plataforma fronteira ao delta do Rio Paraíba do Sul, no Rio de Janeiro, e a outra na plataforma interna do Rio Grande do Sul, fronteira ao farol de Albardão. Nessa área, os componentes principais são ilmenita e zircão; na do Rio Paraíba do Sul, são ilmenita e monazita.

Na década de 1980, a empresa Sociedade Anônima Mineração Trindade (Samitri) pesquisou minerais pesados na costa do Ceará e apresentou relatórios finais positivos nas dunas dos municípios de Aracati e Beberibe, mas desistiu dessas áreas devido ao baixo preço do titânio no mercado internacional e ao alto custo do projeto para a viabilização ambiental da exploração.

A área considerada favorável para o ouro, localizada ao largo do Maranhão, entre as desembocaduras dos rios Gurupi e Turiaçu, tem potencial para se tornar uma importante província aurífera da faixa litorânea. Projetos realizados na região pelo CPRM e pelo DNPM mostram que os aspectos mais notáveis da metalogenia do ouro na área Gurupi-Maracaçumé são a riqueza e a extensão dos pláceres litorâneos atuais, destacando que o teor de ouro chega a alcançar 3 g/m³ de material lavrado, e que grandes pepitas, com até mais de 1 kg, foram encontradas na zona de praia. Os garimpeiros procuram o ouro entre as linhas das marés alta e baixa (SANTANA, 1999).

3.3.4. Fosfato

Acumulações de fosforitas são conhecidas como ocorrentes especialmente nas plataformas continentais e na parte superior do talude continental em muitas regiões do mundo, mas a maioria dos



depósitos é de baixo teor e pouco espesso (BURNETT & RIGGS, 1990). Nos EUA, estudos detalhados de sísmica realizados na PC da Carolina do Norte e no platô Blake, ao largo da Flórida, revelaram a ocorrência de concentrações comerciais com espessuras de 10 m; igualmente, foram desenvolvidas plantas de mineração de nódulos de fosforita no sul da Califórnia. Os depósitos de fosforita de Chatham Rise, no leste da Nova Zelândia, foram cuidadosamente examinados e dimensionados com 30-100 milhões de toneladas de rocha fosfática delimitada com um potencial adicional de glauconita rica em potássio associada a fosforita. Estudos relativos ao impacto ambiental da mineração de fosforita a profundidades superiores a 700 m ainda não foram estabelecidos.

O termo fosforita é normalmente aplicado ao depósito sedimentar composto principalmente por minerais fosfáticos. Ainda que uma combinação de fatores, incluindo preço de mercado e custo da extração, tenha inibido em muitos casos a sua exploração, os depósitos de mar aberto oferecem uma alternativa interessante em regiões pobres em fosfato.

Fosforitas compostas por cálcio-fluorapatita ocorrem em variados tamanhos, desde areia até matacões, e são descritas na bibliografia como ocorrentes nas margens continentais do México, do Peru, do Chile, da Austrália, dos Estados Unidos e do oeste da África, algumas das quais receberam atenção comercial.

Os depósitos de fosforita ocorrem na PC, principalmente na sua porção mais externa e no talude superior, e se aglutinam sob a forma de partículas do tamanho da areia ou de nódulos quando as águas ressurgentes, ricas em nutrientes, ascendem ao talude e encontram as águas superiores mais quentes. Tais condições físico-químicas provocam a precipitação do fósforo. De modo geral, o conteúdo de fósforo dos depósitos marinhos é inferior ao daqueles atualmente minerados no continente. Sabe-se, também, que devido ao sistema de circulação global das águas nos oceanos, as fosforitas são mais comumente encontradas ao longo da margem oeste dos continentes (BLISSENBACH, 1979). No caso do Oceano Atlântico, a ocorrência de depósitos do lado africano seria mais comum do que do lado sul-americano.

Quanto à ocorrência em outros países, sabe-se que na Nova Zelândia existe um depósito de 70 milhões de toneladas de pentóxido de vanádio (P_2O_5) numa cordilheira submarina, cuja concentração poderá torná-lo comercialmente interessante no futuro. Também na região da Baixa Califórnia, avistou-se um depósito de fosfato de interesse comercial (BLISSENBACH, 1979).

Guazelli e Costa (1978) registram uma importante ocorrência no Platô do Ceará durante os trabalhos do Projeto Remac, quando dragagens realizadas entre 305 e 270 e entre 1.371 e 390 m recuperaram sedimentos inconsolidados, ricos em carapaças de foraminíferos, e rochas sedimentares fosfa-

tadas com teores de até 18,4% de P_2O_5 . Os autores concluíram que a maior concentração de fosfato ocorre associada a um calcário argilo-ferruginoso, silicificado, e que o teor de fósforo das rochas sedimentares e dos sedimentos calcíferos não associados à fosforita é superior ao dos sedimentos da PC adjacente. Constataram, ainda, que a concentração de fosfato naquela área deve estar associada ao retrabalhamento *in situ* de sedimentos calcários terciários, ricos em fosfato, por correntes de fundo ou por ondas, durante fases de exposição.

Em 1976, o Projeto Remac realizou, em associação com a DHN, um cruzeiro nos platôs marginais do Nordeste, inclusive no chamado *Guyot* do Ceará. Recuperou, nas dragagens, calcilitos e crostas de calcários com teores de fósforo entre 5 e 15% e entre 15 e 30% (GUAZELLI et al., 1977). Verificou que na escarpa superior do Platô do Ceará, provavelmente em todo o seu redor, a uma profundidade em torno de 700 m, aflora uma crosta de calcário fosfatado ferruginoso.

Outras ocorrências de menor importância foram constatadas no Platô do Rio Grande do Norte, onde apenas uma única amostra, dentre as várias coletadas, revelou teor de 10% de fósforo, e no Platô de Pernambuco, em rochas sedimentares calcíferas com teores de fósforo entre 2% e 10%, e ainda nos núcleos dos nódulos polimetálicos recuperados nas dragagens, com teores de fósforo entre 15% e 30%, e no único nódulo de fosforita encontrado, no qual se constatou um teor de 25% a 30% de fósforo. Entretanto, tais registros são inexpressivos, e mesmo os do Platô do Ceará não têm significado econômico, sendo remoto qualquer aproveitamento industrial, inclusive por problemas de profundidade e de tecnologia extrativa.

Dentre as atividades do subprograma Continental Margin Environments and Mineral Resources (Comemir/OSNLR), os depósitos de fosforitas marinha foram descritos por Klein et al. (1992) sob a forma de concreções na região denominada Terraço de Rio Grande, na margem continental do Rio Grande do Sul, a uma profundidade entre 500 e 600 m. A análise da composição química apresentou teores de fósforo em torno de 15% a 16%.

3.3.5. Evaporitos

A bacia evaporítica marginal brasileira, de idade aptiana e constituída por depósitos de anidrita, gipsita, sal-gema e sais de potássio e magnésio, estende-se desde o Platô de São Paulo, ao sul, até a Bacia de Alagoas, ao norte, ocorrendo na porção emersa de algumas bacias marginais, como é o caso das do Espírito Santo e de Sergipe-Alagoas. A maior largura dessa bacia salífera se verifica no seu extremo sul, defronte a Santos (SP), de onde se estende por 650 km até o Platô de São Paulo (SANTANA, 1999).



O sal pode ocorrer tanto estratificado como formando estruturas dômicas ou do tipo almofada; os domos ocorrem na porção sul e no leste-meridional da bacia evaporítica. Na bacia de Sergipe-Alagoas, onde ocorre estratificado ou formando almofadas, também já foram encontrados sais de potássio e de magnésio (carnalita e silvinita) em três poços perfurados pela Petrobras na plataforma fronteira a Aracaju (SE). Essa ocorrência de sais de potássio e magnésio possui espessura aproximada entre 15 e 50 m e situa-se pouco abaixo de 3 mil m de profundidade (ROCHA, 1975). Contudo, a existência de grandes reservas desses sais no continente adjacente, situadas na porção emersa da bacia, em posição estrutural bem mais rasa, faz com que os achados da Petrobras sejam economicamente desinteressantes no momento.

Carnalita e taquidrita foram também constatadas por dados de perfis num poço situado na PC de São Paulo, mas ainda não se conhece a sua extensão lateral (ROCHA, 1975).

A ocorrência de áreas com domos de sal contendo halita de elevada pureza foi verificada num domo perfurado pelo poço 9-CPRM-1-ES, na área de Barra Nova, fronteira ao Espírito Santo. Os domos presentes nas regiões de Abrolhos Norte e Mucuri, na plataforma sul da Bahia, além dos que ocorrem nas áreas de Barra Nova e Rio Doce, no litoral do Espírito Santo, poderão se constituir em prospectos economicamente interessantes, em virtude das profundidades relativamente rasas tanto das respectivas lâminas d'água como dos topos dos domos, alguns quase aflorantes no piso marinho. Além disso, não estão muito afastados da costa e situam-se próximos aos grandes mercados consumidores das regiões Sudeste e Sul e dos países do Mercosul. Como o processo de extração da halita em domos tem tecnologia amplamente conhecida e seus custos não são muito elevados, é possível que tais ocorrências venham a ter significado econômico. Companhias particulares requereram algumas dessas áreas *offshore* para pesquisa. Entretanto, uma série de fatores impediu a consecução dessa intenção, tais como o impacto que provocaria no mercado produtor do Nordeste e as dificuldades de se conseguir financiamento para a execução dos trabalhos (SANTANA, 1999).

Das quatro regiões indicadas, a localizada mais ao norte é a de Abrolhos Norte, onde há três domos situados entre 60 e 70 km da costa e em lâminas d'água entre 20 e 35 m, com o topo do sal a mais ou menos 300 m de profundidade. Na área de Mucuri, a segunda posicionada ao norte, ocorrem dois domos com os respectivos topos de sal quase aflorantes, e um outro com o topo perto dos 800 m; todos eles situam-se entre 20 e 25 km da costa, sob lâmina d'água de 20 a 25 m. Em Barra Nova, terceira em relação ao norte, há sete domos situados entre 25 e 50 km da costa, sob lâmina d'água de 30 a 55 m, tendo um deles o topo quase aflorante, e os demais entre 106 até 900 m. Na da foz do Rio Doce, a última em relação ao norte e a primeira em relação ao sul, os domos estão situados entre 30 e 50 km da costa, recobertos por lâmina d'água entre 35 e 70 m; são ali denominados de Domos

Yemanjá, Janaína, Vara, Inaê, Macunã, Norte do Rio Doce e Sul do Rio Doce: os cinco primeiros têm os topos do sal, respectivamente, a mais ou menos 270, 300, 750, 360 e 800 m; o Domo Norte do Rio Doce tem o topo do sal aflorante e está sob uma lâmina d'água de apenas 15 m; o Domo Sul do Rio Doce não tem topo do sal determinado (SANTANA, 1999).

3.3.6. Enxofre

Toda bacia evaporítica portadora de hidrocarbonetos é altamente favorável para depósitos de enxofre, que podem se apresentar sob a forma estratiforme ou estar contidos nas rochas capeadoras dos domos de sal (BODENLOS, 1973). Portanto, é provável que existam depósitos substanciais de enxofre na margem continental brasileira devido à sua ampla bacia evaporítica, que contém seqüências sedimentares comprovadamente portadoras de hidrocarbonetos.

Estudos nesse sentido foram realizados, tanto nas bacias emersas como na PC, pelo Serviço Geológico do Brasil na década de 1970 (SANTANA, 1999). Em conseqüência, foram propostos ao DNPM os Anteprojetos Enxofre na Plataforma Continental (1975) e Enxofre na Bacia Evaporítica do Espírito Santo – parte emersa (1976), que, por dificuldades na obtenção de equipamentos para perfurar a PC ou por não terem sido incluídos na programação daquele departamento na ocasião, não foram realizados. Em 1978, a então recém-criada Petrobrás Mineração S.A. anunciou a descoberta de enxofre na Bacia de Sergipe, além de bons indícios constatados na Bacia do Espírito Santo, ambas com jazimento do tipo estratiforme, comprovando que são geradoras de enxofre.

Estudando os domos de sal presentes na margem continental leste, com base nas seções sísmicas, nos mapas gravimétricos e nos dados de poços da Petrobras, foram selecionadas, dentre 21 estruturas, três com possibilidades de conter enxofre nas suas rochas capeadoras (ROCHA, 1973). Como tais domos se situam na região fronteira à foz do Rio Doce e, portanto, na porção submersa da Bacia do Espírito Santo, em cuja parte emersa já se constatou indícios de enxofre, é possível que esse elemento esteja contido em suas rochas capeadoras. O enxofre pode ser formado pela redução do sulfato de anidrita para gás sulfídrico pela ação bacteriana, na presença de hidrocarbonetos e da subsequente oxidação do gás sulfídrico, que o libera sob a forma elementar.

O Brasil importa cerca de 81,5% do enxofre que consome. Sabe-se também que esse elemento é considerado estratégico, e que a maior parte da produção mundial provém das bacias sedimentares. Os EUA ocupam o primeiro lugar entre os produtores de enxofre, e parte da sua produção é oriunda das rochas capeadoras de dois domos, presentes na PC fronteira ao Estado da Louisiana, no Golfo do México.



A CPRM deteve, durante alguns anos, os alvarás de pesquisa das áreas que recobrem os chamados domos Janaína, Yemanjá e Mucunã, na plataforma fronteira à foz do Rio Doce, mas não pôde realizar perfurações em nenhum deles pelas dificuldades de encontrar equipamentos para a perfuração marinha (SANTANA, 1999). Contudo, esse projeto deve ser analisado, não só pelo elevado índice de importação ao qual o país está submetido, como também pela existência de tecnologia comprovadamente eficiente para a recuperação de enxofre, o processo Frasch. Sob o ponto de vista de prioridade e importância em relação aos recursos do mar, o enxofre é o bem mineral que se segue aos hidrocarbonetos, caso realmente existam depósitos comerciais nas rochas capeadoras dos domos fronteiros à foz do Rio Doce ou em outros jazimentos do tipo estratiforme.

3.3.7. Carvão

O carvão é encontrado sob as plataformas continentais de alguns países, como a Grã-Bretanha, o Japão, o Canadá e a Austrália, onde há importantes depósitos, geralmente constituindo extensões de jazidas dos continentes adjacentes.

Para se ter uma idéia da importância econômica dos depósitos minerados no mar, 30% da produção japonesa provém de jazimentos submarinos, enquanto que, na Grã-Bretanha, a proporção é da ordem de 10% (ROCHA, 1975). No Canadá, a região da Nova Escócia já chegou a contribuir com 80% do carvão produzido no campo submarino de Sidney, que vem sendo explotado há mais de 80 anos.

A tecnologia existente na década de 1960 permitia a explotação de carvão nos depósitos situados a até 30 km da costa ao preço de US\$ 10 a US\$ 15 por tonelada e reserva mínima no valor de US\$ 100 milhões. Naquela época já se previa que, por volta de 1980, a distância “econômica” de 30 km da costa poderia ser duplicada (WENK, 1969 apud ROCHA, 1975).

Muitos desses depósitos de carvão podem ser explotados no futuro por meio de técnicas de gaseificação com plantas localizadas em ilhas artificiais. Na Baía de Ariake, no Japão, as ilhas artificiais construídas destinavam-se a facilitar a extensão da mineração do carvão a partir do continente.

No Brasil, o carvão é encontrado na formação Rio Bonito, de idade permiano médio, na Bacia do Paraná. Até bem pouco, a principal região produtiva situava-se em Santa Catarina, onde estavam as únicas fontes de carvão coqueificável. Contudo, trabalhos sistemáticos desenvolvidos pela CPRM/DNPM duplicaram as reservas de carvão no Rio Grande do Sul: novas e significativas jazidas de carvão do tipo metalúrgico ou coqueificável foram também encontradas. Vários projetos foram realizados pela CPRM, alguns em convênio com o DNPM, na faixa litorânea compreendida entre Araranguá

(SC) e Tramandaí (RS). O Serviço Geológico do Brasil delimitou a jazida de Santa Terezinha, na faixa entre Torres e Tramandaí, no Rio Grande do Sul (SANTANA, 1999).

Na faixa costeira desse Estado, na própria linha de praia, alguns poços perfurados pela CPRM identificaram, entre as profundidades de 700 e 800 m, até dez camadas de carvão num só poço, com espessura total de 9,33 m e espessuras individuais variando entre 0,35 e 2,60 m. Algumas camadas de carvão, tanto do tipo energético como metalúrgico, têm espessuras individuais expressivas, variando de 1,14 a 2,60 m (SANTANA, 1999).

A comprovação de que as camadas de carvão se estendem para *offshore*, aliada às demais indicações constatadas em outros projetos, levou a CPRM a requerer, junto ao DNPM, algumas áreas para pesquisar na plataforma fronteira a Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Como a própria Bacia Sedimentar do Paraná estende-se para a plataforma continental na faixa entre Araranguá e Tramandaí, é bem provável que sejam ali encontradas importantes jazidas submarinas de carvão. Muitos dos dados fornecidos pelos projetos realizados na faixa costeira indicam que as mais espessas camadas de carvão, tanto do tipo energético como metalúrgico, devem estar sob a PC.

Em virtude da inexistência de estudos geológicos sistemáticos, a extensão submarina da Bacia do Paraná é pouco conhecida. Perfis de refração sísmica obtidos na plataforma de Santa Catarina a uma distância de 50 km da costa mostram, segundo (ROCHA, 1975), a existência de um alto vulcânico que poderia indicar a ausência da Formação Rio Bonito nessa área. Sabe-se que um sistema de falhamentos com rejeitos verticais entre 35 e 100 m rebaixa, bloco a bloco, as camadas de carvão em direção ao mar. Embora a bacia se mostre altamente favorável para conter espessas camadas de carvão sob a PC, é necessário que qualquer trabalho de perfuração seja precedido de levantamentos sísmicos, para determinar a sua estruturação e as prováveis profundidades das zonas de interesse (SANTANA, 1999).

3.3.8. Hidratos de gás

A busca incessante de fontes alternativas de energia nos oceanos levou, no decorrer dos anos, ao desenvolvimento de muitos estudos e projetos com a finalidade de fornecer conhecimentos mais detalhados sobre o seu potencial, bem como de alguns princípios básicos fundamentais para o seu aproveitamento (MARTINS, 2003).



Há mais de um século cientistas de várias partes do mundo têm conhecimento da existência de hidratos de gás que ocorrem naturalmente em certas áreas dos oceanos, vinculados especialmente ao declive e à elevação continental. Desde 1964 o interesse científico com conotações econômicas sobre essas acumulações vem crescendo. Dillon et al. (1997) sintetizaram as principais situações de acumulação de hidratos de metano.

Estudos realizados pelo USGS indicam que, no mundo, esses depósitos equivalem ao dobro dos de hidrocarbonetos fósseis. Nos EUA, as reservas até aqui estudadas estão localizadas especialmente no Platô Blake e no Golfo do México.

Em oceano profundo, o Ocean Drilling Project (ODP) identificou hidratos de metano em testemunhos geológicos. As extensões e as espessuras desses depósitos surpreenderam as equipes de pesquisadores.

Os hidratos de metano são substâncias sólidas compostas por água e gás natural semelhantes ao gelo. Costumam ocorrer naturalmente em áreas nas quais o metano e a água podem se combinar em condições apropriadas de temperatura e pressão. Os estudos sobre o aproveitamento dos hidratos de metano são alicerçados em cinco componentes maiores: caracterização do recurso, produção, mudanças climáticas globais, segurança e estabilidade do piso marinho. Espera-se que os hidratos de metano ingressem no panorama econômico como um recurso em cenário a partir de 2010.

Os hidratos de metano constituem o maior reservatório de carbono do ambiente global. Com suficientes fontes de metano e água, são estáveis em profundidades de 150 a 2 mil m abaixo do *permafrost* e, no fundo oceânico, em profundidades maiores que 300 a 400 m, e 1.100 m abaixo do piso marinho.

A maior parte dos depósitos oceânicos de hidratos de metano tem origem biogênica. Esses depósitos são encontrados nos declives continentais de margens passivas, em zonas de subducção, em dobramentos e vales entre a linha de costa e as cordilheiras acima das placas de subducção e em bacias do tipo *back-arc*.

O processo básico de recuperação do gás natural envolve a quebra do equilíbrio de manutenção do hidrato e o bombeamento do gás para a superfície. Um dos métodos consiste no aumento da temperatura do hidrato por injeção termal. Outro método é efetuar a redução da pressão, o que resulta na dissociação do gás a partir da água, ou a injeção de solvente que altera as características pressão-temperatura, favorecendo a dissociação do gás. Tanto o Japão como a Índia investem fortemente na pesquisa de hidratos de gás. No Brasil, os estudos direcionados a esse assunto ainda são escassos, embora Tanaka e Silva (2003) tenham apresentado resultados obtidos no cone do Amazonas.

A compreensão sobre o fluxo do gás em subsuperfície, bem como sobre os modelos de sua formação e dissociação, e o número de pesquisas voltadas ao entendimento da presença de hidratos no piso marinho, têm aumentado rapidamente. Além disso, a avaliação do possível impacto do gás contido nos hidratos sobre o clima global só será atingida quando se compreender como ele é liberado na coluna d'água, e se ele pode eventualmente atingir a atmosfera.

3.3.9. Outras ocorrências

O projeto Geoquímica dos Sedimentos Superficiais da Margem Continental Brasileira, realizado pelo Serviço Geológico do Brasil para a CIIRM em 1985, com base em análises efetuadas em parte das amostras coletadas pelas operações dos projetos de Geologia Marinha (Geomar) e Remac, revelou valores anômalos de alguns elementos químicos presentes nos sedimentos que recobrem o assoalho submarino fronteiro à costa brasileira. Alguns desses elementos refletem sua associação com ocorrências de minerais no continente adjacente. Assim, por exemplo, o vanádio, presente na foz do Rio São Francisco e na costa de Sergipe, deve ter sido transportado dos depósitos que ocorrem no município de Campo Alegre de Lourdes, no oeste da Bahia, na área de drenagem do rio. O mesmo deve acontecer com as ocorrências presentes na foz do Rio Itapicuru, cuja bacia de drenagem corta os sedimentos da Formação Sergi, na Serra da Rua Nova, no município de Caldas do Jorro, na Bacia de Tucano Central, na Bahia.

Naquela região, de acordo com Santana (1978), ocorre a associação metalogenética arenito continental, urânio, vanádio e cobre. O vanádio presente nos minérios daquela área chega a atingir teores de até 100 mil ppm.

O vanádio que ocorre ao sul de Salvador, em frente e adjacente à Bacia de Marajú, deve ter sido transportado da região do município de Maracás, onde são conhecidas ocorrências de pentóxido de vanádio.

Outras ocorrências, como as de cobalto e manganês, foram também assinaladas, pois podem estar relacionadas à formação dos nódulos polimetálicos que ocorrem na margem continental brasileira, como é o caso do manganês presente em valores relativamente anômalos nos sedimentos superficiais da PC do Rio Grande do Sul. Como se sabe, até o presente, as maiores concentrações conhecidas desses nódulos na margem continental do país são as que ocorrem na Passagem Abissal do Rio Grande. Da mesma forma, os valores relativamente anômalos de cobalto e níquel dos sedimentos adjacentes à foz do Rio São Francisco, no litoral de Sergipe e Alagoas, podem refletir os elevados ín-



dices desses elementos nos nódulos polimetálicos que ocorrem no Platô de Pernambuco, quando comparados com outras ocorrências do próprio Oceano Atlântico e dos oceanos Pacífico e Índico. A área mais rica do Pacífico apresenta valores médios de 1,19% de níquel e de 0,21% de cobalto, contra 0,67% e 0,65%, respectivamente, nos nódulos do Platô de Pernambuco (MELO et al., 1978).

A glauconita, um silicato hidratado de potássio, ferro e alumínio, ocorre nas margens continentais de vários países. Segundo a maioria dos geoquímicos marinhos, trata-se de um produto autigênico produzido junto à interface sedimento-água. Alguns autores indicam que a glauconita é um produto do intemperismo marinho, o que não invalida a sua condição de componente da fase denominada de halmirólise ou diagênese inicial. Ocorre normalmente com sedimentos terrígenos e contém de 2% a 9% de dióxido de potássio, servindo como fonte de potássio para fertilizantes. Tem sido descrita nas margens continentais dos Estados Unidos (Califórnia), da África do Sul, da Austrália, de Portugal, da Nova Zelândia, das Filipinas, da China, do Japão e da Grã-Bretanha (Escócia).

Os grãos individuais de glauconita encontrados em lamas marinhas raramente excedem 1 mm de diâmetro, embora possam ser também encontrados, ocasionalmente, como aglomerados em nódulos de vários centímetros de diâmetro cimentados por material fosfático. Os grãos típicos de glauconita são arredondados, apresentam coloração verde-escura e, freqüentemente, têm forma e aparência de carapaças de foraminíferos.

Sedimentos autígenos freqüentemente resultam de processos associados a alta produtividade orgânica e elevados níveis de matéria orgânica nos sedimentos marinhos. Esses minerais, tais como fosforitas e glauconitas, são conhecidos por se formarem dentro da área de grande produtividade vinculada à ressurgência.

No Brasil, estudos sobre a ocorrência de glauconita foram divulgados a partir da década de 1970, sendo descritos tanto em amostras superficiais como em testemunhos.

Outros tipos de recursos minerais, como barita, lamas orgânicas, vasas organogênicas, vasas de globigerina, vasas calcárias e vasas silicosas, são conhecidas em várias regiões do mundo, mas ainda não foram identificadas na PCB.

3.3.10. Zona Costeira como um recurso em si

A adoção da zona costeira como um recurso não-vivo é decorrente de inúmeras discussões promovidas durante as reuniões do Grupo de Coordenação do Programa OSNLR (MARTINS, 2007).

Na realidade, a zona costeira representa um dos recursos mais preciosos da humanidade, pois abriga grande parte da população mundial. Trata-se de uma zona que responde de maneira adversa às mudanças em seu perfil de equilíbrio, mudanças essas que podem ser naturais ou induzidas pelo homem. Os fenômenos naturais, como terremotos, inundações e tempestades, podem resultar em apreciáveis mudanças na linha de costa. Algumas dessas mudanças podem ser globais em extensão, como a elevação eustática do nível do mar, resultado do aquecimento global, que afetará enormemente a zona costeira, produzindo inundações marinhas, salinização e destruição dos sistemas aquíferos costeiros.

As mudanças induzidas pelo homem, como a construção de portos, a retirada de sedimentos do perfil praias e as dragagens, podem conduzir a fenômenos de erosão costeira regional ou local. A construção de barragens pode afetar o aporte de sedimentos ou nutrientes, acarretando drásticas mudanças na zona costeira, atingindo tanto os recursos vivos quanto os recursos não-vivos

O interesse despertado pela zona costeira junto a organismos como a Unesco, a Organização dos Estados Americanos (OEA) e a Comunidade Européia (CE), entre outros, conduziu à realização de conferências, seminários, oficinas de trabalho e outras reuniões científicas sobre o tema, como a Conferência Internacional Coastal Change, realizada em Bordeaux, na França, que teve a participação de mais de 400 cientistas e administradores costeiros. Na oportunidade, ficou clara a importância das zonas costeiras, seriamente afetadas por ações naturais e antrópicas. Uma das metas do evento foi amplamente atingida, facilitando a comunicação efetiva entre cientistas, usuários e administradores da zona costeira por intermédio da análise de muitas questões, como:

- Quais são os vários mecanismos e processos responsáveis pelas mudanças físicas ocorrentes na zona costeira?
- Como a ciência pode ser utilizada no desenvolvimento sustentável dessa região?
- Quais são as implicações socioeconômicas dessas mudanças?

Nesse cenário de estudo e preservação da zona costeira, pelo que ela representa como um recurso em si, alguns aspectos fundamentais devem ser levados em consideração:

- Gerenciamento integrado dos ambientes costeiros, incluindo biodiversidade;
- Exploração sustentável dos recursos marinhos vivos;
- Exploração dos recursos não-vivos, a um custo efetivo e de uma forma ambientalmente aceitável;
- Avaliação e previsão de eventos episódicos costeiros geralmente catastróficos, com vistas a minimizar os seus impactos sobre a vida humana e a infra-estrutura existente;



- Avaliação da capacidade da zona costeira de absorver as mudanças produzidas;
- Formação e fortalecimento da capacidade científica dos países menos desenvolvidos, de forma a permitir a participação destes em programas costeiros internacionais de relevância para as prioridades e aspirações nacionais;
- Comunicação mais efetiva dos resultados científicos aos usuários e administradores, para melhor condução de suas ações na zona costeira;
- União mais efetiva entre as ciências costeiras e a sociedade, para assegurar o seu desenvolvimento e sua conscientização com relação à zona costeira.

A importância da zona costeira como um recurso em si é enfatizada em vários trabalhos. O USGS fez uma série de publicações especiais procurando indicar a importância das linhas de praias e terras baixas adjacentes. Tais documentos enfatizam que o desconhecimento desses processos traz normalmente trágicas colisões entre o homem e a natureza. A geologia costeira e marinha, quando aplicada nessas situações, pode contribuir para a compreensão e o equacionamento de muitos dos problemas existentes.

Em termos regionais, houve a realização das Primeiras Jornadas Ibero-Americanas de Ciência e Tecnologia Marinha em Cartagena em 1995, e a criação de um grupo de trabalho denominado A Zona Costeira como um Recurso: Aspectos Científicos e Tecnológicos. O grupo estabeleceu a sua pauta de trabalho versando sobre:

- Estabilidade e vulnerabilidade dos ecossistemas costeiros e exploração sustentável de seus recursos, incluindo os aspectos socioeconômicos;
- Efeitos em longo prazo do contínuo enriquecimento das águas costeiras por nutrientes e matéria orgânica (eutrofização e floração de algas nocivas);
- Efeitos de mudanças climáticas globais (incluindo processos de erosão) sobre a zona costeira e sua adequada identificação.

No Brasil, vários estudos sobre o assunto foram elaborados nos últimos anos: por exemplo, a contribuição do PGM sobre a erosão e a progradação do litoral brasileiro, divulgada por Muehe (2006), e o estudo do OSNLR sobre a erosão da linha da costa do Rio Grande do Sul, Uruguai e norte da Argentina (Martins et al., 2002).

Com base nas razões aqui expostas, considerar a zona costeira como recurso em si implica dedicar atenção compatível à importância da interface continente/oceano e às suas conseqüências diretas nas condições ambientais, sociais e econômicas das regiões costeiras, e indiretas sobre as sociedades de todo o mundo.

3.3.11. Impacto socioeconômico dos recursos minerais da PCB

É necessário estabelecer uma relação de trabalho entre o que já se conhece e os impactos imediatos e de longo prazo ligados à utilização dos recursos minerais marinhos. A identificação das potencialidades dos diferentes recursos e sua possível exploração poderá induzir investimentos, gerando empregos e recursos econômicos no MT, na PCB e na ZEE.

No que concerne ao impacto imediato, um componente voltado à avaliação do potencial de areia, do tipo Sand Inventory Program, que foi coordenado pelo USGS, traria conhecimentos sobre um bem mineral extremamente importante se for levada em conta apenas a erosão costeira. Outro exemplo seria a pesquisa sobre o material carbonático da plataforma leste/nordeste do Brasil e dos plácidos de minerais pesados e gemas da PC do Maranhão e da Bahia.

É certo que estudos de longo prazo trarão muitos benefícios, mas estariam contemplados num panorama para 2022. Contudo, nada impede que, em paralelo aos estudos de impacto imediato, sejam eleitos dois tópicos e duas áreas-piloto para estudos. Hidratos de gás na área do Cone do Rio Grande – existem alguns estudos preliminares universidade/empresa – e fosforitas no Cone do Rio Grande, no Terraço de Rio Grande e na PC de Florianópolis, constituem dois tópicos de interesse.

Por sua vez, o aumento da demanda por matéria-prima para consumo interno nos mais variados setores industriais, a partir de compostos metálicos e não-metálicos, tornará a exploração dos recursos minerais marinhos atrativa devido à exaustão das reservas continentais e às restrições ambientais impostas, conduzindo necessariamente à geração de empregos e ao progressivo aumento da capacidade do setor.

A exploração dos recursos minerais da parte internacional dos oceanos, particularmente das áreas adjacentes à plataforma jurídica e à zona econômica exclusiva brasileiras, não apresenta valor socioeconômico em curto ou médio prazos. Entretanto, tais recursos apresentam relevância político-estratégica, e sua identificação e requisição para exploração revestem-se de grande interesse para a soberania nacional, uma vez que garantem reservas futuras e impedem que essas áreas sejam requisitadas por outros países.



3.4. Tecnologia marinha

O desenvolvimento de equipamentos e técnicas para a pesquisa e a lavra de recursos minerais marinhos tem sido um dos grandes desafios para a ciência e a tecnologia desde a última metade do século passado.

Surgiram vários dispositivos e técnicas para investigar o leito oceânico, visando à localização de recursos e ao estudo dos ambientes responsáveis por sua origem e concentração.

3.4.1. Pesquisa mineral

Para a investigação de recursos minerais marinhos é fundamental a aplicação de ferramentas que possam coletar dados sobre a espessura, o arranjo e a composição do substrato marinho. De forma geral, as técnicas de reconhecimento utilizadas baseiam-se em métodos indiretos e diretos.

O método indireto consiste na realização de levantamentos geofísicos que mapeiem sistematicamente a cobertura sedimentar. Os métodos geofísicos incluem principalmente a sísmica de reflexão de alta resolução, para a identificação da espessura e da geometria dos depósitos, e os métodos de batimetria – incluindo a batimetria por multi-feixe – e de sonografia, para observação da extensão lateral dos depósitos e das características superficiais da distribuição.

Os métodos diretos de observação consistem em amostragens pontuais da superfície de fundo, incluindo sondagens e filmagens submarinas. Esses métodos permitem comprovar as interpretações propostas a partir do estudo geofísico, além de tornar possível a cubagem final dos depósitos existentes.

Os métodos utilizados podem variar de acordo com o tipo de recurso mineral a ser estudado e a profundidade em que ele se encontra.

3.4.2. Lavra

Os métodos utilizados para a lavra dos recursos minerais marinhos dependem de suas características físicas e químicas e da profundidade dos depósitos. A título de exemplo, abaixo são descritos os métodos utilizados para a lavra de alguns recursos minerais que ocorrem em lâminas de água rasa, semi-rasa e profunda.

No caso de granulados marinhos, que ocorrem em água rasas, a lavra pode ser feita por intermédio de dragas de caçamba ou dragas hidráulicas, que retiram o material do fundo submarino para grandes barcaças e navios, ou por dragagem hidráulica diretamente para o local de interesse, no caso de projetos de recuperação de praias.

Os dois tipos principais de dragas hidráulicas são: as dragas fixas, indicadas para a retirada de material de reservas espessas localizadas, como é o caso dos canais fluviais submersos; e as dragas móveis, que operam sempre em movimento, dragando o material do fundo em jazidas esparsas e de pequena espessura. Essas dragas utilizam bombas potentes, com capacidade para bombear cerca de 2.600 toneladas de material por hora, em lâminas de água de até 50 m.

A lavra de pláceres pode ser feita por dragagem hidráulica ou mecânica. Imensas dragas mecânicas, com capacidade para 850 litros ($0,85 \text{ m}^3$) foram utilizadas na exploração de ouro no Alasca, e posteriormente substituídas por um trator submarino operado remotamente a partir de um cabo umbilical ligado ao navio. Esse veículo, que pesava 25 toneladas, era equipado com uma imensa draga hidráulica com capacidade para sucção de sólidos de até 250 mm de diâmetro, acionada por uma bomba de água com capacidade de 9.690 litros/minuto. Jatos de água sob forte pressão eram utilizados na boca da draga, para fragmentar os sedimentos semiconsolidados. A vantagem do trator submarino sobre a draga por caçambas foi a de proporcionar maior controle e seletividade quanto ao exato local a ser dragado, além de maior efetividade de dragagem, com taxas de $120 \text{ m}^3/\text{hora}$ em areias e $26 \text{ m}^3/\text{hora}$ em cascalho em profundidades médias de 15 m (GARNETT, 1999a).

A lavra dos pláceres de praias é normalmente feita por pás-carregadeiras, ou por meio de sucção hidráulica. Nesse último caso, os sedimentos superficiais são removidos até que seja atingido o lençol freático, criando-se um grande lago onde é instalada uma unidade de dragagem. O material dragado é despejado por gravidade diretamente nos concentradores – espirais de Humphreys –, que fazem a pré-concentração do material antes que ele seja encaminhado para a usina para posterior reconcentração e processamento.

A exploração de diamantes na Namíbia e na África do Sul, quando em águas rasas de até 30 m, é feita de maneira seletiva por intermédio de mergulhadores, que operam dragas de sucção (*air-lift*) exatamente nos locais de maior interesse, como irregularidades do fundo ou concavidades, onde as concentrações são mais elevadas.

Em águas mais profundas, ou em condições de fundo submarino com blocos e cascalhos volumosos ou fundos endurecidos, são utilizadas sondagens rotativas de largo diâmetro (até 10 m), deno-



minadas *wirth drill*. Tais sondas operam em até 200 m de profundidade, de maneira rotativa, como uma gigantesca enceradeira, realizando furos circulares e colhendo os sedimentos. A exploração é realizada pela sobreposição das sondagens circulares à medida que o navio vai avançando, e é controlada por veículos remotos e por submarinos. Veículos submarinos de mineração, operados remotamente a partir de cabos umbilicais ligados ao navio, também são utilizados na exploração de diamantes em profundidades de até 200 m. Esses veículos, como no caso da exploração de ouro no Alasca, utilizam sistemas de sucção para retirar os sedimentos do fundo, são capazes de cobrir uma área de até mil m² por dia, e têm capacidade para retirar 1 milhão de m³ de sedimentos do fundo do oceano por ano (GARNETT, 1999b).

A lavra do enxofre nativo consiste no processo Frasch, cuja eficácia decorre do baixo ponto de derretimento e da baixa densidade desse elemento. O processo Frasch pode ser descrito da seguinte maneira: a água superaquecida é injetada sob pressão embaixo de um sistema de três tubulações concêntricas; essa mesma água funde o enxofre; o ar comprimido é injetado embaixo dessa tubulação; a mistura da água quente, do ar e do enxofre derretido é bombeada para a superfície (as bolhas de ar elevam o enxofre).

De acordo com Marques Filho (2004), uma outra maneira de lavra do enxofre nativo é por meio do processo Claus, que é o padrão da indústria na redução das emissões de dióxido de enxofre (SO₂) de efluentes gasosos ricos em gás sulfídrico (H₂S). Basicamente, o processo consiste de duas etapas em série, uma térmica e outra catalítica. A cinética do processo é limitada devido à natureza de suas reações principais, que tendem ao equilíbrio. Assim, uma unidade de recuperação de enxofre com três reatores catalíticos, por exemplo, tem capacidade teórica de recuperar 98% de enxofre do gás ácido. Embora a fase térmica do processo Claus seja responsável por 60% a 70% da conversão total de enxofre, ela tem sido pouco estudada e, ainda hoje, a maior parte dos modelos disponíveis para projetos de novas plantas ou para a otimização das existentes é baseada em relações de equilíbrio ou em equações empíricas.

Na lavra de carvão em depósitos *offshore*, o processo utilizado é o *underground coal gasification* (UCG). Nesse processo, ainda em estágio de desenvolvimento, o carvão é alcançado por meio da perfuração direcional precisamente controlada e submetido a uma queima controlada, produzindo um gás combustível que vai para uma cavidade perfurada na terra, que é uma área de recuperação. Depósitos de carvão a até 8 km de distância da costa são acessíveis para o método UCG da terra por poços de longo alcance.

Em relação à lavra de nódulos polimetálicos, considerável desenvolvimento foi obtido nos últimos

25 anos por consórcios internacionais privados, subsidiados por diferentes governos. A mineração de nódulos polimetálicos envolve a coleta de minério a profundidades da ordem de 4 mil a 5 mil m.

Diferentes sistemas hidráulicos, desde simples dragas rebocadas até dragas auto-impulsionadas extremamente móveis, foram testados. Tais sistemas coletam e enviam os nódulos para a superfície por intermédio de potentes bombas a ar ou hidráulicas. Também foram testados sistemas contínuos de caçambas, que consistem em caçambas de correntes de dragagem conectadas a um laço. Outros modelos mais especulativos também foram concebidos.

A lavra de crostas é tecnologicamente mais difícil do que a de nódulos de manganês. Os nódulos se localizam em substrato de sedimento brando, enquanto as crostas são aderidas, com maior ou menor força, à rocha do substrato. Para poder lavar as crostas é indispensável recuperá-las sem extrair rochas do substrato, o que diluiria apreciavelmente o valor do minério. Uma das maneiras utilizadas para a lavra das crostas é a utilização de um veículo que se arrasta pelo fundo oceânico conectado a um navio mediante um sistema de elevação por tubos hidráulicos e um cordão elétrico. As crostas se fragmentariam com as garras articuladas do veículo, técnica que permite minimizar a quantidade de substrato rochoso recolhido. Entre os sistemas inovadores propostos figuram o varredor com jorro de água para separar as crostas do substrato rochoso, as técnicas de lixiviação química *in situ* das crostas quando se encontram em montes submarinos e a separação sônica. Exceto no Japão, foram realizadas poucas investigações e houve poucos avanços nas tecnologias de lavra de crostas. Ainda que diversas idéias tenham sido propostas, as atividades de investigação e desenvolvimento dessa tecnologia são incipientes (HERZING et al., 2002).

3.4.3. Desenvolvimento tecnológico marinho no Brasil

A partir da descoberta de importantes campos de petróleo na Bacia de Campos na década de 1970 um conjunto de atividades de engenharia foi implementado para que fosse possível a produção petrolífera no mar, incluindo a fabricação e a instalação de estruturas denominadas plataformas fixas e as operações marítimas para a instalação de equipamentos no fundo do mar para o controle da produção e de dutos para o transporte.

Na década de 1980, com a necessidade de produzir petróleo em lâminas de água mais profundas, em especial as superiores a 400 m de profundidade, grande ênfase foi dada às operações realizadas com o auxílio de robôs submarinos. Uma nova especialidade de engenharia foi então amplamente desenvolvida no Brasil: a engenharia submarina, associada ao controle remoto de equipamentos no



fundo do mar – denominados equipamentos submarinos de produção –, à aplicação de conceitos de hidroacústica para comunicação no meio marinho, à instrumentação submarina, à aplicação de novos materiais e ao projeto e à instalação de estruturas complexas. Nesse contexto, as plataformas fixas foram sendo substituídas pelas plataformas flutuantes.

A tecnologia marinha avançou rapidamente no Brasil ao longo da década de 1990, consolidando na indústria do petróleo a imagem do país como líder na produção em águas profundas. Esse esforço tecnológico liderado pela Petrobras tem contado com o decisivo apoio das universidades e dos centros de pesquisa nacionais.

Em 1997/98, ocorreram entendimentos preliminares entre o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) do Brasil e o governo da Índia para estudar a possibilidade de desenvolver um projeto bilateral de construção de um veículo submersível tripulado para pesquisa a grandes profundidades utilizando as tecnologias existentes nos dois países. Entendia-se que o submersível pudesse ser empregado tanto no apoio à instalação de sistemas de exploração submarina de petróleo quanto na pesquisa de recursos minerais e biotecnológicos da PCB e das áreas oceânicas adjacentes.

Do lado brasileiro identificavam-se como parceiros no desenvolvimento do submersível, dentre outros, o MCT, a Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ), o Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro e a Petrobras. Do lado indiano, o Instituto Oceanográfico de Goa demonstrou firme interesse em participar do projeto. No entanto, esse projeto não teve continuidade.

Entre os centros de desenvolvimento tecnológico brasileiros com vocação para atuar na área de recursos minerais marinhos, destacam-se o Laboratório de Tecnologia Submarina (LTS), vinculado ao Programa de Engenharia Oceânica da COPPE/UFRJ, o Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes), a Marinha do Brasil (MB) e o Cetem.

3.4.4. Laboratório de Tecnologia Submarina

Vinculado ao Programa de Engenharia Oceânica da COPPE/UFRJ, o LTS foi criado em 1989 para atender à crescente demanda por tecnologia em águas profundas.

Atualmente, o LTS vem trabalhando em processos para a exploração de óleo e gás em águas profundas e apoiando a Marinha brasileira na segurança da PC. Aborda temas como robótica, infra-estrutu-

ra para testes submarinos, hidroacústica, tubos flexíveis alternativos, soldagem submarina, separador de fundo e umbilicais submarinos, além de trabalhar para o desenvolvimento de tecnologias que viabilizem a exploração racional dos recursos do mar e de contribuir para o melhor conhecimento da PCB. O LTS já realizou cerca de 6,500 projetos, em parceria com empresas estatais e privadas, com órgãos de governo federais, estaduais e municipais e com entidades não-governamentais nacionais e estrangeiras. Mais de mil contratos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico foram realizados com a Petrobras.

Os projetos do LTS têm proporcionado capacitação tecnológica e de pessoal para responder aos desafios relacionados à exploração de recursos em lâminas de água cada vez mais profundas.

As principais linhas de pesquisa do LTS são:

- Análise estrutural de dutos submarinos sob diversas condições de carregamento;
- Iniciação e propagação de falha em dutos submarinos;
- Desenvolvimento de equações de projeto para dutos submarinos baseadas em estudos de confiabilidade estrutural;
- Análise experimental do desempenho de cabos umbilicais sob tração e torção;
- Desenvolvimento de concepções alternativas de dutos rígidos e flexíveis para águas profundas;
- Comportamento estrutural de painéis de navios e colunas de plataformas oceânicas;
- Avaliação experimental de equipamentos e estruturas para águas profundas;
- Análise teórica e experimental de colunas de perfuração de poços de petróleo/gás;
- Equipamentos de segurança e controle de poços de petróleo/gás;
- Geração de energia por ondas do mar;
- Recifes artificiais.

3.4.5. Centro de Pesquisas da Petrobras

A área de exploração e produção de petróleo do Cenpes é a de maior relevância na aplicação de recursos, com uma fatia, em 2001, de R\$ 120 milhões, o que equivaleu a 39% do seu orçamento para aquele ano, em torno de R\$ 310 milhões. Uma das metas perseguidas, a de operação a 3 mil m de lâmina d'água (águas ultraprofundas), começa a ser viabilizada. Em 2006, o recorde de produção da estatal era de 1.877 m, enquanto a perfuração atingia 2.783 m.



Os investimentos da instituição estão distribuídos em cinco áreas: exploração e produção; abastecimento; gás e energia; distribuição; e internacional.

Nos últimos 23 anos, o Cenpes, pioneiro no uso do conceito de produção flutuante, enfatizou sempre a inovação. O primeiro Programa de Desenvolvimento Tecnológico de Sistemas de Produção em Águas Profundas (Procap-1000) foi lançado em 1986 com o objetivo de melhorar a competência técnica da empresa na produção de petróleo e gás natural em águas com profundidade de até mil m. Para isso, foram escolhidos como unidades de desenvolvimento os campos de Albacora e Marlim.

Os resultados obtidos nesse primeiro programa e as demais descobertas em águas mais profundas encorajaram a empresa a criar, em 1993, um outro, o Programa de Inovação Tecnológica para Sistemas de Exploração em Águas Profundas (Procap-2000). Implementado para dar continuidade aos esforços do primeiro, este foi um desafio muito maior.

Movida pelo desejo de colocar em produção seus campos já descobertos em águas profundas, assim como os campos potenciais a serem descobertos à profundidade de lâmina d'água de cerca de 3mil m, a indústria petrolífera está ampliando e criando um conjunto de novas tecnologias. Desta maneira, a Petrobras lançou, em 2000, o Programa Tecnológico da Petrobras em Sistemas de Exploração em Águas Ultraprofundas (Procap-3000).

Atualmente, o Procap-3000 é executado por meio de projetos sistêmicos focalizando as principais tecnologias consideradas de importância estratégica para os cenários de águas ultraprofundas da empresa.

O Cenpes está elaborando um modelo baseado na plataforma de exploração de petróleo desenvolvida recentemente pela própria Petrobras, batizado de Mono-BR, que suporte uma sonda de perfuração. Normalmente, somente as plataformas fixas, viáveis apenas em águas rasas, suportam as sondas, porque as plataformas semi-submersíveis convencionais, utilizadas em águas mais profundas, movimentam-se muito com a maré.

A Mono-BR é uma plataforma com um casco de forma arredondada, oco por dentro, por onde a água entra e sai, o que minimiza os efeitos das oscilações das ondas do mar. A primeira utilização desse tipo de plataforma será no campo de Pitranema, na Bacia Sergipe/Alagoas. A unidade ainda está em construção no exterior e será arrendada pela Petrobras.

3.4.6. Marinha do Brasil

A Marinha do Brasil (MB) vem realizando, desde 1980, um amplo programa de pesquisa e desenvolvimento. Motivada pela necessidade de acompanhar os esforços de atualização científica e tecnológica, e a exemplo de outros ministérios militares, resolveu implantar alguns órgãos de pesquisa, como o Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP), o Centro de Análises de Sistemas Navais (Casnav) e o Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM).

Como diretriz fundamental, todos os empreendimentos a cargo do CTMSP são concebidos pela equipe técnica, que, em alguns casos, conta com a colaboração de engenheiros e cientistas de outras instituições de pesquisa e de universidades do país. Essa equipe acompanha e fiscaliza as execuções, que são contratadas junto a empresas nacionais altamente qualificadas. Para a consolidação de uma forte e imprescindível “cultura experimental” no âmbito desse programa de pesquisa e desenvolvimento, o CTMSP conta com o Centro Experimental Aramar, no município de Iperó (SP), onde estão instalados seus laboratórios e suas oficinas especializadas. Esse esforço possibilitou a formação de um significativo acervo tecnológico e gerou capacitação em diversas áreas, o que permitiu que passassem a ser projetados e fabricados no Brasil vários materiais, componentes, equipamentos e sistemas anteriormente adquiridos no mercado externo e que, muitas vezes, não podiam ser importados devido a restrições por parte dos países fornecedores.

Os principais laboratórios do CTMSP são: de Materiais Nucleares; de Caracterização de Materiais; de Desenvolvimento de Instrumentação e Combustível Nucleares; de Termohidráulica; de Testes de Equipamentos de Propulsão; de Qualificação de Produto; Radioecológico; e de Choque, Vibração e Ruído.

Como cliente, o CTMSP recorre a cerca de 150 indústrias nacionais, às quais encomenda a grande maioria dos produtos utilizados nos seus projetos. No entanto, alguns desses itens, devido à pequena quantidade ou à sua sofisticação, são fabricados internamente. Para suprir tais necessidades, o CTMSP montou uma infra-estrutura própria de fabricação, que também pode atender eventuais necessidades do setor industrial, com diversos equipamentos de fabricação com controle numérico computadorizado (CNC).

Cabe ao Casnav a Avaliação Operacional (AO), poderoso instrumento que, utilizando modernos métodos científicos, permite à Marinha saber como empregar seus meios de maneira eficaz. A AO possibilita o conhecimento das limitações e das possibilidades dos modernos e sofisticados equipamentos e sistemas empregados na Marinha.



Já ao IEAPM cumpre – a exemplo do que ocorre com as Marinhas modernas – conhecer o ambiente em que opera, aspecto indispensável para aumentar a eficácia de seu desempenho, principalmente em face da modernização dos meios flutuantes, dotados de sistemas e equipamentos extremamente sensíveis e dispendiosos. Desse modo, a missão desse órgão é planejar e executar atividades de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico nas áreas de oceanografia, meteorologia, hidrografia, geologia e geofísica marinhas, instrumentação oceanográfica, acústica submarina e engenharia costeira e oceânica, a fim de contribuir para a obtenção de modelos, métodos, sistemas, equipamentos, materiais e técnicas que permitam o melhor conhecimento e a eficaz utilização do ambiente marinho, no interesse da MB.

3.4.7. Centro de Tecnologia Mineral

No Brasil, um dos principais órgãos de beneficiamento mineral é o Cetem, instituto nacional e eminentemente tecnológico focado numa temática definida: atua na pesquisa e no desenvolvimento de tecnologias minerais e ambientais. Sua linha de pesquisa consiste em:

- Tecnologia ambiental e reciclagem;
- Inovação em processos mínero-metalúrgicos;
- Pesquisa de minerais e rochas industriais;
- Gestão sustentável de recursos minerais.

A tecnologia ambiental e a reciclagem baseiam-se na otimização do uso da energia e de materiais e na redução do impacto ambiental, assim como na busca pela satisfação social, consideradas características fundamentais para a concepção de projetos no setor. Essa linha de pesquisa envolve estudos diagnósticos voltados à gestão ambiental de áreas mineradas, bem como ao desenvolvimento de tecnologias limpas de reciclagem de materiais e de disposição segura de materiais rejeitados, visando à sustentabilidade da indústria mínero-metalúrgica e áreas correlatas.

A inovação em processos mínero-metalúrgicos tem como objetivo o desenvolvimento de tecnologias para o setor, visando a aumentar a produtividade, reduzir os custos e obter produtos diferenciados, de modo a ampliar a competitividade tecnológica.

A pesquisa de minerais e rochas industriais envolve a implementação de estudos para a modificação das propriedades físicas e/ou químicas dos minerais industriais, e poderá atender a demandas específicas e atuais do mercado, assim como oferecer produtos alternativos de menor preço. Além

disso, acarreta a elaboração de estudos voltados ao aprimoramento de técnicas de lavras e de beneficiamento dos diferentes tipos de rochas ornamentais.

A gestão sustentável de recursos minerais tem como meta o desenvolvimento de metodologias e instrumentos de gestão e informação para auxiliar a tomada de decisões e o planejamento e a implementação de atividades e projetos que visem a aprimorar o nível de sustentabilidade da exploração econômica de bens minerais.

3.4.8. Áreas de inovação e desenvolvimento científico e tecnológico

De forma geral, fica evidente que a tecnologia marinha brasileira teve um grande progresso no que concerne à produção de petróleo e de gás. No que diz respeito à exploração de recursos minerais não-petrolíferos da PCB, o desenvolvimento tecnológico marinho foi quase nulo. Contudo, existe um grande potencial para adaptar e inovar a tecnologia existente à exploração de recursos minerais não-petrolíferos da PC e áreas oceânicas adjacentes.

Entre os projetos tecnológicos que poderiam alavancar o desenvolvimento sustentado do aproveitamento dos recursos minerais marinhos destacam-se:

- A construção de um submersível de pesquisa tripulado, com alcance de até 4.500 m de profundidade;
- A construção de um Veículo Submersível Autônomo, *Autonomous Underwater Vehicle* (AUV), com equipamento de prospecção geofísica, autonomia mínima de 200 km e capacidade de mergulho de até 4.500 m de profundidade;
- A construção de Veículos Operados Remotamente, *Remotely Operated Vehicles* (ROVs), para operar em diferentes profundidades com missões diversas.

Quanto à pesquisa mineral, a adoção de metodologias adequadas e modernas constitui o ponto básico para o exercício ora proposto. Em torno desse propósito gravitam todas as etapas das atividades de bordo – coleta de amostras, testemunhagem, perfilagem sísmica, etc. –, passando pelos trabalhos laboratorial e de interpretação de gabinete, realizados com instrumental de última geração disponível no mercado.

Com respeito à exploração dos bens marinhos, é imperativa a realização de uma etapa de investigação científica exploratória desenvolvida de forma adequada, para o conhecimento global do am-



biente em termos de processos físicos, químicos e biológicos que conduziram à sua formação. De modo geral, esses trabalhos devem envolver estudos vinculados à evolução paleogeográfica da área a ser trabalhada, à dinâmica sedimentar em termos de energia atuante no ambiente, e aos processos químicos e biológicos ligados à geração dos recursos, assim como aos demais parâmetros importantes na fase de exploração, cujos resultados irão constituir uma documentação básica de trabalho na avaliação do potencial dos recursos identificados.

Tais objetivos serão atingidos com a aplicação de técnicas que tenham acompanhado a inovação e o desenvolvimento científico e tecnológico dos últimos anos, pois os laboratórios nacionais de processamento de dados e amostras necessitam urgentemente dessa atualização.

3.5. Estabelecendo uma agenda de prioridades

3.5.1. Recursos prioritários

Com base na consulta efetuada junto a vários especialistas, entre os recursos minerais de valor socioeconômico da PCB figura em primeiro plano a extração comercial de agregados (areias e cascalhos). Esses bens minerais têm especial importância na recuperação de praias erodidas, um problema ambiental constante na linha de costa brasileira, além de se constituírem em importante insumo à indústria da construção civil.

Em outros países, como a Grã-Bretanha, os agregados de mar aberto já são explorados para utilização na construção civil, representando mais de 15% da produção total. Significante é também a produção na Holanda e no Japão.

Os projetos a serem realizados nesse campo devem estar voltados para a localização e a delimitação desses depósitos, suas respectivas potencialidades em termos de volume, o impacto potencial da mineração sobre o ambiente e a influência sobre os processos costeiros, o que envolve estudos biológicos.

O calcário bioclástico também representa um recurso prioritário face à importância de sua utilização como fertilizante, componente de rações animais e complemento alimentar, em implantes em cirurgias ósseas, na indústria cosmética e no tratamento de água e esgotos domésticos e industriais.

O exemplo de utilização mais intensa desses agregados bioclásticos vem da França, com o uso do chamado *mäerl*.

Os pláceres de minerais pesados – cassiterita, ouro, diamante, ilmenita, rutilo, zircão, monazita e magnetita, entre outros – foram indicados na mesma ordem de prioridade, apesar de serem considerados menos urgentes do que os precedentes. As ocorrências de paceres desses minerais são numerosas no Brasil, com algumas plantas de extração em operação.

Por sua importância como fertilizante, as rochas fosfáticas (fosforitas) fecham o ciclo de prioridade 1. A fosforita, produto autigênico que difere essencialmente dos anteriores, nitidamente detritais, ocorre associada a zonas de formação de carbonatos e fenômenos de ressurgência. Tais condições são encontradas unicamente na plataforma continental externa, no talude superior e nos platôs marginais.

Pelo interesse que despertam em cientistas, órgãos públicos e iniciativa privada, o carvão e os hidratos de gás devem ser inseridos num segundo nível de prioridades. A partir de 2015, a prioridade desses elementos poderá subir de forma acentuada.

Outros depósitos categorizados no mesmo patamar incluem o enxofre e o potássio. Eles demandam ainda estudos complementares, apesar do conhecimento já obtido por intermédio de projetos da CPRM.

Entre os recursos minerais da área internacional dos oceanos que apresentam valor político-estratégico destacam-se, em ordem de prioridade, as crostas cobaltíferas, os sulfetos polimetálicos e os nódulos polimetálicos.

As crostas cobaltíferas são apontadas como prioridade 1 por serem abundantes na área da Elevação do Rio Grande, região contígua ao limite externo da PCB que já vem atraindo o interesse de outros países para o desenvolvimento de pesquisas e de futuras explorações.

A escolha dos sulfetos polimetálicos como segunda prioridade é decorrente do fato de que tais recursos ocorrem associados a organismos de interesse biotecnológico de alto valor comercial. Portanto, a pesquisa simultânea dos dois recursos seria mais atraente para as agências financiadoras.

Os Quadros 3.1 e 3.2 resumem as prioridades discutidas.



Quadro 3.1 – Minerais de valor socioeconômico.

Tema	Recurso Mineral	Urgência	Importância	Valor agregado	Prioridade
Recuperação de praias	Areias e cascalhos	Alta	Alta	Alto	1
Suprimentos à construção civil	Areias e cascalhos	Alta	Alta	Alto	1
Fertilizantes e indústria em geral	Granulados bioclásticos (carbonatos)	Alta	Alta	Alto	1
Fertilizantes e indústria química	Fosfatos	Alta	Alta	Alto	1
Diversos (pláceres)	Minerais pesados	Média	Alta	Alto	2
Energia	Carvão	Média	Alta	Alto	2
	Hidratos de gás	Baixa	Alta	Alto	3
Fertilizantes e química	Enxofre	Média	Alta	Média	3
Alimentação e cloroquímica	Sal-gema	Baixa	Média	Alto	4
Suprimento de sais de potássio	Evaporitos	Baixa	Média	Alto	4

Quadro 3.2 – Minerais de valor político-estratégico.

Tema	Mineral	Urgência	Importância	Valor Estratégico	Prioridade
Presença do Brasil no Atlântico Sul e Equatorial	Crostras cobaltíferas	Alta	Alta	Alto	1
Presença do Brasil no Atlântico Sul e Equatorial	Sulfetos polimetálicos	Média	Alta	Alto	2
Presença do Brasil no Atlântico Sul e Equatorial	Nódulos polimetálicos	Baixa	Alta	Intermediário	3

3.5.2. Áreas prioritárias

Por concentrar maior variedade de recursos minerais, *a priori* mais susceptíveis de exploração, a agenda de prioridades das áreas é liderada pela plataforma continental interna. Em realidade há uma tendência predominante, e até mesmo uma tradição, dos vários centros e equipes nacionais, de concentrar os estudos de geologia marinha em águas rasas.

Ressalta-se, desde logo, a existência de dois domínios governados pelo tipo dominante de sedimen-

tação que, por sua vez, geraram duas variedades de recursos de águas rasas extremamente importantes, os granulados siliciclásticos e carbonáticos. As duas áreas de ocorrência possuem idêntica pontuação quanto à prioridade e têm como limite a região de Cabo Frio (ao norte carbonáticos e ao sul siliciclásticos).

Outro ponto na indicação da PC como prioridade 1 é a ocorrência de concentrações de minerais pesados (pláceres) que, junto com os presentes na zona costeira, constituem recursos de grande valor econômico.

Nessa seqüência, em direção a mar aberto e já em águas mais profundas, ficariam a zona externa da plataforma, o talude superior e os platôs marginais, que abrigam as ocorrências de fosforitas. Entretanto, ainda há aspectos não equacionados sobre a origem dessas fosforitas na margem continental brasileira. Os poucos trabalhos existentes sobre o assunto divergem quanto a essa origem: detrítal, calcário fosfatizado ou diagênico nas regiões de ressurgência. Os dados divulgados pelo Marine Minerals Data Base (Marmin Data Base-Ifremer) classificam esse tipo de depósito na categoria *phosphorite upwelling* para as seis ocorrências cadastradas até 1995. Em 2003 foi registrada junto ao Marmin (MARTINS et al., 2003) a existência de nódulos e concreções fosfáticas na margem continental do Rio Grande do Sul, com projeto de estudo detalhado a ser implementado.

A área prioritária 2 encontra-se intensamente ligada ao crescente interesse pelos hidratos de gás e à sua ocorrência na PCB nos cones do Amazonas e do Rio Grande. Finalmente, existe o nível classificado como intermediário, representado pelo carvão – plataformas continentais do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina –, pelo enxofre e pelo potássio (associados às bacias marginais brasileiras norte e leste), avaliados por estudos desenvolvidos pela CPRM na década de 1970 e que, apesar de sua importância, não prosseguiram ao longo dos anos posteriores.

As respostas aos questionários apontam três diferentes regiões como ponto de partida para a pesquisa de recursos minerais no oceano profundo:

- A primeira compreende a ZEE e a PC do Arquipélago São Pedro e São Paulo que, situado a 1.100 km da costa do Rio Grande do Norte, é parte integrante do Brasil. Essa região é o único lugar sob jurisdição brasileira onde existe cordilheira mesoceânica e, conseqüentemente, a possibilidade de ocorrências de sulfetos polimetálicos. Atividades de pesquisa desses recursos nessa região podem reforçar os princípios do Programa Arquipélago (Pro-Arquipélago), desenvolvido pela CIRM com o objetivo de estudar e ocupar essa distante parte do território brasileiro, assegurando a soberania nacional.
- A segunda região compreende a Elevação do Rio Grande. Esta é, sem sombra de dúvida,



por onde a pesquisa de crostas cobaltíferas deveria começar, sem esquecer todos os montes submarinos que ocorrem na margem continental central brasileira e também os montes submarinos da Cadeia Vitória-Trindade.

- A terceira região inclui a ZEE e a PC da Ilha de Trindade e regiões oceânicas adjacentes, que parece ser um bom ponto de partida para a pesquisa de nódulos polimetálicos. Essa atividade também deverá reforçar as ações desenvolvidas pelo Programa Trindade (Pro-Trindade), criado pela CIRM.

3.5.3. Associação com outros tipos de recursos naturais

Por sua vinculação com a margem continental, a relação mais expressiva dos minerais marinhos de águas rasas está direcionada aos recursos pesqueiros, que se constituem no principal integrante da categoria dos recursos vivos (renováveis). As atividades de exploração/exploração de recursos não-vivos parecem possuir uma relação antagônica com os recursos vivos.

Atualmente, os estudos relativos à mineração de recursos do fundo do mar têm como componente fundamental as implicações com as mesmas atividades no âmbito dos recursos vivos. O trabalho desenvolvido por agências como o USGS e o MMS é pautado pela integração entre as equipes de geologia e de biologia e pesca, que avaliam minuciosamente as relações entre os dois tipos de atividade com vistas à adoção de políticas compatíveis com o desempenho das atividades específicas.

Desde a implantação e o desenvolvimento do OSNLR, a zona costeira recebe um tratamento diferenciado, sendo incluída no componente *Coastal Zone as a Resource on its Own Right (Czar)* como um recurso não-vivo em si.

De maneira geral, até pouco tempo o desconhecimento desses processos normalmente trágicos existentes no relacionamento entre o homem e a natureza era grande. Esforços no sentido de considerar a zona costeira um recurso natural merecedor dos necessários cuidados visando à sua manutenção e utilização racional devem ser incentivados e aumentados por meio de estudos nacionais, regionais e internacionais. As geociências, quando aplicadas nessas situações, induzem à obtenção de informações críticas para a compreensão e o equacionamento de muitos desses problemas. No panorama dessa inter-relação, a água do mar deve ser considerada fonte para a extração de vários produtos.

Os recursos minerais marinhos fazem parte de um sistema complexo no qual interagem elementos físicos, químicos, geológicos e biológicos. Tal interação pode ter maior ou menor importância dependendo do contexto focado. Em relação aos recursos minerais indicados como prioritários para a

pesquisa em áreas internacionais dos oceanos adjacentes à PCB, os recursos biotecnológicos associados aos depósitos de sulfetos polimetálicos foram apontados como os mais importantes por serem os de maior interesse econômico e estratégico depois do petróleo e do gás. Tais recursos têm atraído investimentos por parte da indústria mineral internacional em ZEEs de alguns países, bem como em áreas internacionais.

Os depósitos de sulfetos polimetálicos encontram-se em áreas do fundo marinho, e estão associados às fontes hidrotermais cujo gradiente térmico pode variar de 2°C a 300°C. Esse ambiente é extremamente favorável à proliferação de *Psychrophiles*, *Mésophiles* e *Termophiles*, microorganismos capazes de se desenvolver em condições de pH, salinidade, temperatura, pressão e níveis de radiação extremos.

Uma das características mais interessantes desses microorganismos é a capacidade que seus constituintes celulares têm não somente de resistir e funcionar em condições extremas, mas de conservar as suas propriedades *in vitro* sob a forma nativa após a extração celular, ou sob a forma recombinada em *Escherichia coli* ou em *E. levure*. Esse é o caso especialmente de enzimas de microorganismos termófilos e hipertermófilos.

A aplicação biotecnológica desses microorganismos, responsável por uma atividade de comércio internacional da ordem de US\$ 3,6 bilhões em 2000, é muito variada, pois compreende algumas grandes famílias de produtos: enzimas, exopolissacarídeos (EPS) e metabólitos secundários. Tais organismos são utilizados na fabricação de detergentes, de papel, de cremes e de alimentos para animais. Alguns têm aplicação jurídica na identificação de digitais genéticas. No âmbito da medicina, eles contribuem para o diagnóstico de doenças genéticas e na regeneração de ossos e da pele, entre outros. Também podem ser usados na degradação de certos resíduos, com vistas à preservação ambiental.

3.5.4. Vulnerabilidade ambiental e sustentabilidade da exploração dos recursos minerais do ambiente marinho costeiro

Todos os estudos relacionados à exploração e à exploração de recursos minerais marinhos devem trazer acopladas recomendações efetivamente relacionadas à vulnerabilidade ambiental em resposta a tal tipo de atividade. No entanto, esse impacto pode ser minimizado com a adoção de tecnologia adequada.

Os aspectos mais relevantes e de impacto mais imediato dizem respeito às atividades de projetos de exploração de granulados e plácidos na PC. Em virtude das implicações na biota presente, na altera-



ção da morfologia de fundo e, conseqüentemente, no padrão de ondas e correntes, será necessário estabelecer uma profundidade limite para o desenvolvimento das atividades extrativas.

A extração de fosforita nos platôs e terraços marginais pode afetar a cadeia alimentar de várias espécies de peixes. O estudo e o posterior aproveitamento dos hidratos de gás devem ser tratados com os devidos cuidados, evitando a liberação de quantidades apreciáveis de gás.

A exploração de recursos minerais, especialmente os que ocorrem na interface sedimento/água, pressupõe uma série de atividades, nem sempre compatíveis com os centros urbanos e/ou as áreas de preservação ambiental. O uso de dragas para a obtenção de granulados pode favorecer o surgimento de aspectos como siltação e inibir o hábitat de organismos, ou mesmo destruir as condições requeridas para o desenvolvimento de organismos bentônicos.

Outros conflitos adicionais podem ser gerados, como aqueles ligados às alterações na batimetria e na circulação das águas, nas rotas de navegação e nas atividades turísticas. Algumas nações já vêm avaliando os aspectos estéticos da zona costeira, com o objetivo de inibir atividades extrativas ou de geração de energia.

A exploração de sulfetos polimetálicos, crostas cobaltíferas e nódulos polimetálicos pode causar impactos tanto no fundo marinho como na coluna de água e na superfície marinha. Eventos internacionais e regionais, promovidos especialmente pela Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos, reuniram um elevado número de cientistas e de administradores, que analisaram e discutiram esse tipo de impacto. Como resultado, recomendações atinentes à proteção e à preservação do meio ambiente marinho foram integradas ao Código de Mineração, em desenvolvimento pela Autoridade.

Outro tipo de vulnerabilidade ambiental apontada é o possível conflito entre as atividades pesqueiras e de mineração, especialmente aquelas em montes submarinos.

Os princípios gerais para o gerenciamento sustentável da exploração de recursos minerais marinhos devem incluir:

- A conservação de bens minerais até onde seja possível, assegurando, no entanto, a existência de materiais adequados para suprir as demandas da sociedade;
- O encorajamento do uso eficiente dos bens minerais, o que implica a minimização de perdas, ou seja: evita-se a utilização de materiais de qualidade mais alta em situações nas quais materiais de grau mais baixo sejam suficientes;

- A asseguarção de que os métodos de extração minimizem os impactos adversos ao ambiente, preservando a qualidade global do meio uma vez que a extração tenha cessado;
- O estudo criterioso da quantidade total de minério a ser extraído e do ritmo de exploração, com o objetivo de controlar o impacto potencial da operação;
- A sustentabilidade do ecossistema, intrinsecamente relacionada ao gerenciamento das atividades de extração e de identificação de áreas apropriadas para essa atividade;
- A existência de áreas com maior grau de sensibilidade e de áreas legalmente protegidas, como as de conservação marinha, de pesca e de interesse para outros usos legítimos do mar.

A implementação desses princípios exige o conhecimento do recurso e a compreensão dos impactos potenciais de sua extração, e que se saiba até que ponto a reabilitação do fundo marinho é possível. O estudo ambiental deve ser capaz de determinar os efeitos potenciais e identificar possíveis medidas mitigadoras. Em determinadas regiões o ambiente é muito sensível: assim, a perturbação provocada pela extração mineral, a menos que as questões ambientais e costeiras possam ser satisfatoriamente resolvidas, não justifica essa atividade, que não deve ser permitida.

Analisando as implicações socioeconômicas da exploração dos recursos minerais no ambiente costeiro marinho, Borges (2007) revela um quadro dominado por dois contextos bastante distintos e igualmente importantes. O primeiro deles diz respeito à compreensão da importância corrente desses ambientes como fornecedores de matérias-primas minerais, em especial no tocante aos impactos ambientais da atividade. O segundo, menos urgente, refere-se ao inexorável avanço da atividade para as zonas marinhas mais profundas, em busca de minerais metálicos.

No primeiro caso, o conceito de vantagem comparativa será, seguramente, o principal fator regulador da atividade, na medida em que a exploração de depósitos superficiais, em especial os pláceres, limitará a utilização das zonas costeira e marinha-rasa para outras finalidades igualmente importantes para a sociedade, tais como o turismo e a pesca.

A exploração de recursos marinhos profundos, por outro lado, dificilmente será considerada sob o mesmo prisma, seja em função da ausência de usos concorrentes perceptíveis para os fundos marinhos, seja em função da distância física dessas atividades em relação às concentrações humanas. Além disso, muitas dessas atividades deverão se localizar em águas internacionais, onde a tendência predominante é o sistema dominial do tipo *res nullius*.

Portanto, o grande desafio que se impõe é assegurar um aporte positivo à qualidade do ambiente marinho-costeiro em bases permanentes. Essa sustentabilidade somente será alcançada se o con-



ceito de vantagem comparativa também for aplicado aos depósitos de zonas mais profundas, em relação aos quais, em muitos casos, a geração de riqueza sustentável poderá decorrer da preservação, ao invés da exploração.

Compreender esse delicado equilíbrio é a chave da sustentabilidade, mas tal compreensão somente será possível mediante a construção de um modelo de conhecimento multidimensional, que integre dados científicos de especializações tão diversas quanto a oceanografia, a geologia, a biologia, a climatologia, e a economia, dentre outras.

Talvez o ponto de partida para esse conhecimento seja a construção de um modelo econométrico capaz de medir, de maneira individualizada, os fluxos de renda agregados por todas as atividades atualmente desenvolvidas na zona marinho-costeira. O segundo passo seria dado a partir da identificação e da quantificação de sinergias econômicas, isto é, a interdependência entre cada uma dessas atividades, e sua importância (positiva ou negativa) para o conjunto. O terceiro desafio, mais complexo, constitui-se na análise de sustentabilidade, ou seja, o impacto dessas inter-relações na evolução positiva da qualidade de vida da sociedade e dos parâmetros ambientais.

A perspectiva de uma crescente e inexorável pressão sobre os recursos minerais marinhos remete ao clichê do Planeta Água, da Terra Azul, cuja indispensável consideração implica, antes de qualquer ênfase à exploração econômica, a necessidade de constituir uma nova organização social, que compreenda uma comunidade marinha que integre realmente a sociedade humana. Os aspectos socioeconômicos dessa nova organização social ainda se constituem num exercício de futurologia, mais próximo da ficção do que da realidade, dois contextos que, segundo a história tem demonstrado, acabam se confundindo, ao longo do tempo, pela evolução do conhecimento.

3.5.5. Estruturas institucionais e capacidade instalada no país

O primeiro grande projeto brasileiro voltado ao conhecimento global da geologia e dos recursos minerais marinhos no Brasil foi o já mencionado Projeto de Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira. Participaram dele a Petrobras, a CPRM, o DNPM e todas as instituições integrantes do PGGM, sob os auspícios do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Ainda hoje, esse projeto, executado ao longo dos anos 1970, na escala de 1:3.500.000, é o único estudo sistemático disponibilizado para a comunidade nacional.

Originalmente, o primeiro impulso direcionado ao desenvolvimento dos estudos marinhos no Brasil decorreu da criação do PGGM, no âmbito da DHN, em 1969. Com a execução de 24 Operações Geomar ao longo de toda a PCB, ele coletou e analisou cerca de 3.100 amostras de sedimentos da superfície do fundo.

Paralelamente à realização das Operações Geomar, foram realizados detalhamentos sedimentológicos de segmentos limitados da margem continental brasileira na segunda metade do século passado, por interesse de instituições de pesquisa e de ensino nacionais e estrangeiras.

Dentre esses levantamentos de detalhamento destacam-se os estudos multidisciplinares realizados na Plataforma Amazônica mediante convênio entre universidades norte-americanas e brasileiras e coordenados pelo Laboratório de Geologia Marinha do Instituto de Geociências (Lagemar) da Universidade Federal Fluminense (UFF), cujo objetivo era compreender os processos oceânicos associados ao enorme fluxo de água doce e ao material em suspensão trazidos pelo Rio Amazonas (Amazon Shelf Sediment Study – AmasSeds). Mais recentemente, o Programa OSLNR para o Atlântico Sudoeste realizou um importante trabalho sobre a morfologia e a sedimentologia da zona costeira e da PCB entre Cabo Frio, no Brasil, e a Península de Valdés, na Argentina, o que resultou na publicação de mapas na escala de 1:1.000.000, acompanhados de textos explicativos, sob a coordenação de Centro de Estudos Costeiros e Oceânicos (Ceco) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

O Programa de Avaliação do Potencial Sustentável dos Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (Revizee) inclui um levantamento de dados pretéritos referentes à geologia marinha, além de viabilizar um importante trabalho realizado pelo PGGM intitulado *Levantamento Bibliográfico sobre a Geologia Marinha no Brasil, 1841-1992* (TESSLER & MAHIQUES, 1996), que se constitui na mais completa coletânea de referências bibliográficas sobre a geologia e a geofísica marinhas do Brasil.

Para suprir a falta de conhecimento sobre os recursos minerais marinhos do país, a CIRM instituiu o Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira, cujo objetivo é conhecer o substrato marinho da plataforma continental jurídica brasileira e suas implicações para a avaliação dos recursos minerais, das questões ambientais, do manejo e da gestão integrada. Para o gerenciamento desse programa foi criado o Comitê Executivo para o Remplac, constituído atualmente por representantes das seguintes instituições: MME, Ministério das Relações Exteriores (MRE), MCT, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Estado-Maior da Armada (EMA), DHN, SECIRM, DNPM, CPRM, Petrobras e Programa de Geologia e Geofísica Marinha. O MME, representado pela SGM, é o atual coordenador desse comitê. A CPRM atua como coordenadora executiva do programa.



A CPRM é apontada atualmente como a estrutura institucional mais credenciada para servir como agente catalítico para a condução de pesquisas minerais marinhas no Brasil. A realização de levantamentos geológicos no âmbito federal é atribuição da CPRM, que poderá realizar tal tarefa por intermédio de seus especialistas, e ainda tem o apoio de uma rede de colaboradores de centros especializados. A CPRM conta com o Laboratório de Análises Minerais (Lamin), além de equipes especializadas em geoprocessamento e avaliação de recursos minerais marinhos.

As ações da CPRM no âmbito dos recursos minerais englobam atividades de geologia econômica, prospecção e economia mineral, tendo como meta principal o levantamento de informações geológicas que permitam caracterizar o potencial econômico de ocorrências, depósitos, distritos e províncias minerais no Brasil, além de promover o conhecimento sobre a gênese de depósitos já conhecidos.

Apesar de algumas manifestações em contrário, a capacidade instalada no país em termos de recursos humanos e capacidade laboratorial é boa, porém muito reduzida em face aos desafios que se impõem com vistas ao desenvolvimento sustentável dos recursos minerais marinhos.

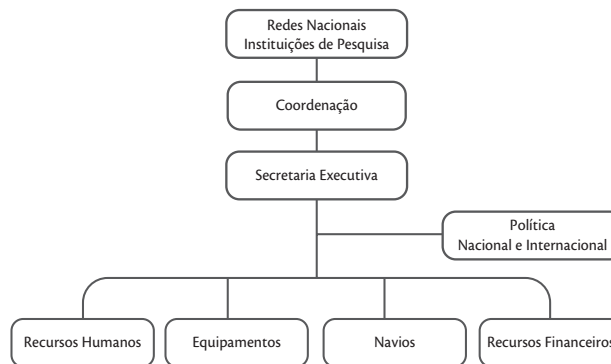
Dois tipos de estruturas são sugeridas para facilitar o desenvolvimento sustentado da pesquisa mineral no Brasil, a saber: a utilização de redes de cooperação e a criação de um centro nacional de gestão de meios flutuantes, com equipamentos oceanográficos, de geologia e geofísica marinha.

A utilização de redes de cooperação poderá facilitar sobremaneira esse tipo de investigação. Entretanto, é necessário ressaltar a importância de um consistente apoio às equipes no que concerne à infra-estrutura, ao meio flutuante, ao ambiente laboratorial e à capacitação de pessoal. A fluidez dos estudos a serem realizados, a observância dos cronogramas estabelecidos, a confecção de relatórios no prazo estabelecido e o treinamento constante de pessoal dependem desse fundamental apoio. As afirmações dessa natureza dizem respeito a centros de pesquisa vinculados às universidades e órgãos de pesquisa governamentais.

Exemplos dessa conduta são o Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira e o Programa de Geologia e Geofísica Marinha, em operação desde 1969. No âmbito regional, o Coastal and Marine Geology Group, que substituiu o Programa OSNLR (IOC-Unesco 1985-2002) tipifica a cooperação entre o Brasil, o Uruguai e a Argentina no âmbito da geologia marinha.

Uma rede nacional de porte necessário ao desenvolvimento das atividades que o estudo requer seria estruturada, em linhas gerais, da forma ilustrada na Figura 3.1.

Figura 3.1 – Estrutura geral de uma rede de cooperação.



Os quatro elementos – recursos humanos, equipamentos, navios e recursos financeiros – são fundamentais no acionamento da rede de trabalho sugerida.

A criação de um centro de gestão de meios flutuantes e equipamentos, a exemplo do que ocorre em países como a França, é sugerida de forma a facilitar o planejamento e a execução das operações de pesquisa no mar.

Entre as ações prioritárias que poderiam favorecer o desenvolvimento racional e sustentável dos recursos minerais da área internacional dos oceanos destacam-se a elaboração e a implementação de programas nacionais de órgãos de pesquisa governamentais, a exemplo do que ocorre em vários países desenvolvidos e em desenvolvimento. Nesse contexto, há que mencionar a importância fundamental da CPRM, que, mesmo de forma ainda modesta, lança-se na pesquisa de diferentes tipos de recursos minerais marinhos de águas rasas e semiprofundas.

Tais programas, além de produzirem as informações necessárias para preparar a posição do Brasil junto à Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos e de marcar sua presença no Atlântico Sul, podem também reforçar o Remplac, coordenado pelo MME na CIRMA.

3.5.6. Principais obstáculos para o desenvolvimento sustentável

A falta de prioridade para a implementação de políticas públicas voltadas ao mar representa um dos principais obstáculos para a existência de projetos nacionais. Isto foi observado na consulta a repre-



sentantes das comunidades científica, empresarial e governamental, que se ressentem do reduzido avanço do setor.

Os demais aspectos, como falta de incentivos, inexistência de núcleos de pesquisa consolidados, ausência de desenvolvimento de novas metodologias, falta de meio fluante e de programas de formação e treinamento de pessoal, passam necessariamente por uma decisão dessa natureza. Este será, em realidade, o oxigênio que manterá a sustentabilidade da atividade em longo prazo.

A par desses entraves, destaca-se o desconhecimento da sociedade em geral sobre as questões político-estratégicas relacionadas aos recursos minerais da área internacional dos oceanos. A compreensão da relevância desse assunto limita-se, no presente momento, a uma pequena esfera do governo que vem atuando em fóruns internacionais, de forma a garantir que os interesses nacionais não sejam prejudicados.

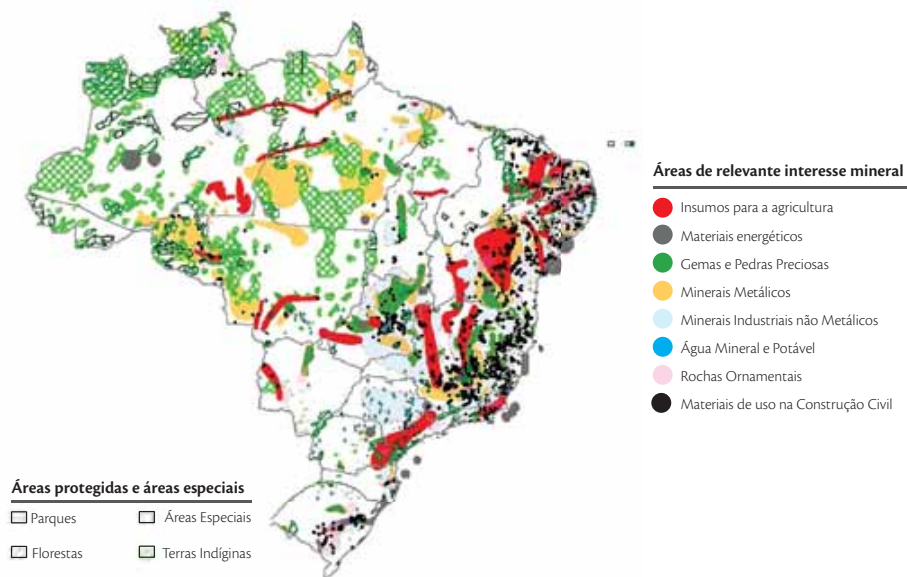
Outra questão importante, que pode ser considerada obstáculo ao desenvolvimento sustentável dos recursos minerais marinhos, é a proposta de criação de áreas protegidas e de conservação ao longo de toda a zona costeira, do MT, da PC e da ZEE, sem levar em consideração as perspectivas de utilização dos recursos minerais e energéticos existentes e a viabilidade de sua exploração e aproveitamento sustentáveis. O que ocorre hoje é que, diante da não existência de uma cartografia morfo-sedimentar em escala adequada para que se tenha o conhecimento mínimo necessário da área submersa, na maioria das vezes, para proteger um determinado ecossistema, são criadas áreas de proteção de tamanho exagerado, inviabilizando a exploração e o aproveitamento de recursos naturais que poderiam trazer progresso para uma determinada região com impacto ambiental pouco significativo.

Logo, o conhecimento geológico do fundo marinho poderá evitar excessos no dimensionamento dessas áreas e permitir a criação de unidades de conservação que realmente protejam o que deve ser preservado e permitam a exploração sustentável do que pode ser explorado, possibilitando o crescimento a inclusão social de populações e localidades litorâneas carentes de alternativas econômicas.

O conhecimento do fundo marinho é essencial para a exploração dos recursos minerais, pois poderá definir as áreas passíveis de serem exploradas de forma sustentável, facilitando a emissão de licenças ambientais pelo Ibama.

3.5.7. Questões estruturantes em relação à dimensão territorial

Figura 3.2 – Exemplo das Arim para o território nacional terrestre, que poderiam ser utilizadas para o território marítimo.



Para uma gestão territorial adequada da plataforma continental jurídica brasileira seria necessário subdividi-la em unidades espaciais, de forma a facilitar o dimensionamento, o fomento e a organização da atividade mineral de acordo com suas características e capacidades específicas. Para tal, várias subdivisões podem ser utilizadas:

- Subdivisão por ocorrências de recursos minerais de valor socioeconômico e/ou político-estratégico: essa divisão é proposta e utilizada neste estudo;
- Subdivisões regionais: esse tipo de subdivisão foi utilizado pelo Programa Revizee e está sendo adotado pelo Programa Remplac, no qual a PC é subdividida em Norte, Nordeste, Sudeste e Sul;
- Subdivisão de acordo com a profundidade: nessa subdivisão, a questão tecnológica é da máxima importância. Os limites utilizados geralmente são: litoral (20 a 30 m de profundidade), PC (30 a 200 m de profundidade), talude e área oceânica;
- Subdivisões em áreas de relevante interesse para a mineração (Arim): essa subdivisão foi sugerida pela coordenação do Programa Remplac. As Arim são indicações de territórios



de importância estratégica quanto ao potencial mineral e aos direitos minerários registrados nas bases de dados da CPRM e do DNPM. São integrados por tipologia de substância mineral de interesse econômico e estratégico para a União no sentido do desenvolvimento sustentável da atividade produtiva mineral e da busca da autonomia brasileira em insumos minerais para agricultura sob um marco regulatório ambiental estável. Podem se mostrar instrumento extremamente eficaz para a elaboração de diretrizes para as políticas públicas, como ação propositiva, no sentido de se evitar conflitos quando da criação de Unidades de Conservação fundamentadas nas Áreas de Prioridade para Preservação da Biodiversidade. A título de exemplo, a Figura 3.2 mostra as Arim definidas para o território nacional terrestre.

3.5.8. Fatos portadores de futuro

Para efeito deste estudo, os fatos portadores de futuro são aqueles sobre os quais ainda não se detém controle, e que determinarão uma situação inevitável, em função da qual providências deverão ser tomadas para minimizar seus efeitos perversos. Os fatos portadores de futuro considerados de relevância para este estudo são elencados a seguir:

- Corrida internacional para a requisição de sítios de exploração mineral na Área – Nas últimas décadas, dezenas de empresas de mineração envolveram-se diretamente na prospecção de nódulos polimetálicos no leito marinho. Até o presente momento, quase 2 milhões de km² de áreas de títulos de mineração já foram emitidos nos oceanos Pacífico e Índico para a exploração desses recursos. Tão logo a Autoridade conclua a elaboração de regulamentos internacionais para a exploração de sulfetos polimetálicos e de crostas cobaltíferas, outras áreas de mineração também poderão ser requisitadas para a exploração desses recursos, aí se incluindo áreas do Atlântico Sul, situadas em frente à PCB. Cabe ao Brasil tomar a iniciativa, de forma a garantir que os recursos minerais da Área adjacente à plataforma continental jurídica brasileira possam vir a constituir uma reserva estratégica para as futuras gerações brasileiras.
- Crescente exploração em águas cada vez mais profundas – O desenvolvimento da tecnologia marinha tem possibilitado a exploração dos oceanos em áreas cada vez mais profundas. Esse fato é apontado como portador de futuro por representar, nos âmbitos regional e internacional, um componente político-estratégico importante para os países que queiram ampliar sua influência na área internacional dos oceanos. A cooperação com os países que detêm tecnologia mais avançada, que já realizam estudos em áreas profundas, é extremamente recomendável.
- Erosão costeira – A erosão trará uma série de danos à zona costeira do Brasil, razão pela

qual é necessário considerar, entre os fatos portadores de futuro, a reconstrução praial. Nesses estudos estarão incluídos não somente a identificação, o dimensionamento e o uso dos granulados como também o impacto ambiental produzido pela extração e pela conseqüente verificação da durabilidade das obras em cada região onde forem executada.

- Exaustão das reservas continentais e restrições ambientais para a mineração de agregados – A areia e o cascalho dragados dos fundos marinhos poderão se constituir numa importante contribuição à demanda nacional de agregados, o que já ocorre em vários países, substituindo materiais extraídos de fontes continentais e reduzindo a extração em áreas de importância para a agricultura, o turismo ou a conservação ambiental. A maioria das regiões metropolitanas brasileiras encontra-se na zona costeira, e as reservas de agregados localizadas dentro ou nas proximidades desses centros urbanos já estão praticamente exauridas, além de estarem submetidas a exigências ambientais cada vez maiores. Os materiais marinhos podem ser retirados e desembarcados em áreas localizadas nas regiões metropolitanas, o que pode ser um benefício adicional, de vez que evita longas distâncias de transporte terrestre.
- Crescente dependência nacional dos fertilizantes importados – Futuramente, esse aspecto poderá se constituir num entrave ao desenvolvimento do agronegócio. O aproveitamento dos depósitos marinhos de granulados bioclásticos, fosforita e outros insumos poderá reduzir significativamente as importações ou, quem sabe, tornar o Brasil auto-suficiente em fertilizantes. No caso dos granulados bioclásticos, que totalizam 94% das áreas requeridas para a pesquisa mineral marinha, as pesquisas sobre o cultivo de soja indicaram que eles podem substituir 40% do NPK, com ganhos de 20% em produtividade.

3.5.9. Projetos estruturantes

Projetos estruturantes são aqueles que, realizados no presente, terão grande impacto no futuro. Alguns projetos estruturantes de grande interesse para o desenvolvimento das atividades de pesquisa e exploração de recursos minerais da plataforma jurídica brasileira e das áreas oceânicas adjacentes discutidos ao longo deste capítulo são arrolados a seguir:

- Ampliação e fortalecimento de redes de cooperação em pesquisa marinha, de forma a viabilizar a avaliação do potencial mineral marinho da PCB e realizar a caracterização tecnológica dos recursos minerais de interesse socioeconômico;
- Criação de um centro nacional de gestão de meios flutuantes e equipamentos oceanográficos e de geologia e geofísica marinha, com vistas à otimização e à viabilização de infraestrutura básica de pesquisa marinha;
- Sistematização e integração de informações geológicas e geofísicas da PCB e das áreas



oceânicas adjacentes, por meio da construção de um banco de dados georeferenciados, associado a um Sistema de Informações Geográficas e à elaboração de normativas para o levantamento e o armazenamento das informações geológicas e geofísicas;

- Levantamentos sistemáticos voltados à identificação das características geológicas e geomorfológicas do fundo marinho e do subsolo da PCB, de modo a identificar as diferentes feições geológicas que a caracterizam;
- Identificação de áreas de ocorrência de novos recursos minerais e levantamento de informações geológicas de base para o manejo e a gestão integrada da PCB e da zona costeira a ela associada;
- Estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental para subsidiar a política de planejamento e gestão da PC e da zona costeira e das entidades reguladoras por meio da definição de critérios técnicos para a exploração desses recursos minerais;
- Fortalecimento das instituições de pesquisa do país, incluindo um programa de formação e capacitação de recursos humanos na área de ciência e tecnologia;
- Pesquisa e lavra mineral de pláceres e granulados siliciclásticos e carbonáticos na PCB;
- Recuperação da costa brasileira, com base em inventário da potencialidade de areia da PC interna;
- Avaliação e adequação da legislação mineral e ambiental com vistas a sistematizar, racionalizar e modernizar o marco legal dessa atividade, levando em conta as especificidades dos recursos minerais marinhos;
- Pesquisa mineral na área internacional dos oceanos e requisição de sítios de exploração à Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos (ONU) em regiões adjacentes à PCB;
- Cooperações internacionais e regionais que fortaleçam a presença do Brasil no Atlântico Sul e Equatorial, tanto no que diz respeito à pesquisa de conhecimento do ambiente marinho como no que concerne à pesquisa mineral;
- Geração e/ou adaptação de novas tecnologias de pesquisa mineral e lavra, alicerçadas na sustentabilidade ambiental, social e econômica da atividade.

3.5.10. Horizontes temporais

Horizonte temporal de 2007

- Elaboração do VII Plano Setorial para os Recursos do Mar (VII PSRM), à luz da experiência dos anos anteriores e da visão de produção mineral e geração de empregos. O Plano Setorial deverá ser o principal documento balizador das ações voltadas aos recursos não-vivos da plataforma continental jurídica brasileira e das áreas oceânicas a ela adjacentes para o período seguinte (2008-2011);

- Ampliação e fortalecimento da rede de pesquisa do Programa Remplac, de forma a nortear o desenvolvimento das atividades de geologia, geofísica, pesquisa e lavra mineral;
- Gestão integrada dos recursos minerais marinhos, sob o comando do Ministério de Minas e Energia e dos órgãos a ele vinculados, como o DNPM e a CPRM, e parcerias com a CIRM e os ministérios a ela associados;
- Avaliação e adequação da legislação mineral e ambiental, com vistas a sistematizar, racionalizar e modernizar o marco legal dessa atividade, levando em conta as especificidades dos recursos minerais marinhos;
- Mapeamento e diagnóstico da infra-estrutura básica, logística e de apoio à pesquisa e à lavra dos recursos minerais marinhos e à elaboração de um plano de implantação de infra-estrutura que possibilite o desenvolvimento da atividade;
- Avaliação do potencial mineral do MT, da PC e da ZEE, bem como caracterização tecnológica dos recursos minerais de interesse socioeconômico, como, por exemplo, fosforitas marinhas para uso como fertilizantes na agricultura;
- Sistematização e integração das informações geológicas e geofísicas da plataforma continental jurídica brasileira, por meio da construção de um banco de dados georeferenciados associado a um Sistema de Informações Geográficas, e pela elaboração de normativas para o levantamento e o armazenamento das informações geológicas e geofísicas;
- Realização de levantamentos sistemáticos voltados à identificação das características geológicas e geomorfológicas do fundo marinho e do subsolo da plataforma jurídica; identificação das diferentes feições geológicas que a caracterizam; identificação das áreas de ocorrências de novos recursos minerais; levantamento de informações geológicas de base para o manejo e a gestão integrada da plataforma continental e da zona costeira associada;
- Realização de levantamentos temáticos visando à avaliação da potencialidade dos recursos minerais específicos da plataforma jurídica, com o objetivo de aumentar a oferta de bens minerais para a indústria;
- Realização de estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental para subsidiar a política de planejamento e gestão da PC e da zona costeira, bem como das entidades reguladoras, por meio da definição de critérios técnicos para a exploração desses recursos minerais;
- Criação de grupo de trabalho para discutir e propor uma legislação sobre a mineração do fundo marinho em águas sob jurisdição brasileira, no âmbito do MME, formado por representantes da SECIRM, do MME, do MMA, do DNPM, do Ibama, da CPRM, da MB e de outros órgãos e entidades interessados, sob a coordenação do primeiro, para que esse disciplinamento anteceda o acirramento da demanda por essas áreas;
- Promoção de maior integração entre as instituições envolvidas na fiscalização – Ibama e



DNPM –, com o objetivo de minimizar problemas existentes, principalmente com relação à falta de pessoal especializado e de recursos materiais para as atividades de fiscalização no mar;

- Elaboração e implementação de um plano de fortalecimento das instituições de pesquisa do país, incluindo um programa de formação e capacitação de recursos humanos na área de ciência e tecnologia;
- Criação de mecanismos de financiamento de pesquisa organizados, de forma a gerar conhecimento para atender às necessidades de demandas socioeconômicas, mantendo e ampliando editais para grandes projetos;
- Ampliação das atividades de pesquisa e início das atividades de lavra mineral de pláceres e granulados siliciclásticos e carbonáticos na plataforma continental interna;
- Ampliação das atividades de recuperação da costa brasileira, com base em inventário da potencialidade de areia da PC interna às 200 milhas marítimas;
- Início da pesquisa mineral na Área e requisição de sítios de exploração à Autoridade, em regiões adjacentes à plataforma jurídica, com o objetivo de ocupá-las antes que sejam requisitadas por outros países, o que poderá colocar em risco a soberania nacional;
- Estabelecimento de cooperações internacionais e regionais que fortaleçam a presença do Brasil no Atlântico Sul e Equatorial, tanto no que diz respeito à pesquisa de conhecimento do ambiente marinho como no que concerne à pesquisa mineral;
- Elaboração de um estudo de viabilidade para o desenvolvimento de um centro nacional de gestão de meios flutuantes e equipamentos de pesquisa marinha.

Horizonte temporal de 2015

- Implementação de um modelo de gestão integrada e interinstitucional para o setor mineral marinho pautado em legislação normativa moderna, clara e bem organizada, que facilite o avanço do setor, que deverá ser montado a partir do desenvolvimento no horizonte temporal anterior;
- Implementação de um plano de fiscalização estruturado para a atividade de pesquisa mineral e lavra que contemple meios logísticos e recursos humanos em quantidade e qualidade adequados, com a participação efetiva de órgãos governamentais, como o Ibama e o DNPM;
- Atualização da base de dados relativa a informações geológicas, geofísicas e de dados de produção mineral da plataforma jurídica; manutenção do banco de dados georeferenciados, associado a um Sistema de Informações Geográficas;
- Ampliação e modernização da infra-estrutura de pesquisa e lavra de recursos minerais marinhos, de forma a atender às demandas do setor produtivo;

- Geração e/ou adaptação de novas tecnologias de pesquisa mineral e lavra, alicerçadas na sustentabilidade ambiental, social e econômica da atividade;
- Otimização e viabilização de infra-estrutura básica de pesquisa mineral em oceano profundo;
- Integração, ampliação e fortalecimento do Programa Remplac, com ênfase em levantamentos temáticos e estudos de viabilidade econômica e técnica;
- Consolidação da exploração de granulados e pláceres marinhos ao longo de toda a costa brasileira, de forma sustentável, com a geração de divisas, emprego e renda para as comunidades locais e regionais;
- Início da pesquisa mineral de carvão, fosforita, evaporitos, enxofre e hidratos de gás na plataforma jurídica e na ZEE, com a quantificação e a qualificação das reservas minerais;
- Manutenção e ampliação das regiões requisitadas na Área e realização de estudos para o desenvolvimento de tecnologias de exploração sustentável em águas profundas;
- Consolidação da cooperação internacional e regional e formação de parcerias para o aprofundamento da pesquisa e o aproveitamento dos recursos minerais da Área;
- Manutenção das linhas de costa recuperadas dos processos erosionais;
- Criação de um centro nacional de gestão de meios flutuantes e equipamentos de pesquisa marinha.

Horizonte temporal de 2022

- Validação, fortalecimento e monitoramento do modelo de gestão da mineração marinha no Brasil e das principais ações elencadas no horizonte temporal de 2015;
- Aperfeiçoamento do processo de gestão do setor, fundamentado no melhor conhecimento científico e tecnológico disponível;
- Continuação dos estudos, da manutenção e da ampliação das regiões requisitadas na Área;
- Continuação e ampliação das cooperações internacionais e regionais e das parcerias estabelecidas para o aprofundamento da pesquisa e o aproveitamento dos recursos minerais da Área, consolidando a presença do país no Atlântico Sul e Equatorial;
- Consolidação do setor mineral marinho, alicerçado sobre uma base produtiva social, econômica e ambientalmente sustentável, realizando uma exploração plena e adequadamente ordenada, com base em modernos instrumentos de gestão, transparentes e participativos, incluindo a utilização de áreas marinhas protegidas e com uma estrutura de fiscalização ágil e eficiente;
- Consolidação do centro nacional de gestão de meios flutuantes e equipamentos de pesquisa marinha.



Horizonte temporal de 2027

- Validação, fortalecimento e monitoramento das ações elencadas nos horizontes temporais de 2015 e 2022;
- Consolidação de uma indústria de aproveitamento de recursos minerais marinhos que garanta a efetiva ocupação do mar brasileiro e a ampliação da presença nacional no Atlântico Sul e Equatorial, de forma racional e sustentável, nos planos regional, nacional e internacional.

3.6. Comentários conclusivos

Estabelecer uma agenda de prioridades para o desenvolvimento racional e sustentável de recursos minerais marinhos de forma a garantir a ocupação efetiva e a ampliação da presença brasileira no Atlântico Sul e Equatorial não é uma tarefa simples.

Para dar a devida importância aos diferentes tipos de recursos minerais, estes foram subdivididos duas categorias: socioeconômicos, por terem a possibilidade de movimentar a economia e gerar empregos em curto e médio prazo; e político-estratégicos, pois sua identificação e requisição para a exploração em áreas internacionais adjacentes à PCB têm especial interesse para a soberania nacional.

O Brasil, país onde a mineração é uma atividade tradicional, não pode se manter alijado da realidade atual, em que o desenvolvimento tecnológico possibilita a exploração sustentável dos recursos minerais dos oceanos em regiões cada vez mais profundas, e em que as atividades de exploração desses recursos têm movimentado de forma espetacular a economia de vários países e gerado milhares de empregos.

O presente capítulo também tentou mostrar que o espaço marinho brasileiro não se limita aos seus 4 milhões de km² de MT, ZEE e PC. Caso o Brasil venha a requisitar áreas para a exploração de recursos minerais em zonas internacionais dos oceanos, estas também poderão ser consideradas integrantes do seu espaço marinho. E, ainda que se diga de passagem, o Brasil é um país de dimensões continentais graças à busca de recursos naturais que ocorreu desde os primórdios de sua colonização. Assim como nossos antepassados nos garantiram as riquezas naturais que desfrutamos atualmente, também temos de garantir às gerações seguintes as riquezas naturais que hoje se colocam como estratégicas para um futuro não muito distante.

4. Recursos vivos

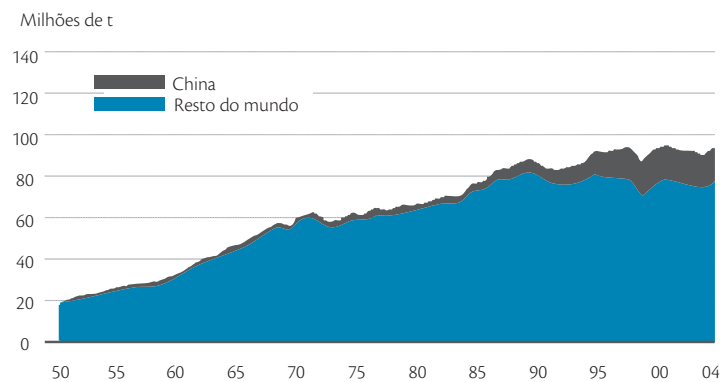
4.1. Introdução

Os organismos vivos presentes nos mares e oceanos têm sido utilizados como fonte de alimento pelo homem desde épocas pré-históricas. Inicialmente praticada exclusivamente como uma atividade de coleta manual, a pesca foi gradualmente se sofisticando em consequência do desenvolvimento tecnológico experimentado pela humanidade. Entretanto, a importância dos recursos vivos do mar não advém, hoje, apenas de sua exploração com a finalidade de produzir alimentos sob o enfoque de recursos pesqueiros, mas também de sua biodiversidade como patrimônio genético e como fonte potencial para a utilização em biotecnologia. Os recursos vivos do mar fazem parte de um sistema produtivo complexo, com componentes bióticos e abióticos de alto dinamismo. Portanto, para a adequada conservação desse sistema, faz-se imperativo considerar o papel diversificado de todos os seus componentes.

De maneira geral, pode-se dizer que o a evolução da pesca no mundo acompanhou o ritmo do desenvolvimento tecnológico e do crescimento populacional experimentado pela humanidade, acelerando-se bastante, portanto, a partir da 2ª Guerra Mundial. Segundo a FAO, a produção pesqueira mundial, que em 1950 era de aproximadamente 18 milhões de toneladas, triplicou nas duas décadas seguintes, alcançando 67 milhões de t em 1970, um ritmo impressionante de crescimento, superior a 6% ao ano. Nesse mesmo período, a população mundial saltou de aproximadamente 2,5 para quase 4 bilhões de pessoas, o que resultou em forte aumento da demanda por produtos pesqueiros, fator que certamente se constituiu num dos principais vetores para o rápido crescimento da produção.

Além da explosão demográfica, alguns avanços tecnológicos desempenharam papel particularmente relevante no intenso crescimento experimentado pela produção pesqueira mundial, com destaque para o advento das fibras sintéticas (poliamida/náilon, poliéster, polipropileno, etc.), o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de equipamentos eletrônicos de suporte à navegação e à pesca (ecossonda, sonar, radar), a mecanização da atividade pesqueira (guinchos, etc.) e o aprimoramento dos métodos de conservação do pescado a bordo (sistemas de refrigeração e fabricação de gelo).

Figura 4.1 – Evolução da produção mundial de pescado por captura.



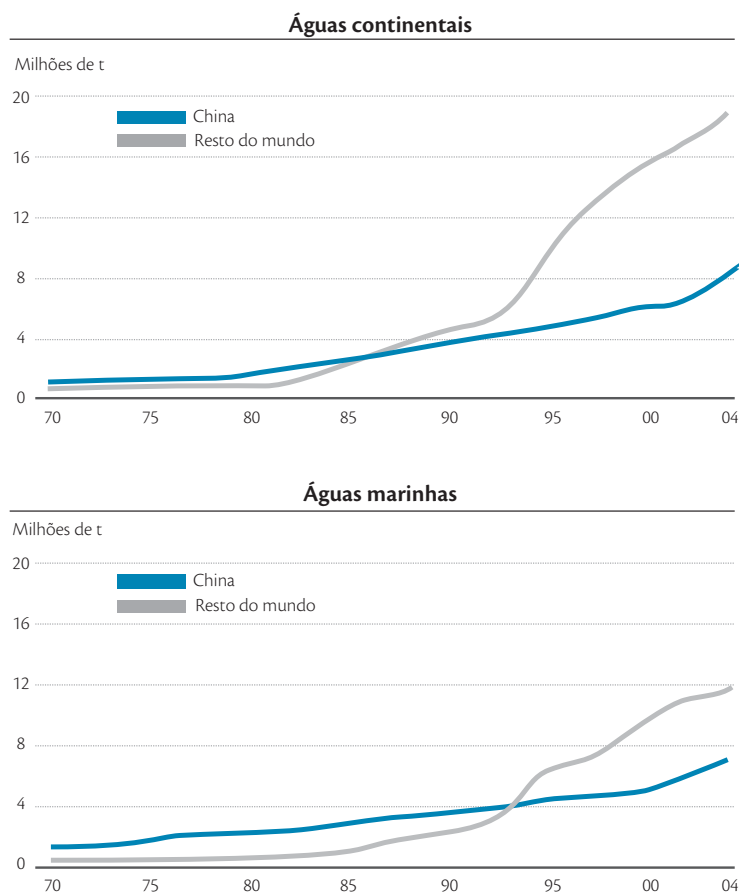
Fonte: FAO (2007)

Nas duas décadas que se seguiram – anos 1970 e 1980 –, entretanto, a taxa de crescimento da produção pesqueira mundial caiu abruptamente para menos de 2% ao ano, declinando ainda mais na década de 1990, quando praticamente estagnou. Em 2004, a produção mundial de pescado por captura situou-se próxima a 95 milhões de t, cerca de 50% acima do valor observado 35 anos antes (Figura 4.1). Nesse mesmo período, (1970-2004) a produção de pescado por atividades de cultivo (aquicultura) aumentou de pouco mais de 3,5 milhões de t para cerca de 45,5 milhões de t em 2004, crescimento da ordem de 13 vezes (Figura 4.2). É importante ressaltar que, do total de 140,5 milhões de t de produtos pesqueiros produzidos em 2004 – 95 milhões oriundas da pesca por captura e 45,5 milhões decorrentes de atividades de cultivo –, cerca de 105,5 milhões (75%) foram utilizadas para o consumo humano direto. As 35 milhões de t restantes foram transformadas em farinha e óleo de peixe, utilizados na preparação de rações para a alimentação animal. Em relação à produção marinha, somente no Oceano Atlântico são produzidas mais de 15 milhões de t anualmente, das quais cerca de 500 mil t são constituídas por atuns e espécies afins.

Cabe notar, também, que a desaceleração observada no crescimento da produção mundial de pescado por captura ocorreu a despeito de um continuado progresso tecnológico, que, em anos mais recentes resultou, por exemplo, no advento das tecnologias de sensoriamento remoto, as quais incluem não apenas sistemas de navegação – como o Global Positioning System (GPS) –, mas a obtenção de informações de grande aplicabilidade na pesca e na oceanografia, tais como a temperatura da superfície do mar e a cor da água. Assim sendo, a relativa estagnação observada na produção mundial de pescado por captura nos anos mais recentes é consequência do esgotamento dos principais recursos pesqueiros explorados comercialmente.



Figura 4.2 – Evolução da produção mundial de pescado por aquicultura, em águas continentais (gráfico superior) e marinhas (gráfico inferior).

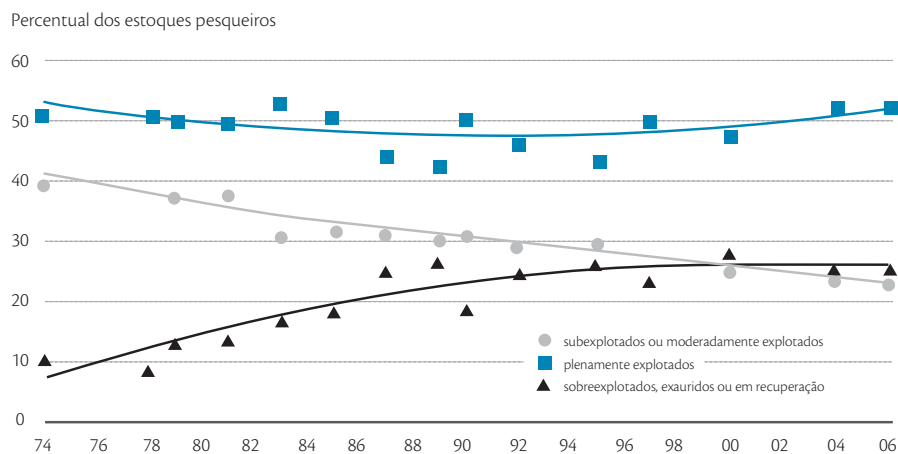


Fonte: FAO (2007)

Ainda segundo a FAO (2007), em 2006, mais da metade (52%) dos estoques pesqueiros marinhos mundiais encontravam-se sob exploração plena, não havendo, portanto, qualquer possibilidade de expansão das capturas em bases sustentáveis. Cerca de 23% estavam sobreexplorados, exauridos ou em recuperação. Dessa forma, a possibilidade de ampliação da produção restringia-se a 25% dos estoques. A conclusão é que a produção mundial de pescado por captura já se encontra no limite de sua capacidade máxima sustentável, o que implica a falta de perspectivas para o seu crescimento. Cabe destacar que o percentual de estoques plenamente explorados tem se mantido em torno

de 50% ao longo dos últimos trinta anos, enquanto os estoques sobreexplotados, exauridos ou em recuperação se mantêm em cerca de 25%, nos últimos vinte anos. Os estoques subexplotados, entretanto, como seria de se esperar, decresceram, entre 1974 e 2006, de cerca de 40% para perto de 20% (Figura 4.3).

Figura 4.3 – Evolução da participação percentual dos estoques pesqueiros mundiais que se encontram subexplotados ou moderadamente explorados (*underexploited + moderately exploited*), plenamente explorados (*fully exploited*), e sobreexplotados, exauridos ou em recuperação (*overexploited + depleted + recovering*).



Fonte: FAO (2007)

Como a população mundial continua a crescer em ritmo acelerado, a demanda por pescado tende a ser cada vez mais insatisfeita, apesar do crescimento observado na produção de pescado por cultivo.

No mundo inteiro a pesca constitui uma atividade econômica de grande relevância social e cultural. A FAO estima que a população mundial empregada diretamente na atividade pesqueira situa-se próxima a 36 milhões, sendo que, desse número, 15 milhões praticam a pesca como atividade exclusiva, 13 milhões como atividade complementar e 8 milhões de forma ocasional. O comércio internacional de produtos pesqueiros supera a marca anual de us\$ 50 bilhões, com saldo positivo na balança comercial de países em desenvolvimento em torno de us\$ 17 bilhões. Assim, a atividade pesqueira constitui-se em importante fonte geradora de empregos, renda e divisas para esses países, além da relevância de que se reveste para a segurança alimentar das comunidades que dela vivem.



A frota mundial de barcos acima de 100 toneladas brutas de arqueação (TBA) é de cerca de 24.500 unidades, segundo dados da FAO (2003). Os países relacionados a seguir detêm as maiores frotas, em números aproximados: Rússia (5 mil), Japão (1.700), EUA (1.700), Espanha (1.400), Noruega (900) e Ucrânia (700). A idade média da frota mundial é de vinte a trinta anos; e cerca de 30% desse contingente têm mais de trinta anos, o que indica baixo índice de renovação, provavelmente em decorrência do decréscimo de produtividade da atividade pesqueira.

No que concerne ao volume capturado, as espécies mais importantes são sardinhas e arenques (família Clupeidae), anchovetas (família Engraulidae), atuns, bonitos e cavalinhas (família Scombridae) e bacalhaus (família Gadidae). Juntas, essas quatro famílias respondem por quase 1/3 do total desembarcado em todo o mundo. Vale ressaltar que, embora não se insiram entre as espécies mais capturadas, outros grupos zoológicos, como os crustáceos e os moluscos, possuem elevado valor comercial.

A FAO estima que, até 2020, a produção pesqueira mundial destinada ao consumo humano cresça cerca de 30%, saltando das atuais 105,5 milhões de t aproximadamente para cerca de 130 milhões de t. Contudo, a maior parcela desse crescimento advirá da aquicultura, de forma que, dentro de 15 anos, os produtos cultivados responderão por quase metade (mais de 40%) do pescado consumido pela humanidade. Como as projeções para o crescimento da população mundial são maiores do que aquelas referentes à produção, o aumento da demanda poderá deflagrar a elevação do preço do pescado em todo o mundo. Se o atual consumo *per capita* – da ordem de 15 kg/ano – se mantiver, a demanda mundial de pescado implicará déficit de 17 milhões de t até o ano de 2010. O consumo médio *per capita* de pescado no Brasil – de cerca de 8 kg/ano – ainda é considerado baixo, mas apresenta grande variabilidade espacial, como é exemplo a Amazônia, onde, de acordo com a literatura, atinge valores *per capita* entre 35 e 60 kg/ano.

A utilização dos recursos vivos do mar como objeto da atividade pesqueira no Brasil tem ocorrido, ao longo da história, de forma desordenada e mal planejada, estando centrada quase que exclusivamente sobre os recursos costeiros. Como consequência, grande parte dos estoques pesqueiros marinhos encontra-se atualmente plenamente explorada ou em situação de evidente sobrepesca. Em função do declínio da produtividade, o setor pesqueiro vem enfrentando uma grave crise econômica e social. Além da condição precária de muitos estoques, submetidos a intenso esforço de pesca, métodos inadequados de manuseio, beneficiamento, conservação e transporte contribuem para reduzir drasticamente a qualidade do pescado no país. Isso ocorre tanto a bordo como durante o trajeto produtor-consumidor, elevando o índice de perdas e, conseqüentemente, agregando custos indevidos ao preço final do pescado.

A insuficiência de dados estatísticos consistentes sobre a atividade pesqueira constitui outro grave problema para o país, dificultando sobremaneira o diagnóstico adequado do real estado dos estoques pesqueiros e do próprio processo de sua exploração. Apesar do aporte de informações técnico-científicas consistentes e atualizadas geradas por alguns programas mais recentes, como o Revizee (BRASIL, 1994b), e do esforço que vem sendo realizado pelo Ibama e pela Seap/PR na caracterização da atividade pesqueira e na geração de dados de esforço de pesca e desembarques de pescado – além de estudos de avaliação de estoques dos principais recursos pesqueiros –, persiste a necessidade de serem obtidos dados estatísticos mais completos e consistentes, bem como dados oceanográficos e biológicos que subsidiem permanentemente o setor pesqueiro nas decisões afetas a essa atividade e ao potencial sustentável dos estoques pesqueiros das áreas marítimas sob jurisdição nacional.

A partir de 1967, a produção pesqueira no Brasil apresentou um crescimento vertiginoso, em função do intenso processo de industrialização promovido a reboque dos incentivos fiscais instituídos pelo Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967 (BRASIL, 1967a). Entre 1967 e 1973, a produção brasileira de pescado aumentou de 435 mil t para 750 mil t, o que representa uma taxa de crescimento anual de cerca de 8%. A partir de então, porém, o ritmo de crescimento desacelerou de forma acentuada. No início da década de 1980, a produção pesqueira do Brasil chegou a atingir valores próximos a um milhão de toneladas (971.537 t em 1985), declinando para 633.600 t em 1990, e mantendo-se entre 650 mil e 700 mil t ao longo da década de 1990. Em 1998, alcançou 725 mil t, e cresceu até próximo a 1.007.000 t em 2002, ano em que, pela primeira vez, a produção nacional de pescado superou a marca de 1 milhão de toneladas. O crescimento observado entre 1998 e 2002 ocorreu principalmente pelo aumento da produção oriunda da pesca oceânica e das atividades de cultivo. Em 2003 a produção pesqueira nacional experimentou um pequeno declínio, caindo para cerca de 997.mil t. Em 2004 voltou a apresentar pequeno crescimento, alcançando valor recorde próximo a 1.016.000 t. Em 2005, manteve-se praticamente estável, atingindo a marca de 1.009.073 t, das quais cerca de 751 mil t foram oriundas da pesca extrativa (68% marinha e 32% de águas continentais), e 258 mil t de atividades de cultivo.

No entanto, apesar de deter uma das maiores linhas de costa do mundo e de sua ZEE possuir cerca de 4 milhões de km², o Brasil ocupa somente a 27ª posição entre os produtores mundiais de pescado. Ressalte-se, também, que das cerca de 750 mil t de pescado produzidas atualmente pelo país por captura marinha, mais de 90% provêm de capturas de espécies tradicionais, realizadas em áreas mais costeiras, sobre a plataforma continental.

A baixa produção pesqueira nacional é conseqüência, principalmente, das condições oceanográficas da costa brasileira, que não favorecem a ocorrência de processos de enriquecimento do ambiente



aquático. A produtividade na camada eufótica, onde ocorre a penetração de luz necessária à realização da fotossíntese depende, em grande parte, da taxa de reposição de sais nutrientes por meio do transporte vertical. Assim, em termos de produtividade oceânica, a extensão da costa tem pouco significado, importando muito mais as condições oceanográficas prevaletentes. A produção pesqueira do Peru, país latino-americano e em desenvolvimento, supera a produção nacional em mais de 10 vezes, porque suas condições oceanográficas são muito mais propícias do que as existentes no Brasil. Infelizmente, e em que pese a sua extensão, o mar brasileiro é, de maneira geral, bastante pobre. O fenômeno da ressurgência costeira – presente na margem oriental das bacias oceânicas como é o caso da costa do Peru – não ocorre na costa brasileira, exceto em pontos muito localizados e em determinadas épocas do ano, como o litoral de Cabo Frio, no Rio de Janeiro, durante o verão.

Em relação às espécies oceânicas, como os atuns e afins, à exceção do bonito listrado (*Katsuwonus pelamis*), cuja ocorrência é mais costeira, a produção nacional alcança cerca de 25 mil toneladas, o que equivale a aproximadamente 4% do total de tunídeos produzido no Oceano Atlântico. Embora haja poucas perspectivas de aumento de produção da pesca costeira e de plataforma, essa posição ocupada pelo país no cenário da pesca oceânica não se justifica, uma vez que o Brasil encontra-se estrategicamente bem situado em relação às áreas de ocorrência das principais espécies oceânicas do Atlântico, com grande vantagem comparativa em relação a outras nações marcadas pela tradição pesqueira. Enquanto as embarcações que operam a partir de portos brasileiros alcançam as áreas de ocorrência dos cardumes com poucas horas de navegação, as frotas de países como Japão, Taiwan, Coreia do Sul, Espanha e Portugal, entre outros, vêem-se obrigadas a viajar milhares de quilômetros para atingi-las, com custos operacionais cada vez mais elevados.

Além da grande proximidade dos estoques e de sua extensa linha de costa, com inúmeros portos disponíveis para a operação de frotas pesqueiras, o Brasil encontra-se estrategicamente situado entre os três maiores blocos econômicos e mercados consumidores do mundo: o NAFTA, a UE e o Mercosul.

Cabe ressaltar, porém, que do conjunto de estoques com algum potencial na ZEE avaliados no escopo do programa Revizee (BRASIL, 1994b), apenas a anchoíta apresentou potencial de biomassa, com possibilidades de aproveitamento comercial situadas em 100 mil t/ano.

No que se refere à aquicultura, das cerca de 45,5 milhões de t produzidas no mundo, o Brasil responde hoje por cerca de apenas 258.000 t, correspondendo a menos de 0,6%, 1/3 das quais provém da maricultura. Se em relação ao seu potencial a participação brasileira na produção mundial de pesca oceânica pode ser considerada tímida, no caso da maricultura ela é absolutamente desprezível, o que evidencia o gritante contraste entre o seu potencial e o seu atual nível de produção.

Nos últimos anos a aqüicultura tem sido apontada como um dos caminhos mais eficientes para a redução do déficit entre a demanda e a oferta de pescado no mercado mundial, principalmente em decorrência dos problemas de diminuição dos estoques pesqueiros causados pela sobreexploração dos recursos e pela degradação de áreas essenciais para o desenvolvimento das espécies em função da poluição. Outro fator a ser considerado é o incremento da demanda de alimentos em função do aumento da população mundial.

Essas expectativas são confirmadas pelas estatísticas da FAO (2005), que demonstram o incremento da participação da aqüicultura na produção pesqueira, de 3,9% em 1970 para 32,4% em 2004. Os dados indicam, ainda, uma estabilização da captura em torno de 95 milhões de t (91,4 em 1994 e 95,0 em 2004) e um incremento da produção pela aqüicultura (20,8 milhões de t em 1994 e 45,5 em 2004), excluindo-se as plantas aquáticas. Esse crescimento é mais rápido que o de qualquer outro setor de produção de alimentos de origem animal. Em todo o mundo, a taxa média de crescimento da produção de pescado por aqüicultura tem sido próxima a 9% ao ano desde 1970 enquanto que, durante o mesmo período, a pesca por captura cresceu 1,2% e os sistemas de produção de carne em terra aumentaram 2,8%.

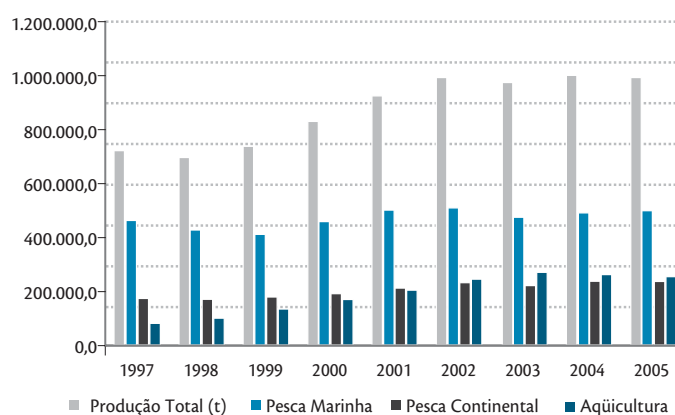
De acordo com as projeções do *International Food Policy Research Institute* (IFPRI), a produção de pescado pela aqüicultura poderá alcançar, em 2020, 69,5 milhões de t, considerando-se uma taxa média de crescimento anual de 3,3%. Nesse contexto, o Brasil apresenta excepcionais condições para a expansão da atividade. Por um lado, devido à sua privilegiada extensão litorânea, à extensão de seu MT e de sua ZEE e aos 2,5 milhões de hectares de áreas estuarinas que poderiam ser aproveitados para essa prática. Por outro lado, e considerando seu clima tropical, quase toda a sua extensão favoreceria o desenvolvimento das principais espécies-alvo da aqüicultura.

De fato, o Brasil vem apresentando, nos últimos anos, crescimento significativo na produção de pescado por cultivo obtendo, segundo a FAO (2005), a 4ª colocação entre os dez países com maior evolução nessa área, com taxa de crescimento anual média de 12% entre os anos de 2000 e 2004. Em 2005, a aqüicultura brasileira produziu, segundo o Ibama (2007), cerca de 258 mil t, o que representa cerca de 1/4 (25,5%) da produção nacional total de pescado. Esse importante crescimento deve-se, principalmente à carcinicultura (camarões) implementada no Nordeste e à mitilicultura (mexilhões) realizada no sul do país. Vale salientar, no entanto, que o crescimento da aqüicultura implica aumento da demanda de farinha de pescado oriunda dos estoques naturais, que, por serem limitados, podem se constituir em fator limitante desse incremento no futuro caso as técnicas de alimentação e nutrição não evoluam no sentido de criar alternativas (Figura 4.4).



Em relação à pesca marinha, do montante de cerca de 510 mil toneladas capturadas em 2005, 17,6% foram oriundas da Região Norte, 31,2% da Região Nordeste, 20,4% da Região Sudeste, e 30,8% da Região Sul (Quadro 4.1). Os cinco principais Estados produtores, em ordem de importância, com as suas respectivas participações percentuais, foram: Santa Catarina (22,7%), Pará (16,4%), Rio de Janeiro (12,5%), Bahia (9,0%) e Maranhão (7,9%). Juntos, eles responderam por cerca de 70% de toda a produção nacional pela pesca marinha.

Figura 4.4 – Evolução da produção nacional de pescado entre 1997 e 2005 pela pesca marinha, pela pesca continental e pela aquicultura.



Fonte: Ibama/Difap/CGREP (2007)

O recente trabalho de cadastramento da frota pesqueira marítima realizado pela Seap/PR e pelo Ibama registrou 63.868 embarcações pesqueiras, das quais 41.838 são movidas a remo e/ou a vela (65,5%), 20.287 são motorizadas com casco de madeira (31,8%), e apenas 433 são motorizadas com casco de aço (0,7%). Assim, pode-se inferir que a frota pesqueira na costa brasileira é eminentemente artesanal, haja vista a grande participação das embarcações pesqueiras propulsadas a remo e/ou a vela (Quadro 4.2).

A Bahia, com 10.142 embarcações, o Maranhão, com 9.139, e o Ceará, com 7.431 – a grande maioria delas artesanais ou de pequena escala – concentram mais de 41,8% da frota pesqueira marinha brasileira. O Piauí, com 494 (0,9%) embarcações, tem a menor frota (Quadro 4.2).

Quadro 4.1 – Produção nacional de pescado oriundo da pesca extrativa e da aqüicultura, marinha e continental, por Estado da Federação, no ano de 2004.

Regiões e Unidades da Federação	Total (t)	Pesca Extrativa		Aqüicultura	
		Marinha	Continental	Marinha	Continental
Brasil	1.009.073,0	507.858,5	243.434,5	78.034,0	179.746,0
Norte	245.263,5	89.683,0	135.596,0	278,0	19.706,5
Rondônia	6.480,0	0,0	2.329,0	0,0	4.151,0
Acre	3.510,5	0,0	1.487,5	0,0	2.023,0
Amazonas	60.927,5	0,0	55.412,5	0,0	5.515,0
Roraima	2.750,0	0,0	783,0	0,0	1.967,0
Pará	146.895,5	83.692,0	60.853,0	278,0	2.072,5
Amapá	19.378,0	5.991,0	13.009,0	0,0	378,0
Tocantins	5.322,0	0,0	1.722,0	0,0	3.600,0
Nordeste	321.689,0	158.132,0	69.228,0	59.034,5	35.294,5
Maranhão	63.542,5	40.027,0	22.505,5	246,0	764,0
Piauí	9.155,0	2.636,5	2.380,5	2.239,0	1.899,0
Ceará	64.020,5	18.421,5	11.263,0	17.356,0	16.980,0
Rio Grande do Norte	46.209,0	16.128,0	4.058,0	25.063,0	960,0
Paraíba	8.838,5	3.320,5	3.610,0	1.672,0	236,0
Pernambuco	15.798,5	16.870,0	4.293,5	3.568,0	1.067,0
Alagoas	13.989,0	8.936,0	658,0	122,0	4.273,0
Sergipe	12.279,5	6.161,5	1.010,0	2.924,5	2.173,5
Bahia	77.856,5	45.631,0	19.439,5	5.844,0	6.942,0
Sudeste	160.470,0	103.775,0	23.621,0	1.023,5	32.050,5
Minas Gerais	17.233,0	0,0	11.674,0	0,0	5.559,0
Espírito Salllo	21.121,5	16.235,0	748,0	825,5	3.313,0
Rio de Janeiro	67.057,5	63.716,0	1.054,0	28,0	2.259,5
São Paulo	55.058,0	23.824,0	10.145,0	170,0	20.919,0
Sul	236.586,0	156.268,5	3.415,0	17.698,0	59.204,5
Paraná	20.258,0	1.995,0	733,0	773,0	16.757,0
Santa Catarina	151.677,0	115.059,5	582,0	16.902,0	19.133,5
Rio Grande do Sul	64.651,0	39.214,0	2.100,0	23,0	13.314,0
Centro-Oeste	45.064,5	0,0	11.574,5	0,0	33.490,0
Mato Grosso do Sul	12.347,0	0,0	4.756,0	0,0	7.591,0
Mato Grosso	22.131,0	0,0	5.421,0	0,0	16.710,0
Goiás	9.727,0	0,0	1.110,0	0,0	8.617,0
Distrito Federal	859,5	0,0	287,5	0,0	572,0

Fonte: IBAMA/DIFAP/CGREP (2007)



Quadro 4.2 – Distribuição da frota pesqueira marinha e estuarina cadastrada, por tipo de propulsão e Estado da Federação, no ano de 2005.

Estados	Embarcações a vela e a remo	Embarcações motorizadas	Embarcação motorizada industrial	Pesca desembarcada	Total	%
Amapá	33	517	2	0	552	0,9
Pará	2.864	3.905	195	0	6.964	10,9
Região Norte	2.897	4.422	197	0	7.516	11,8
Maranhão	6.726	2.329	0	84	9.139	14,3
Piauí	333	161	0	0	494	0,8
Ceará	6.155	1.141	135	0	7.431	11,6
Rio Grande do Norte	2.806	896	51	0	3.7531	5,9
Paraíba	1.340	311	0	191	1.842	2,9
Pernambuco	2.153	729	0	848	3.730	5,8
Alagoas	2.252	473	0	0	2.725	4,3
Sergipe	2.800	169	0	167	3.136	4,9
Bahia	7.332	2.809	1	0	10.142	15,9
Região Nordeste	31.897	9.018	187	1.290	42.392	66,4
Espírito Santo	225	1.293	5	0	1.523	2,4
Rio de Janeiro	1.448	1.506	13	0	2.967	4,6
Região Sudeste	1.6731	2.799	18	0	4.490	7,0
Paraná	676	891	0	0	1.567	2,5
Santa Catarina	3.338	1.944	31	0	5.313	8,3
Rio Grande do Sul	1.357	1.213	*	20	2.590	4,1
Região Sul	5.371	4.048	31	20	9.470	14,8
Total	41.838	20.287	433	1.310	63.868	100,0
%	65,5	31,8	0,7	2,1	100,0	

Fonte: SEAP/PR/IBAMA (2006)

Em relação à maricultura, as regiões Nordeste e Sul respondem pela quase totalidade da produção, com 75,6% e 22,7% do total, respectivamente. No caso da costa nordeste, a produção é quase que exclusivamente de camarões marinhos (*Litopenaeus vannamei*), principalmente no Rio Grande do

Norte e no Ceará (Quadro 4.3). No sul predominam os cultivos de moluscos (mexilhões e ostras) (12.448 t, ou 80,9% da produção), com menor participação do camarão marinho (4.597 t, ou 19,1%), com destaque para Santa Catarina.

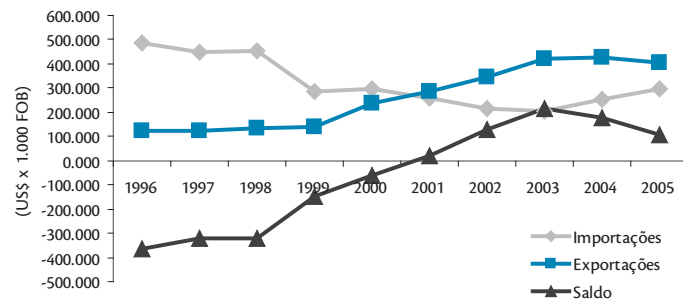
Quadro 4.3 – Distribuição do número de fazendas e áreas cultivadas, com suas respectivas produções de camarão marinho, por Estado da Federação, em 2004.

Estado	Fazendas		Área		Produção		Produtividade
	Nº	%	ha	%	(t)	%	t/ha/ano
RN	381	38,2	6.281	37,8	30.807,0	40,6	4,905
CE	191	19,2	3.804	22,9	19.405,0	25,6	5,101
BA	51	5,1	1.850	11,1	7.577,0	10,0	4,096
PE	98	9,8	1.101,3	6,7	4.531,0	6,0	4,089
PB	68	6,8	630	3,8	2.963,0	3,9	4,703
PI	16	1,6	751	4,5	2.541,0	3,3	3,383
SC	95	9,5	1.361	8,2	4.267,0	5,6	3,135
SE	69	6,9	514	3,1	2.543,0	3,4	4,947
MA	7	0,7	85	0,5	226,0	0,3	2,659
PR	1	0,1	49	0,3	310,0	0,4	6,327
ES	12	1,2	103	0,6	370,0	0,5	3,592
PA	5	0,5	38	0,2	242,0	0,3	6,368
AL	2	0,2	16	0,1	102,0	0,1	6,375
RS	1	0,1	8	0,0	20,0	0,0	2,500
Total	997	100,0	16.598	100	75.904,0	100,0	4,573

Principalmente devido ao crescimento da carcinicultura – além da produção de atuns e afins, decorrente da pesca oceânica –, a balança comercial de pescado do país saiu de uma situação deficitária de mais de US\$ 300 milhões em 1998 para um superávit de US\$ 216 milhões em 2003 (Figuras 4.5 e 4.6), decrescendo para cerca de US\$ 107 milhões em 2005. Os principais importadores da produção nacional de pescado são os EUA, a Espanha e a França (Figura 4.7), e a maior parte das exportações se dá por via marítima (Figura 4.8). Saliente-se, porém, que as importações de pescado também diminuíram no período.

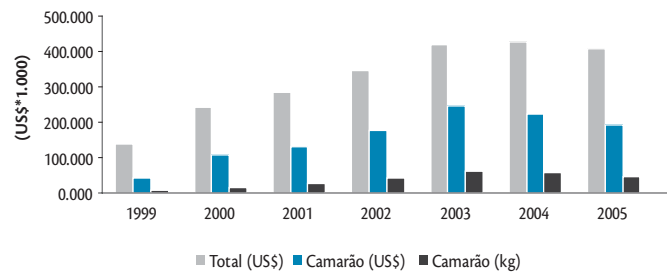


Figura 4.5 – Evolução da balança comercial de pescado do Brasil entre 1996 e 2005.



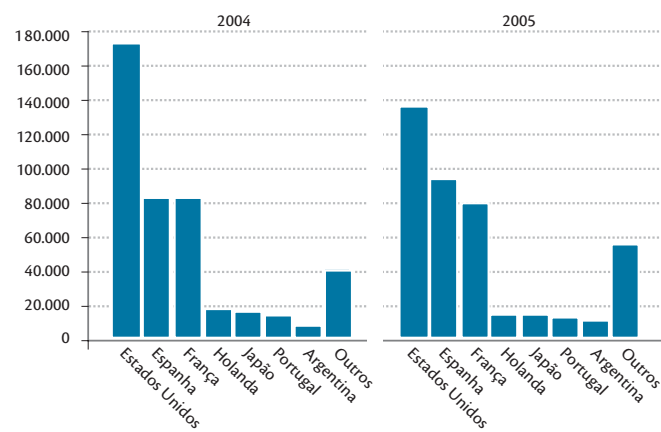
Fonte: Ibama/Difap/CGREP (2007)

Figura 4.6 – Evolução das exportações brasileiras de camarão marinho entre 1999 e 2005.



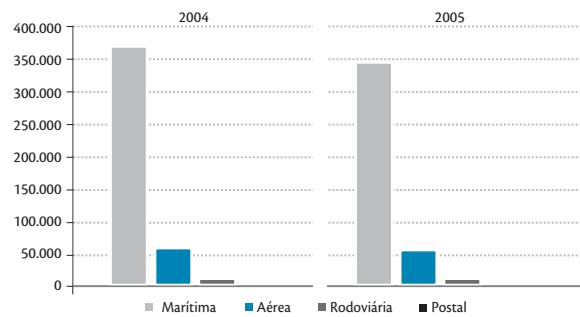
Fonte: Ibama/ Difap/CGREP (2007)

Figura 4.7 – Principais mercados importadores de produtos de pescado oriundos do Brasil em 2004 e 2005.



Fonte: IBAMA/DIFAP/CGREP (2007)

Figura 4.8 – Principais meios de transporte das exportações brasileiras de pescado em 2004 e 2005.



Fonte: Ibama/Difap/CGREP (2007)

4.2. Identificação dos obstáculos ao desenvolvimento sustentável e suas possíveis soluções

4.2.1. Zonas Costeira e Estuarina/ Plataforma Continental

4.2.1.1. Desenvolvimento sustentável da aquicultura em águas marinhas, estuarinas e costeiras

Apesar de possuir um dos maiores potenciais do mundo para o desenvolvimento da maricultura, o Brasil não materializou o aproveitamento desse potencial em função de um grande número de obstáculos que dificultam o avanço da atividade, os quais podem ser assim enumerados:

- Baixa qualidade da água nos ambientes costeiros e estuarinos;
- Atividade limitada aos ambientes costeiros (águas rasas) devido à carência de tecnologia para cultivo em águas profundas;
- Alto nível de desemprego, provocado pela grave crise social e econômica;
- Elevado potencial de conflito entre produtores de pescado e outros grupos de interesse setorial, como o turismo, os esportes náuticos, a navegação, etc;
- Inadequada delimitação das áreas onde a atividade possa ser implementada com sustentabilidade ambiental e ecológica;



- Crescente resistência à utilização dos ambientes costeiros e estuarinos por parte de grupos ambientalistas e de representação social;
- Carência de estudos científicos que permitam avaliar, de forma mais aprofundada, o desempenho econômico da atividade e seu verdadeiro impacto ambiental e social;
- Falta de conscientização e de tradição de associativismo por parte das comunidades litorâneas tradicionais;
- Aspectos legais relativos à maricultura anacrônicos, complexos e difusos;
- Insuficiência de sistemas de informação e de dados estatísticos;
- Dificuldade de acesso às linhas de crédito disponíveis para o financiamento da cadeia produtiva da maricultura;
- Deficiências tecnológicas em todas as etapas da cadeia produtiva;
- Grande déficit de mão-de-obra qualificada e carência de programas de capacitação profissional;
- Elevado custo de produção, principalmente devido ao custo da ração;
- Deficiência de infra-estrutura de apoio à conservação, ao escoamento e à comercialização da produção.

A maricultura no Brasil tem se desenvolvido exclusivamente em águas costeiras de pouca profundidade, devido à deficiência tecnológica para cultivo em águas profundas. A baixa qualidade da água, em função do elevado grau de poluição e da degradação dos habitats costeiros, pode comprometer gravemente tanto a sanidade dos organismos cultivados – e, conseqüentemente, a sua produtividade – quanto a qualidade dos produtos oriundos do cultivo, com as óbvias restrições de mercado decorrentes dos riscos para o consumo humano. Esse problema torna-se particularmente grave na proximidade dos grandes centros urbanos, exatamente onde a disponibilidade de infra-estrutura (energia elétrica, água, esgoto, etc.) e as facilidades logísticas (portos, aeroportos, centros comerciais) são bem maiores, e constitui-se num fator crucial para a rentabilidade econômica da atividade.

Além da poluição, seja de natureza urbana (esgotos domésticos), agrícola (defensivos e fertilizantes) ou industrial (metais pesados, substâncias tóxicas, etc.), a ocupação humana da franja litorânea, associada à especulação imobiliária e à expansão agrícola, com destruição de manguezais, matas ciliares, etc., tem resultado numa degradação generalizada dos ecossistemas costeiros, com grave deterioração da qualidade da água e conseqüente redução da produtividade dos ambientes estuarinos e marinhos. Essa degradação ambiental, associada ao excessivo esforço de pesca decorrente, em grande medida, da incapacidade do Estado para implementar um ordenamento adequado da atividade pesqueira, tem resultado no comprometimento de vários estoques, muitos dos quais se encontram claramente sobrepescados.

Conseqüentemente, o setor pesqueiro, principalmente o segmento artesanal, cuja sobrevivência depende diretamente dos recursos pesqueiros estuarinos e costeiros, vem enfrentando, já há vários anos, uma grave crise social e econômica. Evidentemente, a inserção de uma nova atividade, como a maricultura, numa área já ambientalmente degradada e socialmente tensionada, pode ensejar elevado potencial de conflito caso não sejam adotadas políticas adequadas. As áreas disponíveis para cultivo são limitadas, e habitualmente estão próximas a locais que abrigam ecossistemas frágeis, como os manguezais, além de competir com as atividades de turismo e de ocupação humana. Assim, a sua utilização para o desenvolvimento da atividade tem gerado conflitos de uso do solo. Somente com o estabelecimento de políticas públicas claras e com diretrizes bem definidas para o setor, principalmente no que se refere à delimitação das áreas nas quais a atividade possa ser implementada com sustentabilidade ambiental e ecológica, os conflitos com a sociedade em geral e com outros setores produtivos poderão ser amenizados.

Enquanto isso não ocorrer, a incipiente atividade de maricultura no país, ainda praticamente restrita à mitilicultura, ostreicultura e carcinicultura, continuará a enfrentar, particularmente a última, crescente resistência por parte de grupos ambientalistas e de representação social.

Infelizmente ainda há no país grande carência de estudos científicos que permitam avaliar de forma mais adequada não só o desempenho econômico da maricultura, mas o seu verdadeiro impacto ambiental e social, aspectos essenciais para assegurar a sustentabilidade da atividade. Tão importante quanto a sustentabilidade econômica e ambiental da maricultura é a necessidade de ela se realizar de forma socialmente responsável, contribuindo para a melhor distribuição de renda e a inclusão social. Nesse sentido, o desenvolvimento da maricultura em comunidades tradicionalmente ligadas à pesca é particularmente importante, pois valoriza o conhecimento empírico, cultural e etnogeográfico dessas populações, embora a falta de tradição e predisposição para o associativismo que as caracterizam constituam-se em entraves relevantes para a consecução desse objetivo. Ainda assim, é evidente que essa estratégia também contribuiria para minimizar os conflitos.

Por outro lado, e como anteriormente mencionado, o arcabouço legal relativo à maricultura é anacrônico, complexo e difuso, resultando num processo de ordenamento que, além de confuso e dispendioso, é extremamente lento. Essa lentidão é ainda mais acentuada em relação ao licenciamento ambiental, aspecto este agravado pelo fato de a atividade necessariamente ocorrer em águas sob o domínio da União, onde existe, conforme já citado, alto potencial de conflito com outras modalidades de uso da zona costeira, como o turismo, os esportes náuticos, a navegação e a pesca. Em função de tais entraves, as comunidades ribeirinhas ficam impedidas de regularizar as áreas nas quais poderiam desenvolver cultivos e, conseqüentemente, não têm acesso às linhas de crédito, uma vez



que, para tanto, os empreendimentos necessitam estar plenamente legalizados, algo quase impossível de se obter nas atuais condições.

A insuficiência de sistemas de informação e de dados estatísticos também dificulta o planejamento voltado ao avanço da atividade, enquanto as dificuldades de acesso ao crédito obstam o crescimento dos setores melhor consolidados. Não se pode simplesmente planejar ou administrar o desenvolvimento de algo que não se conhece adequadamente.

As linhas de crédito disponíveis para o financiamento da cadeia produtiva da maricultura, com juros adequados à realidade dos produtores, são ainda insuficientes ou de difícil acesso, aspecto agravado pelo elevado custo da atividade, o que limita o potencial de investimento. Assim sendo, faz-se necessária a criação de linhas de financiamento específicas para o setor ou a criteriosa flexibilização daquelas já existentes, facilitando o acesso ao crédito, principalmente para atender ao pequeno produtor, sem perder de vista a sustentabilidade ambiental.

Diante do quadro exposto, torna-se patente a urgência de serem implementadas políticas públicas capazes de promover o avanço da atividade, com base num planejamento estratégico específico que incorpore os componentes econômico, ambiental e social e contemple as especificidades regionais. Um grande avanço nessa direção foi a instituição dos PLDMs a partir da I.N. nº 17, da Seap/PR, de setembro de 2005 (BRASIL, 2005c). Os PLDMs identificarão as áreas propícias para o desenvolvimento da maricultura, levando em consideração as necessidades dos demais usuários de recursos costeiros a partir de uma abordagem participativa com as comunidades locais. A expectativa é de que, com base nos PLDM, seja possível demarcar parques aquícolas marinhos, ação que já vem se concretizando em alguns Estados da Federação. Infelizmente, contudo, a implementação da I.N. nº 17 (BRASIL, 2005c) não tem se dado na celeridade esperada, em grande medida devido às dificuldades de integração entre os próprios órgãos governamentais de gestão e fomento federais e estaduais, além do pouco entrosamento e da falta de representatividade dos principais atores envolvidos (associações de aquícultores, comunidades locais, colônias de pescadores, etc.).

Do ponto de vista tecnológico perduram grandes deficiências em todas as etapas da cadeia produtiva, desde a produção de sementes até o processamento do produto cultivado, de forma a permitir maior agregação de valor à atividade. O número de instituições especializadas capazes de desenvolver e disseminar novas tecnologias de cultivo de espécies marinhas no país ainda é reduzido, o que reforça a necessidade de integração entre elas por meio de redes de pesquisa e difusão tecnológica. Para resolver o problema relativo ao reduzido apoio financeiro para pesquisas seria necessário um programa de governo que alocasse maior volume de recursos para esse fim. Tal programa teria li-

nhas de pesquisa prioritárias para o desenvolvimento da atividade, gerando conhecimentos científicos e tecnológicos passíveis de serem aplicados no setor.

Além de gerar conhecimentos, essas pesquisas contribuiriam de forma efetiva para engajar os pesquisadores recém-formados no programa acima mencionado e em grupos de pesquisa de universidades e outros centros de investigação científica, alocando-os em regiões onde houvesse maior carência de pessoal. Atualmente, além de tímidos em relação ao potencial brasileiro para o desenvolvimento da maricultura, os resultados alcançados pelas pesquisas feitas nas universidades e nos centros especializados são pouco focados na produção, e muitas vezes não atingem os potenciais usuários por conta da deficiência dos mecanismos de divulgação e difusão. A insuficiência de pessoal e o despreparo dos órgãos responsáveis pela assistência técnica e pela extensão pesqueira no país agravam ainda mais essa deficiência. Evidentemente, no âmbito do programa citado deveria estar contemplada a transferência dos conhecimentos e tecnologias resultantes das pesquisas realizadas para o setor produtivo.

Embora algumas cadeias já estejam bem consolidadas, como é o caso das culturas de mexilhões e camarões marinhos, outras de enorme potencial, como a de ostras, são ainda incipientes, ou praticamente inexistentes, como a de peixes marinhos. A carência de pesquisas voltadas à maricultura é particularmente grave em relação ao desenvolvimento de tecnologias de cultivo adaptadas às espécies nativas, que além de já estarem naturalmente adaptadas ao ambiente normalmente têm um mercado consolidado. Nesse sentido, são poucos os estudos sobre a ictiofauna marinha local (reprodução, alimentação, crescimento e tolerância às variáveis ambientais) que permitem avaliar a viabilidade do seu uso em cultivos.

O potencial de desenvolvimento da piscicultura marinha no Brasil pode ser avaliado pelo crescimento da produção de salmão no Chile, que já superou a marca das 503 mil t, patamar superior a toda a produção nacional oriunda da pesca extrativa marinha. Entre as espécies brasileiras que têm apresentado resultados promissores estão o pampo (*Trachinotus spp.*), a cioba (*Lutjanus analis*), o linguado (*Paralichthys orbignyanus*), o robalo (*Centropomus sp.*), a tainha (*Mugil sp.*) e o beijupirá (*Rachycentron canadus*). Os principais laboratórios envolvidos nessas pesquisas localizam-se nos Estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina, do Paraná, de São Paulo, da Bahia, de Pernambuco e do Ceará.

O cultivo de algas marinhas é outro setor da maricultura ainda incipiente na Região Nordeste, sendo os dados de produção ainda restritos a relatórios de cultivos experimentais com a alga *Gracillaria*, implantados no Ceará, no Rio Grande do Norte e na Paraíba com o apoio da FAO. De acordo com levantamento referente ao cultivo de algas nos três Estados citados, há 6.300 hectares de áreas propí-



cias para essa atividade. Essa é uma atividade que requer especial atenção, pois, além do seu potencial de crescimento, já está incorporada à vida de muitas comunidades, nas quais existem cultivos implantados ou a coleta nas praias é uma atividade rotineira realizada principalmente por mulheres, gerando empregos e renda. Outras áreas poderão ser aproveitadas na medida em que programas de instalação de substratos artificiais possam ser implementados.

Quanto ao cultivo de crustáceos, mais especificamente de camarão marinho, o Brasil já possui um parque de produção e processamento sólido, principalmente na Região Nordeste, responsável por mais de 90% da produção nacional. Entretanto, alguns desafios ainda devem ser enfrentados para que o potencial dessa atividade produtiva seja explorado na sua plenitude. Importantes problemas necessitam ser abordados com maior profundidade, entre os quais incluem-se a manutenção da qualidade da água, a sustentabilidade ambiental e a bio-segurança, aspectos que convergem para a necessidade de formação de recursos humanos capazes de resolvê-los. Certamente uma das mais urgentes fronteiras de ordem científica e tecnológica são os crescentes desafios apresentados pelas patologias emergentes em sistemas de cultivo, as quais têm atingido duramente as fazendas de criação de camarão no nordeste brasileiro. Para mitigar esses problemas, estudos sobre enfermidades potenciais, nutrição e genética devem ser prioridades institucionais e do setor produtivo, estimulando-se as parcerias público-privadas. Vale destacar, por oportuno, que avanços para a solução desses obstáculos já estão sendo obtidos através da Rede de Carcinicultura do Nordeste (Recarcine), que envolve várias instituições governamentais e de pesquisa de âmbito federal e estadual, além de entidades representativas do segmento produtivo.

Além das dificuldades tecnológicas, o Brasil padece de um grande déficit de mão-de-obra qualificada, agravado pela baixa escolaridade das comunidades locais e pela carência de programas de capacitação profissional, particularmente para técnicos de nível médio. A área de produção é a mais carente, com falta de especialistas e técnicos em diversos ramos da atividade, como a produção de sementes e alevinos, a elaboração de rações específicas, o controle de doenças, o melhoramento genético e a difusão de tecnologias de cultivo (extensão). Para resolver essa carência de mão-de-obra especializada seria necessário implantar um sólido programa de formação profissional, tanto de nível superior como de nível médio, visando à capacitação de pesquisadores e tecnólogos com competência para gerar conhecimentos científicos e tecnológicos que permitam o desenvolvimento sustentável da maricultura e suprimindo a carência de pessoal nas diversas áreas que dão suporte a essa atividade.

No que se refere à formação de pesquisadores, o programa poderia ser apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e pelo CNPq, por meio de edital específico

de bolsas de mestrado e doutorado no país e no exterior. Assim, seria concedido o necessário apoio financeiro a alunos interessados em atuar em tecnologia de cultivo e sistemas de produção, manejo e conservação de ecossistemas aquáticos, patologia e sanidade, nutrição e alimentação, reprodução e larvicultura e melhoramento genético. Tal programa contribuiria, portanto, para o desenvolvimento e o fortalecimento da maricultura no país, permitindo a ampliação da produção científica e consolidação de grupos de pesquisa e programas de pós-graduação *stricto sensu* na área. Os profissionais assim formados também contribuiriam para a formação de técnicos de níveis médio e superior, tanto por sua fixação em instituições de ensino como por meio de cursos profissionalizantes. Os técnicos capacitados por esse programa poderiam atender à demanda do setor produtivo trabalhando em fazendas de cultivos diversos e dando apoio técnico aos cultivos de pequena escala (local e familiar), e também criando e abrindo seus próprios negócios.

Em alguns locais, como na Região Norte, as deficiências de infra-estrutura e logística (energia elétrica, estradas, unidades de beneficiamento e conservação dos produtos pesqueiros) constituem óbices muitas vezes intransponíveis para o desenvolvimento da cadeia produtiva da maricultura. A deficiência no fornecimento de insumos, desde juvenis, como sementes (moluscos), pós-larvas (camarão marinho) e alevinos (peixes)], até a ração – itens que mais contribuem para os elevados custos de produção – acaba muitas vezes por promover o estrangulamento da cadeia produtiva e, por conseqüência, impede seu crescimento.

Quanto ao processamento e à comercialização do pescado, os maiores problemas enfrentados estão associados à qualidade dos produtos e à deficiência de infra-estrutura de apoio à conservação e ao escoamento da produção, principalmente nas áreas mais afastadas dos grandes centros urbanos. A carência de estruturas adequadas para o beneficiamento do pescado cultivado – à exceção dos produtos da carcinicultura –, associada às dificuldades que envolvem a obtenção de autorização para funcionamento pelo Serviço de Inspeção Federal, dificulta em muito o escoamento do produto para o mercado internacional. Tal dificuldade é agravada pela crescente severidade e complexidade das exigências sanitárias e de qualidade impostas pelos blocos de países importadores de pescado, particularmente os EUA e os integrantes da C.E., o que implica a necessidade de um eficiente controle de resíduos e de programas de rastreamento que possam assegurar a origem do produto cultivado.

Já no que concerne ao mercado interno, a maioria da população desconhece os produtos oriundos do cultivo. Esse desconhecimento, associado ao preço relativamente elevado, dificulta a disseminação de seu consumo, especialmente nas classes de baixa renda. Para superar tais dificuldades é necessário que o desenvolvimento da maricultura seja apoiado por campanhas governamentais de incentivo ao consumo de pescado em geral, com ênfase no oriundo de atividades de cultivo.



Outro grave problema para o avanço da maricultura nacional é a permanente e crescente insegurança das estruturas de cultivo no ambiente marinho, por roubo, depredação, acidentes naturais ou mesmo pelo intenso tráfego marítimo. Para finalizar, cabe registrar a grande carência de tecnologias voltadas à criação de peixes em tanques-rede no mar, ainda incipientes no Brasil.

4.2.1.2. Desenvolvimento sustentável da pesca marítima, estuarina e costeira

Os sérios problemas enfrentados pela pesca extrativa brasileira são relativamente fáceis de ser identificados e podem ser assim agrupados:

- Sobredimensionamento dos meios de produção;
- Abundância relativamente baixa dos recursos pesqueiros marinhos;
- Reduzida produtividade das águas brasileiras;
- Degradação ambiental dos ambientes costeiros em decorrência da ação antrópica, particularmente da poluição (urbana, agrícola e industrial) nas áreas mais próximas aos grandes centros urbanos;
- Esforço de pesca excessivo e concentrado sobre um pequeno grupo de recursos tradicionalmente pescados;
- Utilização de padrões de pesca inadequados e predatórios;
- Potencial produtivo e características biológicas básicas de vários recursos pesqueiros simplesmente desconhecidos;
- Setor produtivo com baixo nível de conscientização dos limites naturais da exploração sustentável.

O sobredimensionamento dos meios de produção é consequência dos elevados investimentos realizados na atividade, que não consideraram a escassez de recursos pesqueiros marinhos resultante da baixa produtividade de nossas águas. Essa situação foi ainda agravada pela degradação ambiental dos ambientes costeiros em decorrência da ação antrópica, particularmente da poluição (urbana, agrícola e industrial), nas áreas mais próximas às grandes cidades. Historicamente, a produção pesqueira nacional se desenvolveu com base num esforço de pesca excessivo e concentrado sobre um pequeno grupo de recursos tradicionalmente pescados, a maioria dos quais, como resultado, já se encontram sobreexplorados, com as pescarias apresentando uma baixa produtividade. Tais problemas são agravados pela utilização de padrões de pesca inadequados ou predatórios, que resultam em elevada incidência de capturas de formas jovens, e por medidas de fomento inapropriadas, em alguns casos incompatíveis com a sustentabilidade bioeconômica da atividade. Por outro lado, o real potencial produtivo de vários recursos pesqueiros – informações estas essenciais ao adequado

manejo da sua exploração – são simplesmente desconhecidos. Tal deficiência dificulta ainda mais o já precário processo de conscientização dos limites naturais da exploração sustentável por parte do setor produtivo.

No Brasil, o universo da pesca costeira – aí incluído o sistema organizacional e a cadeia produtiva –, que é predominantemente artesanal ou de pequena escala, sempre sofreu grande intervenção de agentes externos, tanto governamentais quanto privados. Esse processo de intervenção foi fortemente agravado pela descaracterização provocada pelo governo quanto à real função do pescador, qual seja, a de produtor de alimentos. Na evolução do processo impôs-se o estabelecimento do sistema organizacional em colônias e desvirtuaram-se as características sociais e culturais dos pescadores. Só recentemente observa-se uma mudança, ainda pouco perceptível, na autonomia organizacional da categoria, com questionáveis processos democráticos de escolha das representações de classe. Esta ainda se configura como uma das fragilidades do segmento e deve assumir importância crescente para a sustentabilidade social e econômica das comunidades e a manutenção biológica dos recursos pesqueiros, ou seja, os pescadores, o governo e a sociedade técnica e científica devem trabalhar para o estabelecimento de um sistema de gestão participativa. Não se deve esquecer que os pescadores são, em última análise, os verdadeiros gestores do recurso, em função do interesse direto que têm na exploração sustentável dos estoques em suas áreas de atuação e no exercício profissional.

Um marco legal inadequado e desatualizado, com normas excessivas e inócuas, aliado à fiscalização ineficiente e sem direcionamento adequado, não tem sido capaz de minimizar esses problemas. Ressalta-se, nesse contexto, o estado caótico do sistema de permissão de pesca, fundamentado num conceito reverso do “ônus da prova”. Assim sendo, qualquer organismo marinho se torna “controlado”, ou seja, merecedor de manejo, apenas se comprovar a sua condição de sobreexploração (ou “ameaça de sobreexploração”). Trata-se, portanto, de um sistema que permite o livre acesso a qualquer recurso não conhecido ou “descontrolado” independentemente do tipo de permissão de pesca. No quadro atual, mesmo recursos controlados têm se tornado alvo de frotas não-permissionadas, tornando-se comum e aceitável, por exemplo, que a frota pesqueira de cerco, desenvolvida e permissionada para a pesca da sardinha-verdadeira na Região Sudeste, atue sobre recursos demersais como a corvina durante os períodos de defeso da espécie, ou mesmo em outras épocas. O acesso à pesca pelo sistema de permissionamento de barcos, portanto, é um paradigma que talvez necessite ser reavaliado diante da realidade atual.

A morosidade do governo na discussão e na implantação de medidas de ordenamento também tem contribuído para o agravamento do quadro geral de sobrepesca e de instabilidade econômica



do setor pesqueiro. Soma-se a esse caos a implementação de medidas pontuais de manejo, muitas vezes incompatíveis com a natureza multiespecífica da maioria das pescarias, como tamanhos mínimos, moratórias e mesmo defesos (por exemplo: a I.N. n.º 5, do MMA). Em geral, essas medidas têm se mostrado inócuas, pois não são fiscalizadas, não atingem os objetivos de conservação, geram confrontos intersetoriais e desacreditam as autoridades pesqueiras e o sistema de gestão pesqueira nacional como um todo.

Além da dificuldade de aplicação das medidas de regulamentação e da insuficiência de recursos para garantir o monitoramento e a fiscalização eficaz (carência de apoio logístico e de recursos humanos qualificados), a gestão adequada dos recursos é freqüentemente comprometida por interferências políticas negativas nas decisões sobre o ordenamento, cuja implementação, não raro, ocorre sem fundamentação científica e com pouca ou nenhuma integração entre o setor produtivo e o governo. Ademais, como resultado das graves deficiências que pautam o processo de licenciamento e registro da atividade pesqueira e de embarcações de pesca, a pesca clandestina ou informal torna-se preponderante em muitas situações, o que resulta em um número excessivo de barcos explorando um mesmo recurso. Ainda há que considerar que a ausência de uma política de gestão compartilhada dos recursos pesqueiros contribui para o acirramento de conflitos entre as modalidades de pesca: profissional versus amadora e artesanal versus industrial. Tais deficiências refletem uma concepção institucional de gestão pública inadequada, fragmentada (Ibama e Seap/PR) e, em última análise, incapaz de assegurar as condições necessárias para o crescimento sustentável do setor pesqueiro.

No que se refere à fiscalização, seria necessário estabelecer um programa eficaz de acompanhamento das principais pescarias a partir de diferentes instrumentos de controle (acompanhamento de desembarques, visitas às comunidades pesqueiras e indústrias, monitoramento por satélite, formulários de produção e comercialização, etc.), assim como a contratação de novos fiscais, que seriam treinados em cursos de capacitação específicos.

Em algumas áreas, particularmente nas regiões Norte e Nordeste, deficiências de infra-estrutura (cais, fábricas de gelo, estocagem e beneficiamento) dificultam ou mesmo impedem o desenvolvimento da pesca costeira, comprometendo a qualidade do pescado e reduzindo, ao mesmo tempo, a competitividade da atividade. Na medida em que o pescado tem de ser comercializado *in natura*, a participação dos atravessadores no processo de comercialização tende a aumentar, o que reduz a margem de lucratividade dos pescadores. As comunidades pesqueiras tradicionais apresentam freqüentemente baixos índices de desenvolvimento humano e são marcadas pela carência de serviços básicos, como educação, saúde e saneamento. Como resultado, os pescadores artesanais têm baixo nível de escolaridade, o que dificulta os esforços para capacitá-los, treiná-los e conscientizá-los sobre

a necessidade de realizar uma exploração pesqueira social, econômica e ambientalmente sustentável. Além disso, as deficiências de formação e qualificação de mão-de-obra especializada para desempenhar tarefas de bordo dificultam a introdução de tecnologias de pesca mais modernas, incluindo a utilização de equipamentos auxiliares a essa atividade (GPS, ecossonda, piloto automático, etc.).

A frota pesqueira nacional tem um número excessivo de barcos, a maioria deles obsoleta, ineficiente e de elevado custo operacional. Tais embarcações, via de regra, têm autonomia relativamente restrita, o que as impede de atuar em águas oceânicas que excedam aquelas sob a jurisdição do país (a ZEE, até 200 milhas náuticas da linha de costa). A par disso, não detêm, na maioria das vezes, equipamentos básicos para a pesca e a navegação e, não raramente, sequer dispõem de equipamentos de segurança e salvatagem mínimos para a segurança da tripulação.

A insuficiência de sistemas de informação e de dados estatísticos, incluindo informações estruturais e socioeconômicas, também dificulta as intervenções voltadas ao desenvolvimento e à recuperação da atividade. Assim, se o indivíduo que se dedica à pesca como meio de subsistência não tiver acesso a informações básicas sobre a dinâmica da pescaria e da frota, a sazonalidade dos recursos, as estimativas de desembarques, os índices de captura e abundância (captura por unidade de esforço – CPUE), o mercado, a cadeia produtiva, etc., torna-se impossível monitorar e, conseqüentemente, gerenciar a atividade pesqueira. Quantas embarcações estão explorando os estoques presentes em águas brasileiras hoje? Com quais apetrechos? Com qual frequência? Qual é o esforço de pesca atual? Qual é o real número de pescadores artesanais no Brasil? Qual é o percentual de ociosidade das indústrias pesqueiras hoje? Essas são apenas algumas das perguntas suscitadas pela necessidade de melhor compreender o setor pesqueiro nacional.

Apesar dos esforços do Ibama no sentido de implementar programas de coleta de dados sobre as pescarias nacionais, como o Estatpesca, ainda há muitas lacunas. Há Estados nos quais o programa não está devidamente implementado. O principal problema diz respeito à insuficiência e à irregularidade no aporte de recursos financeiros para levar a cabo os trabalhos. Neste momento, a abrangência geográfica e a amplitude de informações cobertas pelo sistema estão sendo ampliadas, ao mesmo tempo em que o *software* de processamento dos dados está em fase de conversão para a plataforma Windows. Paralelamente, está sendo criado um sistema de informações que permite compilar, organizar, analisar e disponibilizar, num banco de dados específico, todas as informações relativas às pescarias existentes no país. Esse banco abrigará informações relativas às capturas, ao esforço de pesca, aos aparelhos e métodos empregados, às características da frota/embarcações, e ao tamanho do pescado capturado, entre outras. O apoio a essas iniciativas já em andamento seria a forma mais objetiva de superar a atual deficiência de informações sobre o setor.



Em decorrência das obrigações assumidas pelo país ao ratificar a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (ONU, 1982), nos dez anos transcorridos entre 1995 e 2005 o Brasil desenvolveu o Programa Revizee, que pode ser considerado o maior esforço integrado já realizado no país para o levantamento dos potenciais sustentáveis de captura dos recursos vivos na ZEE (BRASIL, 1994b). Com a conclusão desse programa, contudo, faz-se necessário monitorar a condição dos principais estoques de forma continuada, além de aprofundar pesquisas para suprir as lacunas por ele deixadas, com vistas à implementação de sistemas mais eficientes de gestão, que garantam a conservação e a utilização dos recursos pesqueiros de forma sustentável. Especificamente com esse objetivo, foi idealizada no âmbito do Plano Plurianual (PPA), a ação intitulada Avaliação do Potencial Sustentável e Monitoramento dos Recursos Vivos Marinhos (Revimar). Trata-se de uma ação prevista no VI PSRM, instituído pelo Decreto nº 5.382, de 3 de março de 2005 (BRASIL, 2005a), cabendo à CIRM a supervisão de suas atividades por meio da Subcomissão para o PSRM.

Apesar da relativa quantidade e qualidade dos resultados de pesquisas sobre os recursos vivos do mar gerados no país, a exemplo do Revizee, há historicamente grande dificuldade de disseminação e conseqüente apropriação das informações geradas na academia pelo setor produtivo, particularmente pelas comunidades pesqueiras tradicionais. Embora estas últimas sejam depositárias de um considerável acervo de conhecimento empírico, elas prescindem, em geral, de informações científicas mais aprofundadas sobre a ecologia das espécies exploradas. Da mesma forma que no caso da maricultura, as estruturas de extensão pesqueira e assistência técnica ao pequeno produtor são praticamente inexistentes. Por outro lado, embora já haja no país uma comunidade científica com razoável massa crítica, há que se implementar um programa de pesquisa centralizador, que estabeleça demandas objetivas de ciência e tecnologia a serem atendidas por projetos direcionados e dentro de limites espaciais e temporais cujos resultados possam contribuir para a resolução dos problemas da atividade pesqueira em curto prazo. Com freqüência, universidades e instituições de pesquisa não dispõem de recursos básicos para a realização de investigações relacionadas aos recursos vivos do mar, principalmente no que se refere a meios flutuantes. Tal carência compromete especialmente as pesquisas de cunho tecnológico voltadas, por exemplo, ao aprimoramento de aparelhos de pesca, ao desenvolvimento de métodos de captura destinados à exploração de novos recursos, à redução da fauna acompanhante, etc. Por outro lado, a reduzida autonomia das embarcações motorizadas de pequena escala, associada à falta de equipamentos de auxílio à navegação e à pesca, dificulta a diversificação da atividade, impedindo, por exemplo, a exploração alternativa de recursos pesqueiros oceânicos.

Em relação à condição social dos pescadores artesanais, se por um lado há necessidade de melhor organização e regularização previdenciária, por outro algumas iniciativas assistenciais já começam a

gerar elevada dependência, como é o caso do seguro-desemprego durante os períodos de defeso, cujos gastos superam, atualmente, R\$ 240 milhões/ano. A fragilidade das entidades de representação do setor pesqueiro, de maneira geral, e dos pescadores artesanais, de forma particular, marcada por um sistema de associativismo e de colônias de pescadores com pouca representatividade, dificulta a participação dos produtores/pescadores no ordenamento da pesca.

Além disso, o setor pesqueiro está descapitalizado, agravando ainda mais o já difícil acesso ao crédito. A concessão de incentivos fiscais e financeiros por parte dos governos federal, estaduais e municipais, contudo, deve ser condicionada a um contexto de ordenamento que possa contribuir para a sustentabilidade da atividade, especialmente no caso das pescarias que atuam sobre os recursos tradicionalmente explorados. O presente quadro demonstra que os planos e as estratégias historicamente adotados falharam e precisam ser reavaliados em função desta nova fase vivida pelo setor. Por outro lado, a elevada carga tributária, associada a uma política cambial desfavorável, particularmente em relação aos produtos pesqueiros mais nobres destinados à exportação, torna difícil a recuperação do setor no curto prazo.

Métodos e técnicas inadequados de manuseio e processamento do pescado, tanto a bordo como em terra, comprometem a sua qualidade e, por conseqüência, o seu valor de mercado. Uma alternativa para o aumento da rentabilidade seria, portanto, agregar mais valor ao produto capturado reduzindo o desperdício, tanto na captura como no processamento, inclusive a partir de um melhor aproveitamento da fauna acompanhante. Essa alternativa seria uma forma de promover o desenvolvimento econômico da atividade pesqueira dissociado do aumento de captura e esforço de pesca, incompatíveis com o estado da maioria dos estoques marinhos.

O limitado conhecimento do mercado, tanto interno como externo, e a conseqüente dificuldade de acesso a ele por parte dos produtores, aumenta a intermediação, reduzindo a competitividade do setor. Como resultado, o pescador ganha menos pelo que produz e o consumidor final paga mais caro por um produto de menor qualidade, o que diminui o consumo interno, em especial entre a população de renda mais baixa.

4.2.2. Talude continental/ águas profundas: desenvolvimento sustentável da pesca em águas profundas do talude continental

Os resultados alcançados pelo Programa Revizee, além de iniciativas paralelas e independentes de prospecção e exploração de recursos pesqueiros, nas quais a frota pesqueira nacional e arrendada



teve papel preponderante, ampliaram significativamente o conhecimento da biodiversidade marinha, principalmente dos recursos pesqueiros demersais em águas profundas, nos ecossistemas do talude continental (até 2 mil m de profundidade), gerando informações inéditas de grande importância para o progresso da atividade no país. Nas regiões Sudeste e Sul, tais levantamentos resultaram na descoberta e exploração comercial, por parte de barcos arrendados e nacionais, de vários recursos pesqueiros, como o peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*), o caranguejo-vermelho (*Chaceon notialis*), o caranguejo-real (*C. ramosae*), a merluza (*Merluccius hubbsi*), a abrótea-de-profundidade (*Urophycis mystacea*), o galo-de-profundidade (*Zenopsis conchifera*), o calamar-argentino (*Illex argentinus*) e os camarões carabineiro (*Aristeopsis edwardsiana*), moruno (*Aristaeomorpha foliacea*) e alistado (*Aristeus antillensis*). Entre 2000 e 2005, o conjunto de recursos considerados de águas profundas do Sudeste e do Sul do Brasil totalizou 79.194 t desembarcadas; as maiores produções anuais foram observadas entre 2001 e 2002, e a atividade como um todo declinou nos anos seguintes. Nesse período, os recursos responsáveis pelos maiores volumes desembarcados foram, em ordem decrescente, abrótea-de-profundidade, peixe-sapo, merluza e caranguejo-vermelho (Quadro 4.4).

Quadro 4.4 – Produção desembarcada de recursos demersais de profundidade nos Estados do Rio de Janeiro, de São Paulo, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul entre 2000 e 2005 (valores em toneladas).

Recursos		Ano						
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total
Teleósteos								
Abrótea	<i>Urophycis spp</i>	1.546,8	5.991,7	7.847,0	5.273,6	3.491,2	3.014,8	27.165,1
Batata	<i>Lopholatilus villarii</i>	75,7	709,2	597,6	572,5	545,2	79,4	2.579,7
Merluza	<i>Merluccius hubbsi</i>	225,8	2.653,4	3.708,8	3.042,4	1.417,8	996,0	12.044,1
Galo-de-profundidade	<i>Zenopsis conchifera</i>	0,0	0,0	82,5	147,1	42,3	81,0	352,9
Peixe-sapo	<i>Lophius gastrophysus</i>	435,4	7.063,9	5.073,1	2.556,3	2.410,7	1.124,7	18.664,1
Crustáceos								
Caranguejo-real	<i>Chaceon ramosae</i>	2,0	350,9	1.200,4	791,4	647,0	547,4	3.539,1
Caranguejo-vermelho	<i>Chaceon notialis</i>	1.230,5	1.183,6	953,2	1.377,7	1.098,5	675,6	6.519,1
Camarão-carabineiro	<i>Aristaeopsis edwardsiana</i>	0,0	0,0	3,5	0,0	52,0	111,4	166,9
Camarão-moruno	<i>Aristaeomorpha foliacea</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	1,2	9,0
Camarão-alistado	<i>Aristeus antillensis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,5	2,7
Moluscos								
Calamar-argentino	<i>Illex argentinus</i>	2,7	13,6	2.600,7	31,2	158,3	444,6	3.251,1
Polvo-comum	<i>Octopus vulgaris</i>	443,5	911,4	688,4	688,0	1.252,1	908,9	4.892,3
Caramujo	<i>Zydona sp.; Adelomelon sp.</i>	0,5	0,0	0,3	0,4	3,7	3,6	8,5
Total		3.962,8	18.877,7	22.755,4	14.480,8	11.126,8	7.991,0	79.194,6

Nas regiões Norte e Nordeste, por sua vez, foram encontradas concentrações exploráveis de caranguejos-de-profundidade (*Chaceon spp.*), polvos (*Octopus spp.*) e camarões-de-profundidade (Família Aristidae), além do camurim-de-olho-verde (*Parasudis truculenta*), entre outros ainda não determinados ou sequer identificados. Os dados gerados, no entanto, confirmam que os recursos pesqueiros demersais de águas profundas brasileiras são, em geral, pouco produtivos, não apresentando níveis elevados de biomassa que garantam a exploração industrial em larga escala. Mas embora relativamente reduzidos em termos de volume, esses recursos podem fornecer uma importante contribuição ao setor pesqueiro nacional, particularmente em função do seu valor de mercado, que em geral é bastante elevado.

Até o presente, a exploração pesqueira de pequenos pelágicos concentra-se em águas da plataforma, geralmente a menos de 100 m de profundidade, não existindo pesca de cerco ou de redes de arrasto pelágicas além dessa isóbata. O Programa Revizee realizou a avaliação do potencial de recursos pesqueiros pelágicos da plataforma externa do talude e da região oceânica adjacente nas regiões Sudeste/Sul e Nordeste. Essa avaliação permitiu constatar que na região Sudeste/Sul os recursos mesopelágicos são abundantes, mas compostos por espécies forrageiras de pequeno tamanho, como mictofídeos (família Myctophidae) e *Maurolicus*. Esses peixes são de grande importância como elos de transferência de energia, porém a sua pesca é pouco viável economicamente. Também foram observadas, nessa região, concentrações importantes de anchoíta (*Engralius anchoíta*) em profundidades superiores a 100 m, as quais, eventualmente, poderão assegurar uma produção anual da ordem de 100 mil toneladas. Por sua vez, na região Sul, o calamar-argentino (*Illex argentinus*) apresenta potencial de exploração, já tendo sustentado capturas importantes da pesca de arrasto arrendada em 2001. Esse recurso anual apresenta sazonalidade bem definida, e acredita-se que as principais concentrações comerciais da espécie no sul do Brasil são originadas de um estoque do norte da plataforma patagônica que migra durante o inverno para desovar em águas brasileiras. Trata-se, assim, de um estoque compartilhado com países vizinhos e sujeito às variações interanuais, possivelmente devido às flutuações do recrutamento e das condições oceanográficas da região. Processo semelhante parece ocorrer também com a anchoíta. Na Região Nordeste, o Revizee não identificou estoques pelágicos potencialmente importantes, como era de se esperar. E embora na Região Norte não tenha sido realizada qualquer prospecção dos componentes do ecossistema marinho pelágico, acredita-se que também não haja grandes possibilidades de novas descobertas.

O desenvolvimento da pesca profunda no Brasil, entretanto, demandará investimentos significativos voltados ao desenvolvimento de novas tecnologias de captura e à consolidação de uma frota numericamente limitada, porém produtiva. Essa consolidação pode ser concretizada tanto por meio da construção de novas embarcações como pela adaptação de barcos já existentes. Além disso, será



necessário treinar mão-de-obra especializada e gerar informações básicas sobre as novas espécies a serem exploradas, sem o que não será possível assegurar a sustentabilidade da atividade. Acima de tudo, entretanto, em função da elevada vulnerabilidade dos estoques de peixes e invertebrados demersais de águas profundas à sobrepesca, ações de ordenamento ágeis e eficientes deverão anteceder qualquer iniciativa de fomento, que deverá ser feita de forma gradual e extremamente precavida.

Entre os graves obstáculos ao ordenamento da pesca profunda ressalta-se o sistema caótico de licenciamento atualmente vigente no país, que tem permitido a expansão descontrolada das operações de barcos de pesca de plataforma em áreas profundas independentemente das licenças que possam portar. Essas expansões têm sido caracterizadas como “corridas do ouro”, e seu efeito sobre os estoques pode ser avassalador, criando rapidamente um novo problema ambiental sobre o que poderia ser uma das soluções ao esgotamento dos recursos costeiros. Somam-se a esses problemas os impactos gerados pela pesca demersal sobre os ecossistemas profundos, reconhecidamente frágeis. Esses impactos incluem a captura não-intencional de espécies sensíveis e a degradação, decorrente principalmente da pesca de arrasto, de áreas coralinhas profundas e montes submarinos. Existe um esforço internacional no sentido de banir a pesca de arrasto nesses habitats e promover a criação de reservas que preservem a sua biodiversidade. O Brasil, partícipe desses esforços, deve considerá-los em seus planos para o desenvolvimento da pesca profunda.

Assim, planos de manejo para vários desses estoques têm sido criados desde 2001, a partir do trabalho do Comitê Consultivo Permanente de Gestão dos Recursos Demersais de Profundidade (CPG/Demersais) e do seu Subcomitê Científico, coordenados pela Seap/PR, buscando a delimitação de frotas e áreas e o estabelecimento de limites anuais de captura, bem como práticas adequadas à sustentação biológica dos recursos. Particular atenção tem sido dada à criação de áreas de exclusão de pesca profunda e a restrições à fauna acompanhante, de forma a contribuir com a manutenção da estrutura dos estoques explorados e a preservação da biodiversidade e dos habitats profundos. Grande parte dessas medidas é inovadora no contexto do ordenamento nacional e está fortemente alicerçada na implementação de programas de Observadores de Bordo e Rastreamento de Embarcações.

Em função das fortes resistências apresentadas pelo setor produtivo às novas medidas de ordenamento aplicadas aos estoques profundos, associadas à fragilidade do Estado para implementá-las, os planos de manejo, além de publicados apenas depois de um moroso processo burocrático, não têm sido conduzidos satisfatoriamente, o que compromete sobremaneira o desenvolvimento da pesca demersal profunda que, em pouco tempo, já demonstra sinais de sobrepesca. A rapidez com que esses estoques profundos podem diminuir para níveis de abundância pouco seguros biologicamente torna-se mais um obstáculo ao desenvolvimento de pescarias sustentáveis, em função da divisão das atribui-

ções da gestão da pesca entre a Seap/PR e o Ibama no governo federal. No caso do peixe-sapo, por exemplo, o plano de manejo, acordado já em 2001, teve sua implementação protelada por dois anos por conta da ineficiência administrativa e da suscetibilidade do Departamento de Pesca e Aqüicultura (DPA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e da Seap/PR às pressões políticas advindas do setor produtivo. Como resultado, em 2004 a espécie foi diagnosticada como ameaçada de sobreexploração, o que remeteu sua gestão ao Ibama/MMA. Esse diagnóstico e a conseqüente transferência de jurisdição, ao invés de resultar na promoção de ações mais rápidas de conservação, implicou novo processo burocrático, que atrasou por mais um ano e meio a publicação do plano de manejo, ocorrida apenas em meados de 2005. Durante esse período (2001-2005), as capturas do peixe-sapo superaram sistematicamente os níveis máximos sustentáveis estabelecidos já em 2001, sendo que atualmente a abundância do estoque encontra-se abaixo de 50% da estimada para aquele ano. Este é um claro exemplo de como o Estado brasileiro, mesmo diante de um grande conjunto de evidências científicas que indicavam a necessidade de ações de conservação sobre um recurso natural, mostrou-se incapaz de garantir seu uso sustentável, elemento incondicional da Constituição Federal (BRASIL, 2003a), e assistiu ao declínio de um tesouro do mar profundo que rendeu, apenas em 2001, aproximadamente US\$ 20 milhões em divisas para o país. O acompanhamento científico dos níveis de abundância de outros recursos de profundidade, como os caranguejos vermelho e real, a abrótea-de-profundidade e a merluza, tem mostrado as mesmas tendências do peixe-sapo, indicando que a pesca demersal nas áreas profundas tende a seguir o mesmo caminho trilhado pela pesca demersal sobre a plataforma e as águas costeiras, mas num espaço de tempo muito mais curto. Essa constatação limita qualquer perspectiva futura para o desenvolvimento da pesca profunda sustentável e produtiva. Evidentemente, as instituições públicas e o atual modelo de gestão pesqueira constituem, por si só, obstáculos a esse desenvolvimento no Brasil.

Uma dificuldade adicional refere-se à comercialização do produto capturado, em virtude da inexistência de um mercado interno já estabelecido para o seu consumo. Em termos de mercado internacional, foram identificadas grandes inconsistências em relação aos registros oficiais de volumes exportados, tanto em termos de peso como de moeda. Parte dessas inconsistências deriva de classificações inadequadas dos novos produtos da pesca profunda, enquanto parte advém de imprecisões nas informações repassadas pelo setor pesqueiro às autoridades brasileiras sobre o pescado exportado. A exploração comercial desses recursos de pouca abundância e elevado valor, principalmente por intermédio do arrendamento de embarcações estrangeiras, só se justificará se o Estado e a sociedade brasileira tiverem condições de aferir com precisão os benefícios por ela gerados.

O principal corpo de conhecimento científico e tecnológico relativo à pesca de águas profundas foi construído na última década, fundamentalmente a partir de duas iniciativas governamentais. A



primeira, já descrita, foi o Revizee, programa multidisciplinar e interinstitucional dirigido ao levantamento da biodiversidade e do potencial de recursos pesqueiros não-tradicionais a partir do uso de embarcações de pesquisa científica em todo o país. Após 10 anos de existência, esse programa gerou e ainda gera um elevado volume de inventários sobre a diversidade bentônica, demersal e pelágica, bem como algumas avaliações de abundância e parâmetros do ciclo de vida de espécies de interesse comercial. Em que pesem as contribuições advindas desse programa, o ônus e a lentidão que o caracterizam tornaram-no deficiente para promover um conhecimento aplicado que atendesse ao ritmo acelerado da evolução da pesca profunda no Brasil. Assim, a pesca de espécies, como o peixe-sapo, ascendeu e declinou antes mesmo que o programa tivesse consolidado informações relevantes para seu manejo adequado. Esse quadro demonstra a pouca eficiência do programa para suprir as demandas advindas tanto das políticas de desenvolvimento dessa atividade como das necessárias ações de manejo voltadas à expansão da frota pesqueira destinada a áreas profundas.

Nesse sentido, uma segunda iniciativa conduzida paralelamente pelo governo federal induziu a realização de estudos objetivos e aplicados às demandas imediatas da gestão pesqueira por meio de convênios celebrados entre os órgãos gestores DPA/Mapa (2000-2002) e Seap/PR (a partir de 2003) e universidades e centros de pesquisa. Esses convênios, com prazos e recursos limitados, voltaram-se principalmente ao desenvolvimento de sistemas inovadores de controle e monitoramento da pesca – como o Programa de Observadores de Bordo, o Programa de Rastreamento da Frota e o Programa de Estatística Pesqueira – e ao atendimento de questões específicas sobre o desempenho da pesca profunda. As informações e os produtos gerados foram direcionados aos departamentos do Mapa e da Seap diretamente envolvidos com a gestão e, principalmente, ao CPG/Demersais e ao seu Subcomitê Científico, nos quais foram discutidos num contexto participativo que resultou na recomendação de ações de manejo.

Embora a necessidade contínua de aprimoramento do conhecimento sobre os ecossistemas marinhos profundos do Brasil justifique a reedição de programas como o Revizee, as ações imediatas de ordenamento da pesca profunda não podem depender de estudos de longo prazo, pois demandam ações mais objetivas que avaliem estoques e pescarias em curto prazo, a exemplo dos convênios anteriormente descritos.

Deve-se ressaltar que a criação e a manutenção dos CPGs, no âmbito do DPA/Mapa e da Seap/PR, como veículos governamentais de organização do fluxo de informação, coordenação de estudos científicos e tecnológicos aplicados, discussão participativa das questões prioritárias e delineamento de políticas voltadas ao ordenamento e ao desenvolvimento da pesca, constituem-se no aspecto mais positivo, e possivelmente isolado, da gestão da pesca brasileira na última década. A manuten-

ção, o fortalecimento e a replicação dos CPCs para outras pescarias afiguram-se inevitáveis e inquestionáveis para o sucesso de programas futuros voltados à pesca nacional.

4.2.3. Zona oceânica e alto-mar: desenvolvimento sustentável da pesca oceânica

No ano de 2005 foram capturadas cerca de 500 mil t de atuns e espécies afins no Oceano Atlântico, incluindo as albacoras laje (*Thunnus albacares*), branca (*Thunnus alalunga*) e bandolim (*Thunnus obesus*), o bonito listrado (*Katsuwonus pelamis*), o espadarte ou meka (*Xiphias gladius*), os agulhões branco (*Tetrapturus albidus*), negro (*Makaira nigricans*), vela (*Istiophorus platypterus*) e verde (*Tetrapturus pfluegeri*), e diversas espécies de tubarões principalmente o azul (*Prionace glauca*), além de outros peixes como a cavala (*Acanthocybium solandri*), o dourado (*Coryphaena hippurus*) e o peixe-prego (*Ruvetus pretiosus*), entre muitos outros. No mesmo ano, as embarcações sob jurisdição nacional, brasileiras e arrendadas, capturaram 48.900 t, o que representa cerca de 10% daquele total. Sob o ponto de vista do resultado econômico, entretanto – uma vez que cerca da metade da produção nacional é constituída pelo bonito listrado, uma das espécies de atum mais costeiras e de menor valor comercial –, a participação brasileira no rendimento proporcionado por essa pesca certamente esteve abaixo daquele percentual (Figura 4.9).

Enquanto embarcações que operam a partir de portos brasileiros alcançam as áreas de ocorrência dos cardumes com poucas horas de navegação, as frotas de países com grande tradição pesqueira, como Japão, Taiwan e Coréia do Sul chegam a viajar mais de 20 mil km para atingi-las. Assim, a posição atualmente ocupada pelo Brasil no cenário da pesca oceânica no Atlântico não se justifica quando se leva em conta a proximidade estratégica do Brasil em relação às rotas migratórias dos principais estoques de atuns e afins no Atlântico Sul e a grande extensão de sua costa. Essa constatação baseia-se na tendência declinante que o país apresentou nos quatro primeiros anos do presente século (2001-2004), com leve recuperação somente em 2005 (Figura. 4.9).

É importante destacar que os níveis de captura das quatro principais espécies capturadas pelas embarcações nacionais depois do bonito listrado – a saber: as albacoras laje, branca e bandolim e o espadarte –, embora próximos, situam-se abaixo do Rendimento máximo sustentável (RMS)¹ (Figura 4.10), o que indica que tais estoques vêm sendo adequadamente manejados pela ICCAT. Na mesma figura, contudo, pode-se observar claramente a ainda reduzida participação brasileira.

1. A ICCAT estabelece o RMS como objetivo da gestão: "Article VIII. 1. (a) The Commission may, on the basis of scientific evidence, make recommendations designed to maintain the populations of tuna and tuna-like fishes that may be taken in the Convention area at levels which will permit the maximum sustainable catch".



Figura 4.9 – Evolução das capturas nacionais de atuns e afins e do bonito listrado, incluindo a sua participação relativa no total capturado.

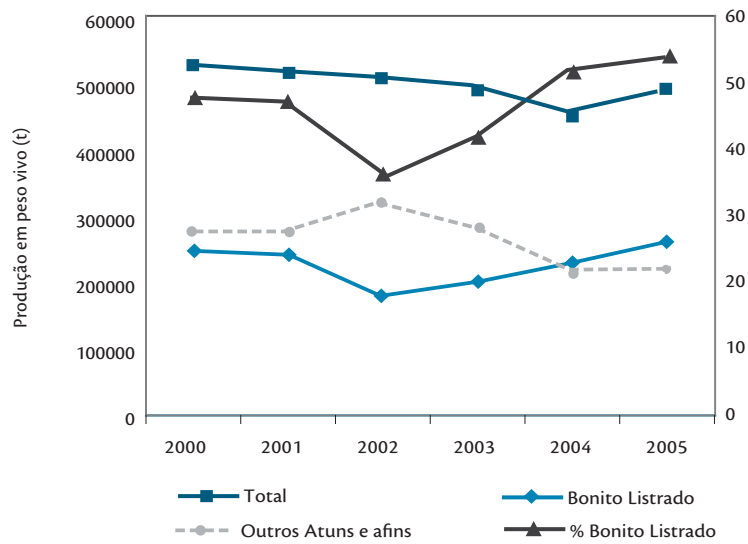
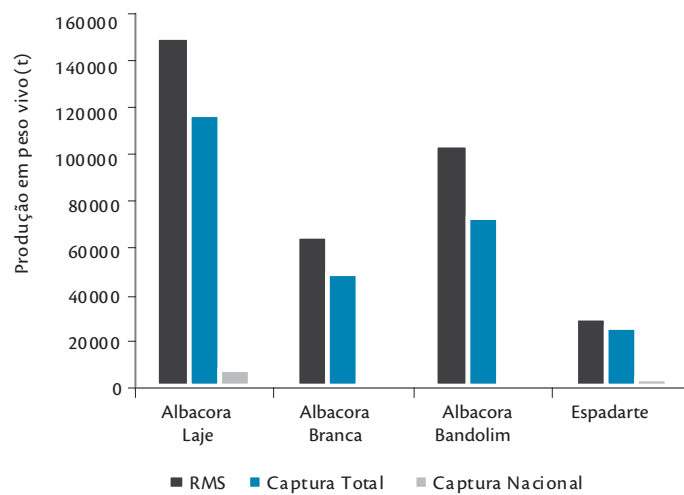


Figura 4.10 – Rendimento máximo sustentável, captura total no Oceano Atlântico e captura nacional das quatro principais espécies de atuns e afins.



Com o esgotamento dos recursos pesqueiros costeiros, a principal alternativa para o desenvolvimento do setor no Brasil, excetuando-se a aqüicultura, é a pesca oceânica voltada à captura de atuns e peixes afins (espadarte, agulhões e tubarões), os quais apresentam uma série de vantagens comparativas em relação aos recursos costeiros, entre as quais destacam-se: a) grande proximidade das principais áreas de pesca, no caso do Brasil; b) algumas espécies capturadas, como as albacoras, apresentam alto valor comercial para exportação, constituindo-se em importante fonte de divisas para o país; c) outras espécies também objeto de capturas, como os tubarões, têm preço relativamente baixo apesar do seu alto valor nutritivo, representando importante fonte de proteínas para a população de baixa renda; d) ciclo de vida independente dos ecossistemas costeiros, já intensamente degradados; e) ampla distribuição; e f) biomassa elevada. Uma vantagem adicional é que, desde que adequadamente planejado, o desenvolvimento da pesca oceânica nacional poderia resultar em redução do esforço de pesca sobre os estoques costeiros, já sobreexplorados.

Entretanto, muitos são os entraves para o avanço da pesca oceânica nacional, com destaque para a falta de mão-de-obra especializada, de tecnologia e de embarcações adequadas, que, devido ao seu elevado custo, encontram-se comumente muito além da capacidade de investimento das empresas de pesca brasileiras. Portanto, para que o país consiga ampliar a sua participação na pesca oceânica, terá de ampliar quotas de captura, consolidar uma frota pesqueira oceânica nacional, formar mão-de-obra especializada e gerar conhecimento científico e tecnológico sobre as espécies exploradas.

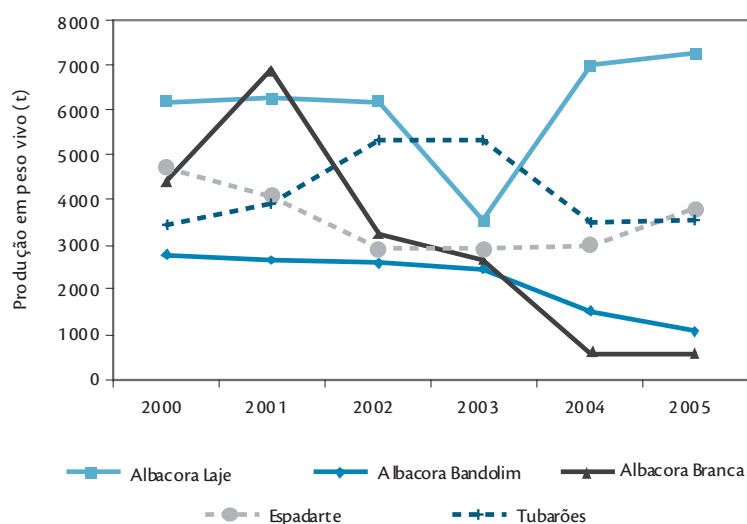
Como os estoques pesqueiros oceânicos já estão sendo pescados em níveis próximos ao limite sustentável, a ampliação da produção brasileira dependerá diretamente da sua capacidade de negociação com os países pesqueiros tradicionais, no âmbito da ICCAT, do Comitê de Pesca da FAO, da Organização Mundial do Comércio (OMC) e da própria ONU. Ocorre que os atuns e afins são espécies altamente migratórias, cujas populações se distribuem por todo o Oceano Atlântico ou pelo hemisfério oceânico. A albacora bandolim capturada por barcos nacionais, por exemplo, pertence à mesma população explorada pelos barcos norte-americanos na costa do Maine, e pelos barcos espanhóis na Baía de Biscaia, pois em todo o Atlântico há uma única população dessa espécie. Já a albacora branca, que o Brasil captura no nordeste brasileiro, faz parte do mesmo estoque explorado na costa africana. Ou seja, são todos estoques internacionais, explorados simultaneamente por vários países. Não existe, assim, atum brasileiro, que é somente aquele pescado por barcos nacionais ou estrangeiros arrendados a empresas brasileiras e desembarcado nos portos do país. E exatamente por se constituírem em recursos internacionais e altamente migratórios é que o seu ordenamento tem de ser realizado por um organismo internacional – no caso a ICCAT, da qual o Brasil é membro desde a sua fundação, que, aliás, deu-se no Rio de Janeiro em 1966.



Um ponto fundamental nesse contexto é a impossibilidade de se ampliar significativamente a captura de atuns no Oceano Atlântico sem comprometer a sustentabilidade dos estoques. Nesse sentido, a posição do governo brasileiro tem sido sempre a de defender o respeito estrito aos limites máximos sustentáveis de captura com a mesma ênfase com que tem defendido o direito do país de desenvolver a sua pesca oceânica. Ou seja, o tamanho da “torta” de atum do Atlântico deve ser respeitado, mas a fatia brasileira tem de aumentar. Assim sendo, é evidente que o crescimento da produção nacional de atuns e afins implicará, necessariamente, na redução das capturas por parte dos países pesqueiros tradicionais, como Espanha, Japão, Taiwan, etc. Considerando que essa atividade no Oceano Atlântico envolve valores da magnitude de us\$ 4 bilhões, é fácil compreender a forma agressiva com que os países pesqueiros tradicionais têm defendido a sua hegemonia histórica nessa atividade. É óbvio, também, que o atum que o Brasil não pescar será pescado por outras nações.

O crescimento da produção brasileira de atuns e afins – de pouco mais de 20 mil t em 1995 para mais de 50 mil t em 2000 – deveu-se, principalmente, à ampliação dos arrendamentos promovidos pelo DPA/Mapa. As capturas nacionais, à exceção do bonito listrado, atingiram o valor máximo de 32.200 t em 2002, declinando para 21.600 t em 2004, o que representa uma retração da ordem de 30%.

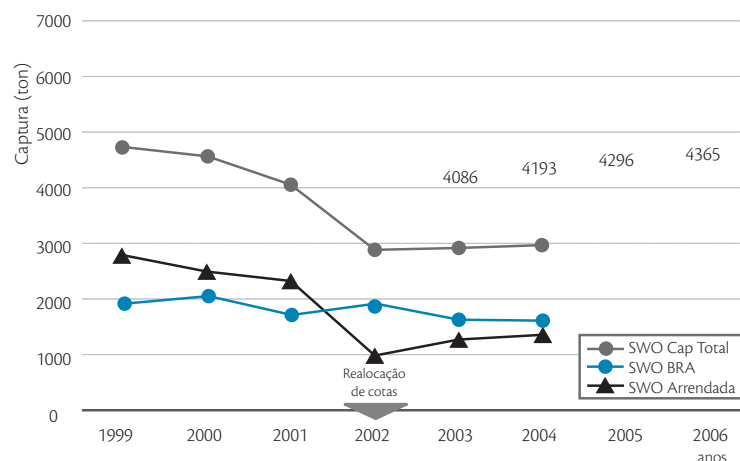
Figura 4.11 – Evolução da produção nacional das albacoras laje, branca e bandolim, espadartes e tubarões entre 2000 e 2005.



Fonte: Seap/PR (2006)

Esse declínio resultou, primordialmente, da redução das frotas espanhola, em retaliação à ampliação da quota brasileira em 2002, e chinesa, em função de dificuldades para o adequado cumprimento da legislação nacional conseqüentes ao melhor controle instituído pela Seap/PR, particularmente por meio da obrigatoriedade da presença de observadores de bordo em 100% da frota arrendada. Como decorrência da saída dos barcos espanhóis em 2002, a produção brasileira de espadarte decresceu, do patamar acima de 4 mil t em que vinha se mantendo desde 1997 para 2.900 t em 2002 (Figura 4.11), apesar da relativa estabilidade da produção oriunda de barcos nacionais, em torno de 2 mil t (Figura 4.12). Já a captura da albacora branca, principal alvo da frota chinesa, declinou, com a saída desta, de quase 7 mil t em 2001, para 3.200 t em 2002, atingindo um mínimo de 522 t em 2004 (Figura 4.11). Tal situação, obviamente, expõe a grande vulnerabilidade do setor, em função de sua alta dependência da frota estrangeira.

Figura 4.12 – Evolução da produção brasileira de espadarte oriunda de embarcações nacionais e arrendadas (números em azul, no interior da figura, indicam os limites correspondentes às quotas conquistadas pelo país em 2002) entre 1999 e 2004.



Fonte: Seap/PR

Uma grande dificuldade enfrentada pelo país no processo de negociação foi, e continua a ser, o fato de os principais concorrentes do Brasil também se constituírem em seus principais mercados (Espanha, EUA e Japão). Assim, o Brasil tem disputado com esses países o direito de pescar mais, em grande parte com barcos que arrendam deles, para vender a eles o peixe capturado. É evidente que tal circunstância deixa o país numa situação delicada em função da possível utilização de barreiras comerciais – sejam elas de natureza tarifária ou técnica – por parte dessas nações. Um bom exem-



plo de como o país pode ser atingido por medidas dessa natureza são as recentes exigências da C.E. em relação à necessidade de equivalência das normas sanitárias. Em decorrência de tais exigências, o Brasil viu-se obrigado a preparar e implementar o Plano Nacional de Controle de Resíduos (PNCR), que inclui, no caso dos atuns e afins, a necessidade de se realizarem exames de histamina, entre outros, por meio da cromatografia líquida de alta performance. Mesmo desconsiderando os empecilhos de ordem logística decorrentes de tal medida, é óbvio que ela implicará um importante aumento dos custos de produção, diminuindo, por conseguinte, a competitividade da indústria nacional, a despeito da efetiva participação do governo brasileiro para solucionar o problema por intermédio dos órgãos competentes, como a Seap/PR e o Mapa. Portanto, se o quadro descrito permanecer, o país estará sujeito a barreiras tarifárias e técnicas, ou mesmo a artifícios legais, como a ação alegadamente *antidumping* impetrada pelo governo norte-americano contra o camarão brasileiro.

Outro tema de grande relevância para o setor pesqueiro nacional, tratado no âmbito da OMC, é a utilização de subsídios à pesca. Nesse sentido, o Brasil apresentou uma proposta, fundamentada na necessidade de um tratamento especial e diferenciado para os países em desenvolvimento, intitulada *Trade Negotiation Relationship to Group on Rules (TN/RL/GEN/79/Rev.3, 2006)*². Ela busca assegurar o direito que tais nações têm de utilizar subsídios para o legítimo progresso da pesca oceânica – como já o fizeram os países pesqueiros tradicionais – e, simultaneamente, impede o uso abusivo de subsídios por parte das nações desenvolvidas, que continuam a subsidiar suas frotas pesqueiras. Apenas para citar um exemplo, em meados de junho de 2006 a União Européia decidiu criar um novo fundo de apoio ao setor pesqueiro no valor de U\$ 4,8 bilhões, com o objetivo exclusivo de subsidiar os pescadores europeus no período de 2007 a 2013.

Além de ser travado em várias frentes, o embate pelos recursos atuneiros do Oceano Atlântico reverbera entre os diversos fóruns, de forma que conquistas diplomáticas e políticas numa determinada área muitas vezes motivam iniciativas e retaliações em outras áreas, aparentemente sem qualquer vinculação com o foco da questão. Recentemente, a Espanha – assim como o Japão em outros momentos – vem conduzindo, de forma recorrente, gestões bastante incisivas não apenas junto ao governo federal, mas também a governos estaduais, no sentido de viabilizar a criação de “portos internacionais” na costa brasileira, a partir de financiamentos assegurados por esses Estados. Tais portos, se criados, reduziriam significativamente os custos operacionais das frotas estrangeiras no Atlântico Sul, particularmente quando da exploração dos estoques que apresentam maior proximidade da costa brasileira. Assim, eliminar-se-ia uma das poucas (se não a única) vantagens comparativas que o Brasil ainda possui ao competir com as frotas oceânicas de longa distância: a proximidade entre os

2. Documento apresentado à *World Trade Organization* em 02 jun. 2006. Disponível em <<http://www.trade-environment.org/page/theme/tewto/para28.htm>>.

seus portos e as áreas de pesca. Registre-se, nesse contexto, que as embarcações nacionais são obrigadas a competir pelos recursos pelágicos desse oceano com frotas estrangeiras – particularmente a espanhola e a japonesa – pesadamente subsidiadas e que operam com custos financeiros que representam uma pequena fração daqueles decorrentes da realidade brasileira, com tecnologia mais sofisticada e mão-de-obra muitíssimo melhor qualificada. Cabe destacar que o desenvolvimento da pesca oceânica nacional não se restringe à produção de pescado nem à geração de divisas, empregos e renda dele resultantes: ele implica também a efetiva ocupação não apenas da ZEE brasileira, mas das águas internacionais do Atlântico Sul, essencial à plena realização geopolítica do país.

Além dos desafios apresentados pelas negociações internacionais, ainda há outras grandes dificuldades conjunturais que vêm diminuindo sobremaneira a capacidade competitiva da pesca oceânica nacional, entre as quais se destacam a defasagem cambial, o preço do petróleo e o preço de comercialização dos atuns e afins no mercado internacional. O valor do real frente ao dólar atingiu, em 2006/ 2007, níveis próximos à metade do que se verificou no início da década, o que reduziu substancialmente a margem de lucro do pescado exportado (Figura 4.13).

Figura 4.13 – Variação da taxa de câmbio R\$ x US\$ entre janeiro de 2000 e julho de 2007.

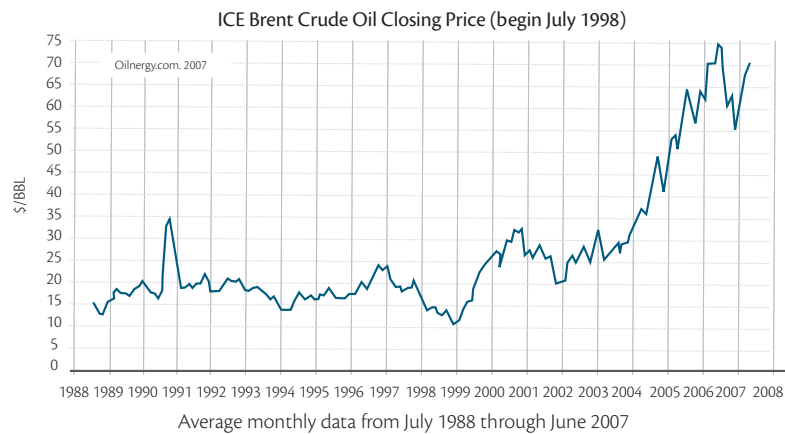


Por outro lado, em função do aumento de quase sete vezes no preço do petróleo no mesmo período (Figura 4.14), os custos do diesel – um dos principais insumos da atividade pesqueira, particularmente no caso da pesca oceânica, em função das grandes distâncias que as embarcações são obrigadas a percorrer – e do frete, especialmente o aéreo, do qual depende toda a exportação do pescado fresco, subiram acentuadamente, aumentando simultaneamente o custo de operação e de exportação do produto capturado. Além disso, os preços de venda, tomando-se como exemplo o espadarte fresco no mercado norte-americano, caíram cerca de 40% em relação aos valores vigentes



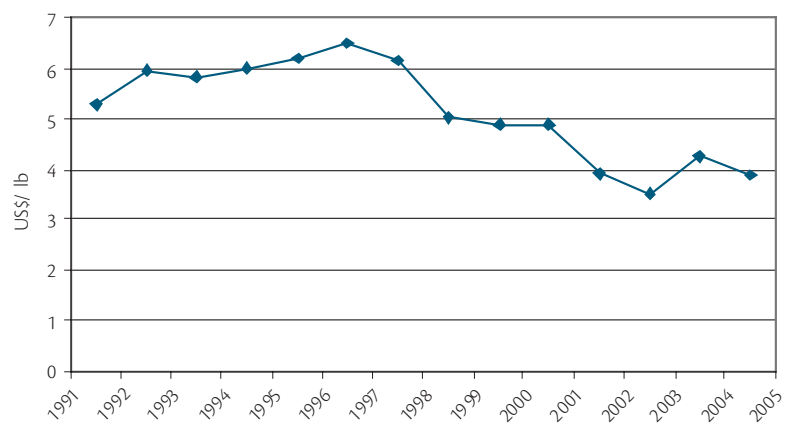
na década de 90, particularmente após o dia 11 de setembro de 2001, atingindo, em 2002, o seu menor valor: us\$ 3,50/lb, contra us\$ 6,5/lb em 1996 (Figura 4.15). Tais dificuldades têm erodido a lucratividade da atividade, obstando, na mesma proporção, a consolidação de uma frota genuinamente brasileira, particularmente em função da atual condição de descapitalização enfrentada pelo setor pesqueiro nacional.

Figura 4.14 – Variação do preço do petróleo entre 1997 e 2007.



Fonte: U.S Department of Commerce

Figura 4.15 – Variação do preço do espadarte fresco (*meke*) no mercado norte-americano (Mercado Fulton, de Nova York) entre 1991 e 2004.



Para formar e consolidar uma frota pesqueira o país dispõe basicamente de três diferentes instrumentos: o arrendamento, a importação e a construção de barcos em estaleiros nacionais. São instrumentos complementares, com diferentes alcances, finalidades e tempos de resposta. Se por um lado o arrendamento pode ser extremamente útil na construção de um histórico de captura, de forma a assegurar o cumprimento de quotas politicamente conquistadas, por outro torna o Brasil extremamente vulnerável a eventuais retaliações dos países de bandeira das embarcações arrendadas, particularmente quando estes são também importantes mercados para o pescado brasileiro, como é o caso da Espanha.

Ainda assim, o instrumento do arrendamento não deve ser definitivamente abandonado, tendo em vista a sua grande importância para a assimilação de novas tecnologias, o treinamento da mão-de-obra nacional e, principalmente, a formação de um histórico de captura. Dessa forma, a atual suspensão deve ser flexibilizada caso o monitoramento das capturas nacionais – particularmente no caso do espadarte – aponte dificuldades para a consecução das quotas atribuídas ao país, ou em face da necessidade de assimilação de novas tecnologias de captura voltadas para espécies ainda pouco exploradas.

Um importante avanço jurídico foi a recente aprovação da Lei nº 11.380, de 1º de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006e), que instituiu o arrendamento de embarcações a casco nu com suspensão de bandeira. Sob tal enquadramento jurídico, as embarcações arrendadas passam a ser, para todos os efeitos da legislação nacional e internacional, brasileiras. De qualquer modo, o arrendamento de barcos pesqueiros deve ser entendido sempre como um instrumento provisório, a ser utilizado estrategicamente e em circunstâncias emergenciais.

No que concerne à importação de embarcações pesqueiras, tem prevalecido no país a lógica perversa de que tal instrumento deve ser evitado, ou pelo menos limitado, uma vez que a construção de barcos em estaleiros nacionais seria muito mais vantajosa para o Brasil. Esse argumento seria verdadeiro se não existisse a oferta de barcos usados no mercado internacional, por uma fração dos custos de construção. Essas embarcações têm a grande vantagem de já estarem prontas e equipadas, sendo, portanto, capazes de apresentar respostas à necessidade de ampliação da capacidade pesqueira nacional muito mais rápidas do que o moroso e extremamente oneroso processo de construção de um barco de pesca, com todos os desafios tecnológicos que isso implica. Assim, com a intenção de favorecer a indústria naval, sacrifica-se o setor pesqueiro nacional, retardando ou mesmo, em certa medida, impedindo o desenvolvimento da pesca oceânica no país. Ocorre que as embarcações pesqueiras constituem-se em uma parcela diminuta do mercado naval em relação a outros setores, como os de transporte marítimo e de exploração de petróleo. Como se não bastasse,



esquece-se também que, uma vez nacionalizadas, tais embarcações continuariam a demandar manutenções periódicas, gerando emprego e renda para os estaleiros sediados no país. A flexibilização da importação de embarcações atuneiras seria particularmente conveniente, no caso das que já se encontram em operação no Brasil, por meio do arrendamento, uma vez que a empresa arrendatária, além de já estar plenamente inserida na cadeia produtiva da pesca de atum, importaria barcos cujos aspectos técnicos e operacionais já seriam completamente conhecidos e dominados. A importação poderia, inclusive, ser apresentada como alternativa à continuação das atividades da embarcação no país uma vez finalizado o período autorizado de arrendamento, constituindo-se em um instrumento de pressão para a consolidação de uma frota genuinamente brasileira.

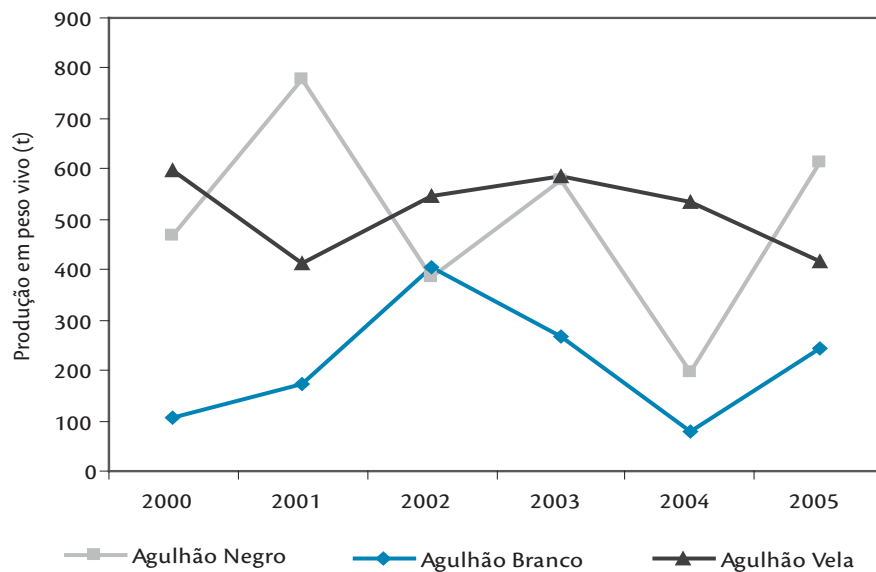
Nesse contexto, cabe destacar a grande importância do Profrota Pesqueira como instrumento de consolidação da pesca oceânica nacional, embora seu alcance seja limitado pela morosidade de resposta ao aumento da produção, tendo em vista o longo tempo demandado para a construção de um barco pesqueiro, assim como pelos altos custos financeiros envolvidos, intrinsecamente decorrentes da realidade nacional. Infelizmente, mesmo subsidiados, os juro praticados no Brasil implicam um custo financeiro muito maior que o de outras frotas internacionais, grande parte das quais continua a ser pesadamente subsidiada.

Entretanto, de nada adianta a disponibilização de embarcações de pesca bem equipadas se, ao mesmo tempo, não houver mão-de-obra qualificada para tripulá-las. Por essa razão, é necessário enviar grandes esforços para a capacitação de pessoal qualificado para a pesca oceânica, aí se incluindo pescadores, mestres de convés, geladores e motoristas de pesca, comandantes e patrões de pesca. A instituição de cursos técnicos de pesca nos Centros Federais de Ensino Tecnológico (Cefets) poderia se constituir numa alternativa para a superação desse entrave, em associação à intensificação dos cursos já oferecidos pela Marinha do Brasil para pescadores e aquaviários.

Por fim, a consolidação do Brasil como um país de relevância na pesca oceânica do Atlântico Sul só poderá se concretizar se todo o esforço de avanço pesqueiro for adequadamente calçado pela condução de pesquisas que permitam não apenas gerar as informações biológicas essenciais para a correta avaliação dos estoques explorados – aspecto crucial para a construção de medidas de ordenamento que possam assegurar a sustentabilidade da atividade –, mas também informações técnicas que contribuam para aumentar a competitividade e a eficiência da frota nacional. Considerando que a defesa de qualquer direito só se sustenta quando devidamente amparada pelo adequado cumprimento dos deveres correlatos, pode-se igualmente afirmar que o desenvolvimento de pesquisas científicas sobre os atuns e afins do Atlântico se configura como um importante ativo no processo de negociação, necessário à sustentação das aspirações brasileiras de crescimento de sua participação na pesca desses importantes recursos.

Uma grande dificuldade enfrentada na condução de pesquisas relacionadas aos atuns e afins no país tem sido a falta de uma embarcação de pesquisa, capaz de realizar a pesca oceânica de forma experimental, deficiência esta que deve ser superada com urgência. A aquisição de um barco de pesquisa com esse fim poderia atender, igualmente, outras iniciativas de pesquisa marinha no Brasil, além do treinamento de alunos vocacionados para a pesca e de pescadores profissionais. É importante, nesse sentido, ressaltar que atualmente existem no país quinze cursos de Engenharia de Pesca, nove de Oceanografia e muitos outros de carreiras correlatas, sem que nenhum deles possua embarcação capacitada a operar na área oceânica; na realidade, a quase totalidade desses cursos não possui qualquer barco. Uma embarcação voltada a esse fim poderia ser administrada por uma fundação, dotada da necessária flexibilidade administrativa, a qual atenderia às diversas demandas de pesquisa e treinamento apresentadas por escolas técnicas, universidades e institutos de pesquisa do Brasil.

Figura 4.16 – Evolução da produção nacional dos agulhões negro, branco e vela entre 2000 e 2005.



Finalizando, cabe destacar que as aspirações brasileiras para o crescimento da pesca oceânica não se sustentarão se o país não demonstrar cabalmente a sua capacidade de implementar e fazer cumprir as medidas de ordenamento e conservação adotadas pela ICCAT, aspecto em relação ao qual ainda se faz necessário um considerável progresso, particularmente no que diz respeito à fiscalização da atividade. No caso das capturas de agulhão branco e negro, por exemplo, embora o descarte em alto mar seja obrigatório caso os exemplares capturados se encontrem ainda vivos no momento do em-



barque, além de sua comercialização se encontrar proibida por meio da I.N. nº 12, de 14 de julho de 2005, da Seap-PR (BRASIL, 2005b) –, não há praticamente nenhum controle do poder público sobre a efetiva implementação de tais medidas. Em parte, como consequência desse fato, as capturas de ambas as espécies voltaram a crescer significativamente em 2005, atingindo, respectivamente, 244 e 612 t (Figura 4.16). Tal situação deve ser revista e retificada com a máxima urgência, para que o país possa, definitivamente, se credenciar a ser um dos mais importantes pescadores do Oceano Atlântico.

4.3. Identificação das linhas de pesquisa prioritárias

4.3.1. Pesquisas voltadas ao desenvolvimento sustentável da aqüicultura em águas marinhas, estuarinas e costeiras

As pesquisas voltadas à maricultura devem focar o desenvolvimento sustentável do setor, principalmente no que se refere ao uso de espécies nativas com potencial para cultivo, inclusive para fins de repovoamento, devendo-se privilegiar parcerias com instituições de pesquisa, idealmente em rede, para a implantação de projetos-piloto. As exigências nutricionais das espécies com potencial de cultivo devem ser avaliadas, incentivando-se a produção de rações específicas para as diversas espécies e para as diferentes etapas do seu ciclo vital. Estudos de patologia de organismos aquáticos devem ser conduzidos, de forma a permitir a criação de técnicas terapêuticas e profiláticas voltadas à prevenção e à cura de doenças ao longo de todo o ciclo produtivo. Pesquisas tecnológicas focadas no aprimoramento e na inovação de aparelhos, equipamentos e utensílios de apoio à aqüicultura devem ser incentivadas de forma a promover, principalmente, a expansão da atividade em águas mais profundas, potencialmente mais produtivas e menos impactadas pela ação antrópica. Essas pesquisas deverão ser realizadas de preferência em parceria com a iniciativa privada. É necessário levantar, avaliar, caracterizar e mapear as áreas potencialmente utilizáveis para a atividade de maricultura (zonas costeira e estuarina), levando-se em consideração os diversos fatores de ordem ambiental, ecológica, social, econômica e política necessários para a implementação de parques aquícolas no país. Uma outra prioridade são as investigações que objetivem avaliar o impacto ambiental, incluindo o desenvolvimento de sistemas de monitoramento da água e do meio ambiente afetado pelo cultivo, assim como o potencial de conflito da atividade com outras modalidades de uso das zonas costeiras, como o turismo, os esportes náuticos e a navegação. Por fim, um sistema integrado de informações sobre atividades de maricultura deveria ser criado e implantado, incluindo o cadastramento de todos os agentes e entidades produtivas envolvidas com o setor. As linhas de pesquisas prioritárias podem ser resumidas da maneira que segue:

- Potencial de utilização de espécies nativas para o cultivo;
- Levantamento das áreas potencialmente utilizáveis para a atividade de maricultura;
- Tecnologia de cultivo e sistemas de produção, particularmente voltada ao cultivo em águas profundas;
- Monitoramento, manejo e conservação dos ecossistemas aquáticos cultivados;
- Patologia e sanidade;
- Nutrição e alimentação;
- Reprodução e melhoramento genético;
- Larvicultura e produção de formas jovens;
- Desenvolvimento de programas de repovoamento de recursos pesqueiros;
- Avaliação do impacto sócio-ambiental da maricultura e do potencial de conflito com outras atividades.

Em relação à piscicultura marinha, são necessárias pesquisas para estudar a ictiofauna marinha e estuarina local (beijupirá, camorim/robalo, cioba, dentão, carapeba, tainha, pescada amarela, pargo rosa, etc.), principalmente no que se refere à reprodução, à larvicultura, à alimentação, à engorda, ao crescimento e à tolerância às variáveis ambientais, permitindo avaliar a viabilidade técnica e econômica do seu uso em cultivos. Além dessas espécies, voltadas ao aproveitamento para o consumo como alimento, deve-se ressaltar o potencial de peixes e invertebrados para atender o mercado da aquariofilia, que mobiliza cerca de us\$ 30 milhões por ano e que, no Brasil, constitui mais uma forma de extrativismo pouco desejado nas áreas coralinas. Devem ser estimulados, particularmente, estudos voltados ao desenvolvimento de novas rações de crescimento e engorda e à geração de tecnologias sócio-ambientais corretas para a maricultura, incluindo a implantação de sistemas de cultivo em tanques-rede em mar aberto.

Da mesma forma que para peixes marinhos, a malacocultura deve ser objeto de pesquisas destinadas à obtenção de maiores informações sobre a biologia (reprodução, alimentação, crescimento e tolerância às variáveis ambientais) de espécies nativas com potencial de uso em cultivos, e a viabilidade técnica e econômica dos empreendimentos deve ser tratada de forma prioritária. É necessário, também, desenvolver estudos que avaliem e monitorem a qualidade sanitária dos produtos cultivados, levando-se em consideração as fontes potenciais de poluição (orgânica, industrial e agrícola) existentes nas áreas costeiras e estuarinas das diferentes regiões do país. De forma a permitir a consolidação da cadeia produtiva, é necessário que se criem programas de produção sustentável de sementes de moluscos e seu melhoramento genético. O impacto do cultivo de moluscos sobre o ambiente físico-químico e biótico é outro aspecto que precisa ser avaliado.



Em relação à carcinicultura, fazem-se necessárias investigações que permitam melhor avaliar os impactos sociais e ambientais da atividade, assim como as possibilidades de uso de espécies nativas em cultivo. Essas investigações devem incluir aspectos como a fisioecologia de camarões nativos e silvestres, a metodologia de cultivo de larvas e espécimes jovens, e a indução de alimento natural nos viveiros. Estudos voltados à melhor compreensão de características nutricionais e do comportamento alimentar, aí se inserindo os requerimentos vitamínicos, o controle de doenças, a sanidade e o melhoramento genético dos camarões marinhos atualmente cultivados também são prioritários. A utilização de animais livres de patógenos específicos (SPF) e resistentes a patógenos específicos (SPR) deve ser incentivada, além do aprofundamento de pesquisas sobre a utilização de probióticos nos cultivos. O desenvolvimento de metodologias relacionadas à bio-segurança e ao combate à proliferação de algumas patologias mais agressivas, como a “mancha branca”, deve ser igualmente estimulado. No caso da carcinicultura, e até em função do histórico de conflitos que permeia essa atividade, é crucial que sejam feitos estudos sócio-ambientais para avaliar os impactos reais dos empreendimentos e as possíveis medidas mitigadoras. Pesquisas sobre o ciclo de vida e a reprodução em cativeiro de lagostas – particularmente da família Scyllaridae –, do caranguejo-uçá e do goiamum deveriam ser estimuladas, não só com vistas ao cultivo, mas também, e principalmente, ao repovoamento.

Quanto às algas marinhas, há que priorizar a realização de estudos voltados à obtenção de informações sobre a biologia de espécies nativas com potencial de uso em cultivos, bem como ao desenvolvimento de tecnologias de processamento e aproveitamento industrial de seus produtos e subprodutos. O mapeamento das comunidades que já realizam o extrativismo de algas deve ser realizado de forma consorciada ao mapeamento de áreas propícias ao cultivo. Além disso, investigações sobre modelos apropriados ao gerenciamento dos empreendimentos dos pequenos produtores devem ser apoiadas. Pesquisas voltadas para a implementação de sistemas de cultivos em substratos artificiais devem ser igualmente incentivadas.

No que diz respeito ao repovoamento, pesquisas devem ser conduzidas para viabilizar a produção de juvenis de espécies exploradas comercialmente, cujos estoques se encontrem em estado de sobrepesca, para serem reintroduzidos na natureza, contribuindo, desta forma, para a recuperação dos estoques e o aumento da produção pesqueira. No Brasil, as pescarias realizadas em zonas estuarinas e costeiras deveriam ser consideradas prioridades neste tipo de ação.

No que concerne ao beneficiamento do pescado, deve haver maior preocupação com pesquisas que objetivem diversificar os produtos derivados do pescado cultivado. Ações voltadas a esse fim podem resultar na oferta, aos mercados consumidores interno e externo, de maior diversidade de produtos ainda não disponíveis, com maior valor agregado (embutidos, enlatados, pré-cozidos, ou-

tras formas de pescado fresco e congelado, etc.). Ainda sob essa ótica, também devem ser conduzidos estudos de mercado para estimular o consumo de pescado cultivado no país, facilitando a comercialização desse produto tanto no âmbito nacional quanto no internacional. Deve-se, ainda, incentivar a construção de plantas e equipamentos adequados ao processamento em pequena escala dos produtos da maricultura. É preciso considerar, no entanto, formas de agregar valor sem gerar custos desnecessários, uma vez que o pescado é hoje um produto de preço relativamente alto, devido também às elevadas perdas ocorridas nas várias etapas da cadeia produtiva, especialmente durante a estocagem e a comercialização.

4.3.2. Pesquisas voltadas ao desenvolvimento sustentável da pesca marítima

As ações de pesquisa e capacitação profissional e tecnológica do setor pesqueiro deveriam focar o desenvolvimento e o aprimoramento de métodos de captura voltados ao aumento da produtividade e da eficiência, com redução do impacto ambiental; a transferência de tecnologia ao setor pesqueiro artesanal de forma a capacitá-lo à exploração de novos recursos; a redução da fauna acompanhante; o manuseio e o processamento do pescado a bordo e em terra, possibilitando a redução das perdas e a maior valorização do produto capturado; e os mecanismos de comercialização do pescado, de forma a propiciar a melhoria da qualidade, a redução da intermediação e a agregação de valor. Além disso, teria de levar em conta aspectos mercadológicos que promovam não só a ampliação do acesso e a abertura de novos mercados ao pescado nacional, como o crescimento significativo do consumo e do mercado interno, aspectos cruciais para o fortalecimento do setor pesqueiro e a redução da elevada dependência que este tem das exportações.

Outro aspecto a ser priorizado é o apoio a pesquisas cujo objeto seja o desenvolvimento sustentável do setor, principalmente no que se refere a:

- Geração de dados estatísticos que permitam a quantificação e a caracterização dos locais de desembarque, das embarcações, das artes de pesca e das pescarias, e de dados quantitativos sobre o esforço de pesca e desembarques ao longo de toda a costa brasileira;
- Estimativas do potencial de captura sustentável dos diferentes estoques, assim como do esforço de pesca incidente sobre estes, incluindo o dimensionamento da capacidade pesqueira (número de barcos, capacidade operacional, etc.);
- Obtenção de informações sobre a biologia das principais espécies, com ênfase na reprodução, na alimentação, na idade, no crescimento, na distribuição e na abundância, fornecendo subsídios científicos para o controle e a gestão das pescarias sobre bases sustentáveis do ponto de vista ambiental e ecológico;



- Análise de modelos de gestão pesqueira que incluam, além dos elementos de conservação dos estoques-alvo (quotas de captura, limitação do esforço de pesca, definição da capacidade de pesca, tamanho mínimo de captura, etc.), elementos do ecossistema (impactos sobre espécies capturadas não intencionalmente, degradação dos habitats de fundo, implementação de reservas marinhas e áreas de exclusão de pesca, utilização de recifes artificiais como estratégia de manejo, etc);
- Avaliação dos efeitos da variabilidade climática e oceanográfica, incluindo as diferenças interanuais, sobre a distribuição, a abundância e a capturabilidade dos principais recursos pesqueiros;
- Desenvolvimento e difusão de novas tecnologias de captura que permitam a exploração sustentável de novos estoques, particularmente na região de talude e na área oceânica, diminuindo as capturas da fauna acompanhante e aumentando, ao mesmo tempo, a capturabilidade das espécies-alvo das pescarias;
- Identificação de espécies passíveis de serem utilizadas como isca viva na pesca de bonito listrado;
- Desenvolvimento da pesca do calamar-argentino e de outras espécies, visando ao atendimento do mercado interno de iscas para a pesca de atuns e afins com espinhel;
- Desenvolvimento de técnicas que permitam a melhor manipulação e conservação do pescado a bordo;
- Desenvolvimento de técnicas de beneficiamento, embalagem e conservação do pescado que permitam a agregação de valor ao mesmo, diversificando os produtos pesqueiros e oferecendo ao consumidor produtos ainda não disponíveis no mercado (embutidos, enlatados, pré-cozidos, outras formas de pescado fresco e congelado, resíduos de processamento, etc.);
- Desenvolvimento de novos produtos, como a possível produção industrial de estratos de lipídios ricos em ômega 3 a partir de pescado, para aplicações industriais;
- Análises de mercado para estimular o consumo de pescado no país e facilitar a sua comercialização nos mercados interno e externo, de acordo com a demanda;
- Prospecção pesqueira e experimental sobre recursos ainda pouco ou não explorados, como a anchoíta na Região Sul, o xixarro no Sul/Sudeste, o caranguejo-real e o polvo no Norte/Nordeste, entre outros, a sardinha-laje em toda a costa brasileira, etc;
- Prospecção pesqueira e experimental dos estoques de pequenos peixes pelágicos na plataforma externa, no talude e na região oceânica adjacente à Região Norte;
- Análises socioeconômicas das diversas pescarias existentes no país, incluindo aspectos relacionados ao processo de gestão, ao associativismo, ao cooperativismo, às relações de produção, à segurança no trabalho, etc.

Os trabalhos pioneiros de pesquisa realizados pelo Ibama e pelo programa Revizee devem ser continuados, principalmente a partir da avaliação e do monitoramento dos principais estoques explorados, por meio da coleta de dados biológico-pesqueiros e do acompanhamento estatístico da produção, de forma a subsidiar a gestão do uso dos recursos pesqueiros e a propor medidas de ordenamento da atividade, conforme previsto na ação Revimar. A implantação do programa mencionado deveria partir de um diagnóstico detalhado da atual situação da pesca nacional, incluindo o dimensionamento da frota e das unidades processadoras.

Programas objetivos de pesquisa pesqueira devem ser induzidos pelo governo federal por intermédio de convênios com instituições de pesquisa, para suprir demandas imediatas de ordenamento geradas e processadas, em sua maioria, em comitês de gestão nos quais as decisões são compartilhadas entre governo e setor produtivo (como, por exemplo, CPG/Atuns e Afins; CPG/Demersais – Seap/PR). Ao mesmo tempo, deve-se oferecer o devido apoio ao trabalho que já vem sendo desenvolvido pelos centros de pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Ibama, voltado para estudos de avaliação de recursos pesqueiros em toda a costa brasileira.

Pesquisas que tenham um enfoque ecossistêmico devem ser privilegiadas, dada a sua importância para a implementação de projetos que tenham como objetivo principal estudar as relações entre as principais espécies capturadas, seu hábitat e o equipamento de pesca utilizado para capturá-las, incluindo a influência da pesca na cadeia trófica. No caso da pesca com métodos passivos (espínhel e linha-de-mão, por exemplo), a geração desse tipo de conhecimento torna-se particularmente relevante, pois a capturabilidade da espécie-alvo estará intrinsecamente associada ao seu comportamento em relação à variabilidade ambiental (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido), à sua biologia (hábitos alimentares, reprodução) e ao próprio equipamento de pesca utilizado (tipo de anzol). Alguns tópicos importantes a serem considerados nessa área de conhecimento estão listados abaixo:

- Mapeamento do relevo submarino e de tipos de fundos, e sua associação com recursos pesqueiros;
- Dinâmica das correntes de superfície e efeitos na distribuição de larvas;
- Dinâmica da estrutura termohalina da coluna d'água e da temperatura da superfície do mar;
- Estudos voltados à aplicação do sensoriamento remoto na pesca;
- Estudos do comportamento migratório e do uso do hábitat por meio da utilização de marcas eletrônicas do tipo *pop-up* e de telemetria acústica;
- Estudos de seletividade dos aparelhos de pesca;



- Avaliação da produtividade dos ecossistemas utilizados na pesca, principalmente no que se refere à distribuição espacial e temporal da clorofila;
- Estudos de recrutamento, com base no monitoramento oceanográfico e da abundância de ovos e larvas;
- Utilização de atratores e recifes artificiais para melhorar a produtividade pesqueira e do ambiente e também como instrumento de manejo;
- Utilização de reservas marinhas como instrumento de manejo.

Adicionam-se aos tópicos acima elencados as pesquisas que avaliam o impacto da pesca sobre espécies não-alvo, principalmente aquelas particularmente sensíveis à mortalidade por pesca (aves marinhas, mamíferos marinhos, tartarugas marinhas, elasmobrânquios e outros), bem como sobre ambientes marinhos de reconhecida fragilidade, como áreas de corais profundos e cadeias de montanhas submarinas. Associados a tais pesquisas, levantamentos da relevância ambiental e da viabilidade socioeconômica da implantação de reservas marinhas devem ser priorizados como instrumentos de manejo e conservação pesqueira.

4.4. Infra-estrutura e informação

A capacidade de pesquisa instalada nas regiões Sudeste e Sul atende razoavelmente aos objetivos de desenvolvimento científico e tecnológico. Já no caso das regiões Nordeste e Norte, são necessários investimentos para melhorar essa capacidade, particularmente nos Estados do Maranhão, Pará e Amapá, marcados pela carência de recursos humanos especializados em todas as áreas do conhecimento e de aparelhamento de institutos de pesquisa já existentes e de universidades que desenvolvem trabalhos na área. Existe uma carência de estações experimentais de maricultura, particularmente as voltadas ao cultivo de peixes marinhos. Ademais, as instituições de pesquisa pesqueira e de maricultura devem estar ligadas, idealmente, a programas de pós-graduação e a redes nacionais de pesquisa, de forma a permitir a mútua e permanente cooperação.

A frota brasileira de pesquisa pesqueira é composta de sete embarcações, do Ibama e de outras instituições. Parte delas encontra-se em condições precárias, tendo sido demonstrado, durante a realização do Revizee, que eram inadequadas para a realização de trabalhos em grandes profundidades e áreas oceânicas. O país possui, também, dois navios oceanográficos, que, embora relativamente bem equipados, já têm mais de 30 anos de atividade. Além do mais, há enormes dificuldades para a operação desses barcos devido aos elevados custos e aos procedimentos burocráticos do setor público.

Em termos de infra-estrutura logística, o Brasil necessita urgentemente de um Instituto Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro (INPD). Ele deveria ser dotado de, pelo menos, duas embarcações modernas multi-específicas para a realização de pesquisas sobre os recursos pesqueiros do país, além do treinamento de pescadores, estudantes de Escolas Técnicas de Pesca e alunos dos quinze cursos de Engenharia de Pesca já existentes e de cursos afins, como Oceanografia e Biologia Marinha. O ensino técnico deveria ser reforçado, a partir da criação de novas unidades e do fortalecimento das já existentes, de forma a possibilitar o treinamento de mão-de-obra especializada para a pesca industrial, como patrões de pesca, motoristas, pescadores, geladores, etc.

Considerando que a disponibilidade de informações fidedignas sobre a realidade do setor pesqueiro nacional é condição essencial para o adequado planejamento e ordenamento da pesca, o controle estatístico da atividade pesqueira deveria ser substancialmente melhorado. O Registro Geral da Pesca deve ser continuamente aprimorado e atualizado, com a realização de censos nacionais periódicos, destacando-se o sistema de inscrição e registro dos barcos pesqueiros. Todas as embarcações de pesca oceânica que operem além da plataforma continental deveriam ser dotadas de um sistema com o qual fosse possível o monitoramento por satélite e permitir o embarque de observadores de bordo. Os dados estatísticos relativos à produção pesqueira nacional deveriam ser mais bem acompanhados, ação que deveria ser conduzida no âmbito do Programa Revimar, sucessor do Programa Revizee, já aprovado pela SECIRM. Por intermédio do Revimar, deverá ser estabelecida uma rede de coletores nos principais pontos de desembarque, um controle mais efetivo do Sistema de Mapas de Bordo e o acompanhamento sistemático dos desembarques. Nesse sentido, seria de fundamental importância a criação de um Banco Nacional de Dados Pesqueiros (BNDP), que agregasse todas as informações relativas às diferentes modalidades de pesca existentes no país, principalmente no que se refere às estatísticas de capturas, ao cadastro da frota em operação, ao monitoramento por satélite dessa frota, ao embarque de observadores de bordo, à fiscalização, à legislação em vigor, etc. Essas informações seriam armazenadas, de forma sistemática e contínua, sob a responsabilidade do INPD, permitindo, assim, a disponibilidade dos dados de forma rápida e segura, além de facilitar sobremaneira o acesso a essas informações por autoridades governamentais e instituições de pesquisa. Seria essencial que fosse criado, também, um sistema de apoio às operações de pesca, com a geração de boletins meteorológicos e oceanográficos sobre as condições de mar propícias à atividade.

Destaca-se, por fim, a necessidade de consolidação de um parque pesqueiro dimensionado, estabelecido e adequado às características e às peculiaridades regionais e locais. A percepção atual é de que existe uma carência generalizada de infra-estrutura básica para a operacionalização da atividade, tais como entrepostos e terminais pesqueiros, fábricas de gelo, câmaras de congelamento e estocagem, postos de comercialização, etc. Entretanto, a percepção sobre as reais necessidades regionais e



locais é pequena, o que gerou – e continua a gerar – super e subdimensionamento desses parques. Ou seja, não são todas as comunidades que necessitam dessas estruturas, e comunidades distintas requerem estruturas distintas.

4.5. Questões estruturantes em relação à dimensão do território

A dimensão territorial da pesca pode ser estabelecida com base nas características ambientais das diferentes áreas e na conseqüente distribuição dos recursos. Para que o setor pesqueiro possa se desenvolver de forma otimizada no horizonte temporal considerado no estudo, o território, em termos regionais, deveria seguir uma subdivisão muito próxima à adotada pelo Programa Revizee nas regiões Norte (Oiapoque ao Rio Parnaíba), Nordeste (Rio Parnaíba a Salvador), Central ou Sudeste (Salvador ao Cabo de Santa Marta Grande) e Sul (Cabo de Santa Marta ao Arroio Chuí). A única diferença em relação ao Revizee situa-se na divisa entre as regiões Central e Sul, posicionada no Cabo de São Tomé no programa e no Cabo de Santa Marta Grande no presente caso. As condições sociais, econômicas e ambientais determinam as características da biota nessas regiões, e estão relacionadas aos aspectos sociais e econômicos da atividade pesqueira. Cada uma delas possui recursos pesqueiros e tipos de frota predominantes, bem como populações com características sócio-culturais que apresentam diferenças que determinam, de certa forma, os padrões de pesca utilizados. Estas se refletem em termos de produtividade, tecnologia de pesca empregada, estratégias de produção e sistema organizacional dos diversos segmentos que compõem o setor produtivo. As unidades geográficas de gestão acima mencionadas podem ser caracterizadas pelos aspectos físicos, pelo grau de utilização dos recursos pesqueiros e das espécies associadas, bem como pelos aspectos quali-quantitativos das frotas pesqueiras que nelas atuam. Cabe ressaltar, porém, que em praticamente todas elas atuam também embarcações de outras regiões, dada a mobilidade das frotas e o caráter de livre acesso da pesca. Embora seja comum o estabelecimento de medidas de limitação da entrada de novas unidades de esforço de pesca, seu controle tem sido incipiente, o que leva à sobreexploração dos recursos, denominada, na linguagem do ordenamento, de “tragédia dos comuns”. A confluência desses fatores justifica a caracterização de unidades espaciais cuja gestão seja compartilhada e cujas competências possam ser transferidas para os usuários e/ou grupos de usuários dos recursos.

Em termos estratégicos, a área marinha deveria ainda ser subdividida em litoral (zona costeira, englobando os estuários e a plataforma continental até 20/30 m de profundidade), plataforma continental (mais de 20/30 m), talude e área oceânica. Nesse contexto, o desenvolvimento e a gestão da ativi-

dade pesqueira marinha, principalmente voltada para os recursos de litoral/plataforma e talude, não mais podem ser associados a grandes espaços regionais. Um grande esforço deveria ser feito para a identificação de unidades espaciais de gestão, com uma subdivisão das áreas de pesca em setores de menor escala que a regional, a exemplo do que se faz na grande maioria dos países pesqueiros. Dentro desses setores, o conhecimento específico deveria ser gerado de forma a dimensionar, fomentar e organizar a atividade pesqueira de acordo com as suas características oceanográficas, bioecológicas e socioeconômicas e às suas capacidades específicas. No âmbito da pesca litorânea, por exemplo, a subdivisão em menor escala deveria obedecer às áreas naturais de uso das comunidades pesqueiras artesanais, visando à construção e à implementação de planos de gestão especificamente direcionados a elas.

O elevado grau de poluição a que está submetido o litoral brasileiro, seja de natureza urbana (esgotos domésticos), agrícola (defensivos e fertilizantes) ou industrial (metais pesados, substâncias tóxicas, etc.), associado à destruição de manguezais, matas ciliares, etc., tem resultado em degradação generalizada dos ecossistemas costeiros, o que demanda urgentes ações mitigadoras, uma vez que a estruturação da pesca e da maricultura nas regiões litorâneas depende da qualidade desses ambientes naturais. Outro aspecto relevante é a ordenação da ocupação humana da franja litorânea, principalmente quando associada à especulação imobiliária e à expansão agrícola. Como anteriormente mencionado, tais ações degradantes do meio ambiente podem afetar fortemente a qualidade da água e, por conseqüência, reduzir a produtividade dos ambientes estuarinos e marinhos.

Em relação à maricultura, um exemplo de iniciativa fundamentada nessa concepção são os PLDMs, cuja elaboração vem sendo concebida, nos vários Estados, a partir de um processo participativo e integrado localmente. Cabe aqui destacar que, dada a dimensão territorial do país, em alguns locais as deficiências estruturais e logísticas (energia elétrica, estradas, unidades de beneficiamento e conservação dos produtos pesqueiros) constituem-se em fatores limitantes do desenvolvimento, principalmente da maricultura. O conhecimento atualmente gerado no Brasil evidencia o sobredimensionamento de parques industriais de frio, fábricas de gelo e entrepostos pesqueiros nas regiões Sudeste-Sul, e o subdimensionamento nas demais regiões, com algumas exceções.

Em termos do setor pesqueiro, enfim, o “território” que se pretende construir deve incluir o mar como uma de suas mais importantes dimensões, no qual os espaços estuarino e marítimo possam contribuir com o processo de construção de uma matriz social, econômica e ambientalmente equilibrada, para a inclusão social e o crescimento sustentável.



O estabelecimento de estruturas governamentais para o gerenciamento da atividade pesqueira e aquícola deve se pautar no direcionamento de recursos financeiros compatíveis com a dimensão territorial, sendo desejável que tais recursos sejam utilizados em atividades e ações que respondam, em curto espaço de tempo, às demandas da sociedade. O monitoramento da atividade, portanto, deve passar pela gestão participativa, necessitando de uma estrutura governamental minimamente responsável para estabelecer o elo de ligação entre as administrações central e política (para as tomadas de decisões), as instituições de pesquisa (que aportariam conhecimento e soluções técnico-científicas) e os pescadores (responsáveis pela identificação e priorização de demandas para o desenvolvimento da atividade). Evidentemente, o necessário acompanhamento e a adequada fiscalização da atividade, com a ativa participação dos próprios pescadores, é essencial para permitir os ajustes necessários ao estabelecimento do modelo de gestão pretendido. A estruturação do sistema atual de gerenciamento e administração da atividade pesqueira e aquícola deve ocorrer de forma a minimizar a excessiva atuação do governo na centralização de ações e na tomada de decisões e envolver, ao máximo possível, o setor produtivo no processo de discussão para o estabelecimento de modelos de gestão baseados nas características e peculiaridades locais, regionais e nacionais.

Ainda em relação à dimensão territorial, cabe destacar que, com o propósito de orientar a utilização racional dos recursos na zona costeira de forma a contribuir para elevar a qualidade de vida da população e para a proteção do patrimônio natural, histórico, étnico e cultural, foi instituído, pela Lei nº 7.661/88 (BRASIL, 1988C), o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) no âmbito da CIRM, vinculado à PNRM. O PNGC inclui a execução de várias ações, entre as quais se destacam:

- Plano de Ação Federal para a Zona Costeira;
- Agenda Ambiental Portuária;
- Programa Nacional de Capacitação Ambiental Portuária;
- Projeto Orla;
- Programa *Train-Sea-Coast*.

Também no que tange à dimensão territorial, uma das grandes dificuldades enfrentadas historicamente em relação à inserção do espaço marítimo no planejamento nacional decorre do amplo desconhecimento, por parte de toda a sociedade brasileira, da enorme relevância do mar para o país. Com a finalidade de superar essa deficiência, e no intuito de estimular, por meio de ações planejadas, objetivas e continuadas, a criação de uma mentalidade marítima na população brasileira, consentânea com os interesses nacionais, em setembro de 1997 foi criado pela CIRM o Programa de Mentalidade Marítima, que, com o apoio da Marinha, tem realizado diversas ações em todo o Brasil.

4.6. Potencial do setor pesqueiro para reduzir as desigualdades regionais e promover a desconcentração/ interiorização do processo de desenvolvimento

O desenvolvimento da maricultura, incluindo a malacocultura, a carcinicultura e a piscicultura marinha, poderá promover um forte crescimento no Norte e no Nordeste, que apresentam condições de temperatura e clima bem mais propícias à atividade do que as regiões Sudeste e Sul do país e onde verificou-se avanço significativo da carcinicultura na última década. O grande desafio será equilibrar esse desenvolvimento à sustentabilidade ambiental e social, de forma que a atividade possa promover maior inclusão, e não a exclusão. A difusão e a descentralização desse processo deverão ser intensificadas na medida em que as áreas mais adequadas para o cultivo, que em sua grande maioria se situam fora dos grandes centros urbanos, sejam definidas e consideradas “áreas de preferência” para a implementação de projetos de inclusão social e tecnológica. Nesse caso específico, deve-se buscar a inserção dos pescadores artesanais e de seus familiares em projetos de maricultura de pequena escala, propiciando-lhes novas oportunidades de emprego e renda, com base nos problemas e nas dificuldades mencionados no sub-item 3.1.2 deste capítulo.

Diante das fragilidades existentes na atualidade e da falta de uma política de ordenamento efetiva da atividade, o histórico da legislação criada para organizar o setor pesqueiro como um todo sempre relegou substancialmente a pesca artesanal. Ela é tratada como um apêndice, tanto do ponto de vista social – os pescadores são considerados contingentes de aproveitamentos em defesa da soberania nacional, mas não se garante a sua inserção na sociedade – como do ponto de vista de segmento econômico e produtivo, no qual é colocada à margem das políticas de desenvolvimento adotadas para a pesca industrial. Isto porque o *status* da atividade artesanal nunca foi devidamente respeitado: na verdade, ela foi, por muito tempo, considerada um complemento do segmento industrial.

Assim, no caso da pesca artesanal, desenvolvida prioritariamente nas regiões estuarinas e costeiras (sobre a plataforma continental), o ordenamento mais adequado da atividade poderá conduzir a uma recuperação dos estoques que se encontram majoritariamente sobreexplorados. Já a melhoria da qualidade do pescado, por meio da introdução de técnicas de manuseio e beneficiamento a bordo e em terra, com a conseqüente agregação de valor, poderá melhorar os níveis de emprego e de renda das comunidades pesqueiras artesanais, muitas das quais situam-se as grandes distâncias dos centros urbanos. Tais ações, se adequadamente implementadas e associadas a projetos de maricultura familiar, poderão contribuir significativamente para a manutenção dos pescadores e de outros trabalhadores associados à atividade nas suas comunidades, promovendo e fortalecendo a desconcentração de renda e a interiorização do processo de desenvolvimento.



Ao se ampliar a possibilidade de diminuir as desigualdades regionais e promover o desenvolvimento nas pequenas estruturas comunitárias litorâneas, há que se garantir a atividade pesqueira artesanal como segmento prioritário na ocupação efetiva do mar brasileiro, sendo impreterível fortalecer a conscientização e a participação dos pescadores, que, por óbvio, são os agentes que detêm maior conhecimento da atividade pesqueira. Uma vez imbuídos da consciência de promover o desenvolvimento por meio de ações de monitoramento (gerenciamento e fiscalização), esses agentes sentir-se-iam valorizados e responsáveis pelo aporte das medidas de ordenamento e do seu cumprimento. Ações dessa natureza possibilitariam, igualmente, ampliar relacionamentos intra e intercomunidades pesqueiras, pois não há como deixar de considerar que, mesmo enfatizando as peculiaridades e características locais, os recursos sob exploração são compartilhados entre comunidades próximas, e mesmo entre comunidades pesqueiras de Estados vizinhos, as quais se veriam obrigadas a discutir idéias e propostas para o monitoramento conjunto.

Em relação à pesca industrial realizada no talude e na área oceânica (alto mar), o crescimento terá de se dar, necessariamente, a partir dos grandes centros urbanos, nos quais as condições logísticas e de infra-estrutura permitem o desenvolvimento da atividade, que, assim, pouco contribuirá para a redução das desigualdades regionais brasileiras ou para a desconcentração/interiorização do processo de desenvolvimento. No entanto, no caso específico da pesca de atuns e afins com espinhel, será possível, também, promover maior desenvolvimento das regiões Norte e Nordeste, que estão próximas das principais áreas de pesca das espécies de elevado valor comercial e, portanto, bem mais propícias ao desenvolvimento da atividade do que as regiões Sudeste e Sul do país, contribuindo sobremaneira para reduzir as desigualdades regionais. Além disso, conforme mencionado no item 4.3, a expansão dessa atividade poderá contribuir para promover a geração de emprego e renda para o setor artesanal, absorvendo a mão-de-obra já nele engajada (pescadores profissionais) no processo de consolidação de uma frota pesqueira oceânica nacional.

4.7. Estrutura institucional

Os órgãos governamentais gestores da pesca no Brasil têm sido incapazes de formular, estabelecer e aplicar uma política pesqueira capaz de conduzir de forma satisfatória os legítimos interesses do setor. Tal incapacidade decorre diretamente da estrutura institucional equivocada, que compreende três órgãos federais responsáveis pela atividade – Ibama, Seap/PR e Mapa – que não têm qualquer sintonia ou coerência entre si. A linha imaginária estabelecida para separar de forma artificial as ações dos dois primeiros entre recursos sobreexplorados e subexplorados criou uma situação que tem dificultado ainda mais a difícil missão da gestão dos recursos pesqueiros. Nem o Ibama nem

a Seap/PR compreenderam que a missão de um é complementar a do outro. Enquanto o primeiro tem como atribuição principal garantir a sustentabilidade biológica dos recursos, ficando com a responsabilidade de regulamentar e fiscalizar, a Seap/PR deveria ter se dedicado à sustentabilidade econômica e à promoção da justiça social no setor. Talvez a influência política e a disputa de competências tenham levado a essa atuação tão conflitante entre os órgãos.

A Seap/PR, por outro lado, na qualidade de órgão especial ligado à Presidência da República, não possui uma estrutura descentralizada formalmente constituída e nem sequer um quadro de pessoal permanente, sendo dotada apenas de cargos de assessoramento superior (DAS) e de pessoal terceirizado preenchidos por critérios políticos, salvo raras exceções. Essa situação limita a capacidade operativa do órgão na sua missão de registro e permissionamento da frota, dos pescadores e da indústria pesqueira, além da geração das estatísticas básicas da pesca, indicadores essenciais para o bom processo de gestão dos recursos. Além disso, é necessário fortalecer o sistema de assistência técnica Ater, para garantir a transferência de tecnologia e de conhecimento ao setor produtivo e promover o desenvolvimento sustentável.

Diante do exposto, conclui-se que a estrutura institucional deveria ser unificada em torno de um único órgão, dotado da estrutura necessária à consecução de uma política pesqueira única para o país. Uma alternativa seria a elevação da atual Seap/PR ao *status* de Ministério de Aqüicultura e Pesca, com infra-estrutura para atender a todas as demandas da pesca e da maricultura, porém com orientação mais técnica e menos política, atuando em sinergia com os diversos órgãos federais que possuem interfaces com a pesca, como a Marinha, os ministérios da Educação, da Ciência e Tecnologia, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, das Relações Exteriores, etc. Além disso, a realidade nacional e o histórico institucional da pesca e aqüicultura indicam que é fundamental a criação de um Instituto Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro, conforme anteriormente mencionado. Numa estrutura como essa, seria até aceitável que a fiscalização – e somente essa atividade – ficasse a cargo do Ibama.

Por fim, o setor teria de ser pautado por um Plano de Desenvolvimento Pesqueiro, como já ocorreu em outras épocas. O processo de articulação interministerial, por sua vez – não só em relação aos recursos vivos do mar, mas a todos os demais, incluindo os recursos não vivos, como turismo, etc. – deveria caber à CIRN, que já dispõe dessa missão e prerrogativa, sendo contudo necessário e urgente, para o pleno e adequado cumprimento de sua finalidade, que seja consideravelmente fortalecida política e estruturalmente.



4.8. Horizonte temporal

A dificuldade em situar o desenvolvimento da pesca marinha num horizonte temporal – seja ele de quatro ou de 21 anos – está intrinsecamente associada ao histórico e ao atual estado de desenvolvimento pesqueiro do país, marcado pela absoluta falta de projetos de planejamento, crescimento e sustentabilidade da atividade, tanto por parte do poder público como do setor produtivo. Esse diagnóstico evidencia que, assim como no resto do mundo, o ordenamento pesqueiro no Brasil fracassou, comprometendo a sustentabilidade biológica dos recursos e a viabilidade econômica da atividade, por razões comuns aos demais países: controle insatisfatório da limitação do acesso aos recursos; aumento de intensidade da exploração pesqueira devido à crescente melhoria da eficiência tecnológica, que não é compensada pela correspondente redução do esforço de pesca; padrões de pesca predatórios; pouca acuidade dos métodos de avaliação dos recursos; fiscalização insuficiente da aplicação das medidas de ordenamento e conservação, etc.

O ciclo fortemente desenvolvimentista da gestão pesqueira na década de 1970 caracterizou-se por uma visão sobredimensionada do crescimento, que não se sustentou sequer por uma década. Já o ciclo conservacionista do processo de gestão, que prevaleceu na década de 1990, foi marcado pela preocupação em administrar a crise ambiental decorrente, em grande parte, do ciclo anterior, mas deixou à margem as perspectivas e metas para o desenvolvimento futuro. Como resultado o setor pesqueiro, mesmo o industrializado, tornou-se imediatista e não habituado a planejar o desempenho da atividade. Portanto, para a recuperação do setor em curto, médio e longo prazos, a palavra de ordem no ordenamento pesqueiro do país, tanto em termos biológicos como econômicos, deverá ser: “recuperação da sustentabilidade”. Nesse sentido, é fundamental rever as ações governamentais de estímulo ao setor, muitas das quais têm se caracterizado por intervenções desastrosas, em geral sob a forma de subsídios que mascaram os custos efetivos da atividade e levam à sobreexploração dos recursos. Existe, porém, a possibilidade de desenvolvimento da pesca oceânica, principalmente aquela voltada para a captura de atuns e afins, embora seja necessário ressaltar que tais recursos também estão intensamente explorados no âmbito mundial, de forma que o aumento das capturas brasileiras terá que se dar a partir da ocupação de espaços hoje explorados por frotas de outros países.

É possível que o momento presente represente um “ponto de inflexão” no desenvolvimento da atividade pesqueira no país, cuja realidade é hoje tão distante daquela da década de 1970 (um outro ponto de inflexão) quanto da década de 1990. Entretanto, para que esse momento de transição conduza o setor pesqueiro a bom termo, faz-se necessária uma nova mudança de paradigma, uma reestruturação radical de conceitos e práticas de gestão pesqueira que seja capaz de promover o

desenvolvimento do setor sem, ao mesmo tempo, comprometer a sua sustentabilidade ambiental, ecológica, social e econômica. A estratégia a adotar para manter a sustentabilidade das pescarias passa inicialmente por um monitoramento efetivo, que permita compreender a dinâmica da atividade, o comportamento e as necessidades dos diversos grupos de interesse. Novos paradigmas também devem ser considerados, uma vez que aqueles utilizados atualmente demonstraram ser de difícil aplicação, gerando conflitos entre os diversos segmentos que compõem a atividade. É preciso, ainda, considerar a amplitude dos benefícios sociais gerados pela pesca. Não há dúvidas, por exemplo, de que as pescarias artesanais e de pequena escala, em comparação com as pescarias industriais, geram mais empregos e menor impacto ambiental, além de muitas outras vantagens que devem ser consideradas em qualquer exercício de ordenamento. Definir padrões de pesca de baixo impacto ambiental, em vez de acesso limitado, talvez seja uma forma mais efetiva e democrática de regulamentar o exercício da atividade. Áreas protegidas, tamanhos mínimos de captura, utilização de aparelhos de pesca de menor impacto ambiental são medidas que devem ser consideradas e estabelecidas no país, principalmente em função das características sociais, econômicas e culturais das comunidades pesqueiras.

Os estímulos governamentais, por sua vez, têm que estar orientados para o desenvolvimento sustentável e para a maximização do aproveitamento dos recursos, tendo em vista a segurança alimentar da população, seja por intermédio da oferta direta dos produtos, seja pela geração de empregos e renda por meio da exportação de recursos de elevado valor comercial que tragam maior retorno de benefícios às comunidades. Assim, o mercado também deve ser visto como um balizador do exercício da atividade. À medida que cresce a consciência mundial sobre a necessidade de preservação da natureza, os mercados ficam mais seletivos em relação aos produtos pesqueiros. A certificação de pescarias responsáveis será cada vez mais um instrumento de limitação de acesso aos mercados consumidores de produtos obtidos a partir de padrões de pesca predatórios.

Assim, até 2015 os esforços de pesquisa deveriam se concentrar intensamente na definição de estratégias necessárias para essa reestruturação (como? quando? onde? quem?). Até 2022, por sua vez, os esforços deveriam ser direcionados para a implementação de novos modelos de gestão, enquanto que, entre 2022 e 2027, as prioridades deveriam ser o monitoramento, a reavaliação, o aperfeiçoamento e, se necessário, o redirecionamento dos modelos adotados.

Cabe ressaltar que, no horizonte definido pelos quatro marcos temporais (2007, 2015, 2022 e 2027), existe a premissa básica de implementação de um processo contínuo, sistemático e duradouro de gestão participativa da atividade. Como abordado no texto, não se pode mais pensar em desenvolvimento do setor pesqueiro sem o estabelecimento de uma política de gestão compartilhada para o



seu ordenamento, visando à sustentabilidade simultânea e interdependente dos recursos pesqueiros e da atividade. Nesse sentido, deve-se compreender que o setor pesqueiro necessita de ações tão imediatas quanto duradouras. Esse processo deve ser entendido como inerente ao planejamento das ações governamentais e incorporado às atividades do setor produtivo e das instituições de ensino e pesquisa a partir de uma gestão participativa cujos objetivos incluam a sustentabilidade biológica, social e econômica; a conservação de recursos e do hábitat natural; a preservação cultural; e a promoção de uma administração local dinâmica. Em paralelo, deve ser implementada uma sistemática participativa de coleta de informações e acompanhamento dos desembarques da pesca industrial, artesanal e de pequena escala, com amplitude temporal de cinco anos, que permita a realização inicial de um diagnóstico para acessar, avaliar e monitorar o estado social e econômico da atividade, e o estado biológico dos recursos. Por fim, o estabelecimento de uma política de desenvolvimento do setor pesqueiro de médio e longo prazo deve primar pela condução de estudos e pesquisas que possibilitem a elaboração e a execução de projetos estruturadores (entrepósitos e terminais pesqueiros, fabricas de gelo, câmaras de congelamento e estocagem, postos de comercialização, etc.), de acordo com as características e peculiaridades regionais e locais, sempre levando em consideração a dimensão territorial definida no plano executivo.

A tendência da pesca como atividade geradora de alimentos deverá se submeter, cada vez mais, a uma nova ótica comercial, pautada por qualidade, sanidade, bio-segurança, biodiversidade e sustentabilidade ambiental, diretrizes estas que, muito além de meros objetivos definidos pelo Estado, tornar-se-ão, cada vez mais, um fator de competitividade delimitador das relações de comércio, que definirá o futuro da atividade.

A consolidação de um sistema de gestão participativa será o fato inovador que aportará, ao futuro dos segmentos da pesca marítima e da maricultura, a possibilidade de garantir a sua sustentabilidade com a real participação dos pescadores e aqüicultores em todo o processo de decisão e na implementação de políticas, programas e projetos. Em alguns países, essa participação tem sido decisiva na manutenção dos estoques pesqueiros em níveis sustentáveis, a exemplo dos acordos de pesca que têm tido sucesso na C.E., assim como em outros segmentos econômicos, inclusive no Brasil.

As ações que permitirão viabilizar a estratégia proposta devem estar voltadas para alguns focos principais, considerando as prioridades dentro de cada dimensão territorial, a saber:

- Geração de informações que permitam o adequado monitoramento das atividades pesqueiras;
- Desenvolvimento e aplicação de tecnologias de captura de baixo impacto ambiental;

- Estabelecimento de medidas de regulamentação das pescarias a partir de novos paradigmas;
- Maximização do aproveitamento dos produtos da pesca, reduzindo ou eliminando desperdícios;
- Promoção de gestão participativa da exploração dos recursos pesqueiros, levando em conta os conhecimentos tradicionais dos pescadores e das comunidades pesqueiras;
- Promoção de uma apropriação mais justa e ampla dos benefícios gerados pela atividade pesqueira por meio de projetos de desenvolvimento integrados e elaborados com a participação das comunidades pesqueiras.

De forma mais específica, em relação aos horizontes temporais definidos, seguem algumas ações/perspectivas necessárias à consecução do planejamento aqui descrito.

Horizonte temporal de 2007

- Elaboração do VII Plano Setorial para os Recursos do Mar (VII PSRM), à luz dos resultados obtidos pelo Programa Revizee, pelo PNGC, pelo Programa Nacional de Mentalidade Marítima (Promar) e pelo Programa de Uso e Apropriação dos Recursos Costeiros (Recos – Instituto do Milênio), entre outros. O VII PSRM deverá ser o principal documento balizador das ações voltadas aos recursos vivos do mar para o período 2008-2011;
- Gestão integrada dos recursos pesqueiros, sob o comando de um único órgão com atribuições institucionais e estrutura compatíveis com tal finalidade;
- Avaliação da legislação pesqueira em vigor e proposição de adequações com vistas a sistematizar, racionalizar e modernizar o marco legal da pesca;
- Consolidação do Programa Nacional de Observadores de Bordo da Frota Pesqueira (Pro-bordo) e do Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (Preps);
- Levantamento detalhado do setor pesqueiro e de maricultura, incluindo os aspectos ambientais, estruturais e socioeconômicos;
- Mapeamento e diagnóstico da infra-estrutura básica, logística e de apoio à operação das frotas pesqueiras (entrepósitos e terminais pesqueiros, fábricas de gelo, câmaras de congelamento e estocagem, postos de comercialização, etc.), de acordo com as características e peculiaridades regionais e locais – em especial àquelas de pequeno e médio portes – ; e elaboração de um plano de implantação de infra-estrutura que contemple os aspectos de abastecimento das frotas e desembarque do pescado;
- Realização de um diagnóstico do setor secundário (processamento e conservação) e terciário (comercialização) da pesca, com vistas à elaboração de um plano de implan-



tação de infra-estrutura adequada, que permita eliminar perdas e valorizar os produtos pesqueiros;

- Avaliação crítica dos atuais sistemas de coleta de dados primários das atividades de pesca e maricultura em todo o território nacional, levando-se em conta a abrangência, a eficiência e o tempo de resposta;
- Avaliação crítica dos atuais sistemas de fiscalização das atividades de pesca e maricultura em todo o país, levando-se em conta a abrangência, eficiência e efetividade do cumprimento das normas estabelecidas, e
- Elaboração e proposição de um modelo renovado de gestão da pesca e da maricultura no país, com ênfase nos sistemas de permissionamento, registro e planos de manejo dos recursos pesqueiros, em consonância com o estado atual dessas atividades.

Horizonte temporal de 2015

- Implementação do novo modelo de gestão para a pesca e a maricultura, o qual deverá incorporar uma legislação normativa moderna, clara e bem organizada para a pesca e a aquicultura marinhas, que não somente traga estabilidade aos produtores e demais agentes sociais envolvidos, mas facilite o acesso de novos agentes produtivos;
- Implementação de um plano de fiscalização estruturado da pesca, contemplando meios logísticos e recursos humanos em quantidade e qualidade adequados, com a participação efetiva das comunidades pesqueiras e da sociedade em geral, que assegure a atuação eficiente no combate à pesca clandestina e predatória;
- Geração de uma base de dados primários robusta, a partir de um diagnóstico inicial, com informações a respeito: (i) da dinâmica da pesca; (ii) da dinâmica das frotas; (iii) da sazonalidade dos recursos; (iv) das estimativas e da composição de captura; (v) dos índices de captura (CPUEs); (vi) da valoração monetária de seus produtos e subprodutos; (vii) da cadeia produtiva; (viii) da fauna acompanhante, etc. Essa base de dados deverá incluir cadastros de produtores e meios de produção em todo o território nacional, tanto da pesca quanto da aquicultura;
- Integração, ampliação e fortalecimento dos programas de geração de dados estatísticos da pesca hoje em execução a partir da implementação de um sistema contínuo de coleta e análise de dados estatísticos. Esses dados devem alimentar a base de dados com informações sobre todos os aspectos relacionados à atividade pesqueira necessários ao planejamento e ao desenvolvimento do setor – incluindo os componentes socioeconômico e cultural –, bem como informações sobre os segmentos secundário (processamento) e terciário (comercialização) da atividade, além do setor primário (produção de matéria-prima), tornando-a confiável e acessível em qualquer ponto do país;
- Implantação e modernização de estruturas de desembarque de pescado (terminais pes-

queiros públicos, trapiches, entrepostos) nas regiões de maior concentração de pescadores e embarcações pesqueiras, e implementação de uma Rede de Terminais Pesqueiros e Entrepostos de Pescado estruturados que atendam às demandas do setor;

- Criação e/ou melhoramento de protocolos de abastecimento (insumos), manuseio, descarga e armazenamento de pescado, resguardando as regionalidades;
- Implantação de um programa de capacitação e qualificação profissional, incluindo a inserção, no sistema de educação brasileiro, de carreiras técnicas profissionais e científicas que permitam formar os profissionais, trabalhadores e executivos de que o setor necessita;
- Estabelecimento de um sistema de assistência técnica e extensão pesqueira atuante;
- Criação de mecanismos de financiamento de pesquisa organizados de forma a gerar respostas de interesse direto para o desenvolvimento das diversas cadeias produtivas e para o atendimento das demandas sociais, mantendo e ampliando editais para grandes projetos;
- Elaboração e implementação de um plano de fortalecimento das instituições de pesquisa do país, incluindo um programa de formação e capacitação de recursos humanos na área de ciência e tecnologia;
- Geração de novas tecnologias de pesca, de apoio à pesca e à navegação, de conservação do pescado a bordo e de construção naval alicerçadas na sustentabilidade biológica, social e econômica da atividade;
- Realização de estudos para desenvolver e/ou adaptar tecnologias de captura de baixo impacto ambiental, com ênfase inicial nas tecnologias de arrasto de camarões e peixes, com vistas a reduzir os impactos negativos sobre os recursos capturados de forma incidental (fauna acompanhante) e sobre o meio ambiente;
- Desenvolvimento e/ou adaptação de tecnologias para maximizar o aproveitamento dos produtos pesqueiros, com ênfase inicial na melhor utilização de capturas incidentais que compõem a fauna acompanhante das pescarias de arrasto;
- Realização de estudos sobre o desempenho econômico das operações das principais fro-
tas industriais e de pequena escala (artesanal), procurando identificar formas de garantir a viabilidade econômica das pescarias sem comprometer a sustentabilidade socioeconômica nem a sustentabilidade biológica dos recursos;
- Desenvolvimento de pesquisas voltadas à implementação de alternativas tecnológicas que promovam a redução do esforço de pesca a partir da diversificação das atividades pesqueiras tradicionais, minimizando os seus impactos sociais e econômicos;
- Integração, ampliação e fortalecimento dos programas de avaliação dos recursos pesqueiros em exploração hoje em execução, de forma a se obterem elementos para diagnosticar, com maior acuidade e rapidez, o estado de exploração dos mesmos, aí se incluindo estudos sobre os recursos explorados pela pesca artesanal e de pequena escala;



- Realização de diagnósticos sobre as pescarias de produtos tipicamente destinados à exportação (por exemplo, camarão e lagosta), para identificar os problemas a serem corrigidos e viabilizar a certificação internacional dessas pescarias;
- Desenvolvimento de estudos e pesquisas de incentivo ao associativismo e cooperativismo;
- Implantação de programas de educação e conscientização das comunidades pesqueiras – e da sociedade em geral – sobre a importância da utilização sustentável dos recursos pesqueiros e das atitudes a serem adotadas com esse fim;
- Elaboração de diagnóstico sobre as condições de segurança no exercício das diversas etapas da atividade pesqueira, com prioridade para os segmentos de captura e processamento, com base no qual seja possível adotar medidas voltadas à promoção da segurança do trabalho na pesca;
- Modernização e redimensionamento da frota pesqueira voltada à pesca costeira;
- Consolidação de uma frota para a pesca oceânica, com o objetivo de capturar atuns e afins, capaz de atuar na ZEE e em águas internacionais adjacentes, por meio de incentivos à aquisição de barcos usados disponíveis em outros países, via nacionalização ou importação, e da construção de terminais pesqueiros adequados ao manuseio e à estocagem desse tipo de pescaria;
- Elaboração e implementação, em todo o país, de planos locais para desenvolvimento da maricultura, com zoneamento de áreas propícias e adequadas ao cultivo de organismos marinhos claramente definido.

Horizonte temporal de 2022

- Validação, fortalecimento e monitoramento do novo modelo de gestão para a pesca e a maricultura no Brasil, e as principais ações elencadas no horizonte temporal de 2015;
- Aperfeiçoamento do processo de gestão do setor, fundamentado no melhor conhecimento científico e tecnológico disponível;
- Principais pescarias costeiras, que hoje em dia se encontram sobreexplotadas, sobrecapitalizadas e com nível limitado de incorporação de tecnologia, recuperadas e reestruturadas, com redução significativa do esforço de pesca atualmente incidente sobre os estoques sobreexplotados;
- Consolidação de uma estrutura de pesquisa coordenada por um órgão de caráter nacional (Instituto Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro) voltado ao desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias inovadoras no campo da genética, da biologia, da oceanografia pesqueira, da biotecnologia, da engenharia de produção e do cultivo de organismos aquáticos, incluindo a avaliação sistemática dos recursos pesqueiros sob exploração;

- Otimização e viabilização de infra-estrutura básica (entrepostos e terminais pesqueiros, fábricas de gelo, câmaras de congelamento e estocagem, postos de comercialização, etc.), de acordo com metodologia definida no horizonte temporal de 2015;
- Consolidação de um sistema integrado de estatística pesqueira que possibilite acessar, avaliar e monitorar, em bases reais, a cadeia produtiva da pesca e da aquicultura, incluindo informações e dados estatísticos dos segmentos primário, secundário e terciário integrados numa base de dados georeferenciados, com um Sistema de Informações Geográficas (SIG): o Banco Nacional de Dados Pesqueiros (BNDP);
- Consolidação da organização de empresários, trabalhadores e demais agentes do setor pesqueiro. Capacitação dos representantes das organizações sociais (associações, colônias, cooperativas e sindicatos), de forma que estas se configurem como interlocutoras válidas de seus representados, facilitando os processos de negociação, planejamento e tomada de decisões relativas ao setor;
- Minoração significativa dos efeitos negativos da pesca incidental, com forte redução da captura da fauna acompanhante e otimização de sua utilização;
- Consolidação dos planos locais para o desenvolvimento da maricultura, com o cultivo de organismos marinhos respondendo por uma parcela crescente da produção pesqueira nacional.

Horizonte temporal de 2027

- Validação, fortalecimento e monitoramento das ações elencadas nos horizontes temporais de 2015 e 2022;
- Consolidação do setor pesqueiro, alicerçado sobre uma base produtiva social, econômica e ambientalmente sustentável, realizando a exploração pesqueira plena e adequadamente ordenada, com base em modernos instrumentos de gestão, transparentes e participativos, incluindo a utilização de áreas marinhas protegidas e dotadas de estrutura de fiscalização ágil e eficiente;
- Consolidação de três a quatro grandes zonas portuárias (no centro-sul, nordeste e norte do país) logisticamente integradas, a partir das quais operará uma moderna frota de barcos pesqueiros oceânicos de grande nível tecnológico e competitividade;
- Consolidação das fazendas de maricultura ao longo de toda a costa brasileira, que se desenvolvem de forma sustentável, com a geração de divisas a partir do cultivo de espécies de grande valor de exportação, assim como de alimentação, emprego e renda para as comunidades locais, a partir do cultivo de espécies de grande aceitação no mercado interno;
- Consolidação do consumo interno *per capita* de pescado, situado em torno de 20kg/hab/ano;



- Consolidação de um parque nacional pesqueiro e aquícola que garanta a ocupação efetiva do mar brasileiro e a ampliação, de forma racional e sustentável, da presença nacional no Atlântico Sul e Equatorial nos planos regional, nacional e internacional.

4.9. Fatos portadores de futuro

Os recursos do mar, incluindo aqueles cultivados no ambiente marinho, deverão, em grande parte, contribuir para a nutrição da crescente população mundial. A FAO estima que a ampliação da produção mundial de pescado, mesmo considerando-se o forte crescimento observado na aquicultura, deverá ficar abaixo da taxa de crescimento populacional. O Brasil deve reconhecer o seu extenso espaço marítimo e incorporá-lo em seus planos futuros de atendimento à demanda alimentar de sua população. Deve ser ressaltado que essa demanda não se limita ao volume de alimento potencialmente gerado no mar, mas também à qualidade desse alimento, cada vez mais associado à vida saudável e à prevenção de doenças cardiovasculares responsáveis pela maior parcela da mortalidade humana na atualidade. Nesse contexto, estudos sobre a biodiversidade e sua ação sobre os ciclos de nutrientes, bem como o potencial bioquímico e farmacológico dos organismos marinhos, adquirirão importância crescente. Por outro lado, a demanda cada vez maior resultará, inexoravelmente, no acirramento dos problemas ambientais já enfrentados pela atividade pesqueira.

O final do Século 20 e o início do Século 21 têm marcado uma nova era de conscientização ecológica no planeta. Essa conscientização tem se refletido internacionalmente nas esferas pública e privada. Os recentes acordos internacionais sobre o meio ambiente e sobre a atividade pesqueira, ratificados pelo governo brasileiro, têm formalizado uma preocupação específica com o futuro dos oceanos, estabelecendo planos de metas para a redução global do esforço pesqueiro, a minimização dos impactos sobre organismos sensíveis dos oceanos e habitats marinhos como um todo, e a criação de áreas marinhas protegidas do impacto humano, entre outros. Além da própria Convenção das Nações Unidas para o Direito do Mar e do Acordo para Implementação das Provisões da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, de 10 de dezembro de 1982 (ONU, 1982), em Relação à Conservação e ao Manejo dos Estoques de Peixes Transzonais e Estoques de Peixes Altamente Migratórios (Acordo de Nova Iorque), merecem particular destaque os acordos construídos no âmbito do Comitê de Pesca da FAO, incluindo o Código de Conduta para a Pesca Responsável e os Planos Internacionais de Ação para o Manejo da Capacidade Pesqueira, para o Manejo da Pesca de Tubarões, para a Redução da Captura Incidental de Aves Marinhas na Pesca de Espinhel e para Prevenir, Deter e Eliminar a Pesca Ilegal, Não Reportada e Não Regulada, conforme detalhado no item 3.2.1.

Tudo indica que essa preocupação deverá se intensificar ainda mais nos próximos anos, podendo influenciar fortemente as relações comerciais entre as nações. No passado, algumas questões am-

bientais globais moveram fortemente o setor pesqueiro, levando-o a estabelecer práticas que permitissem a sua certificação e, conseqüentemente, o seu acesso ao mercado internacional. É o caso do selo *dolphin safe*, associado à comercialização dos produtos derivados da pesca de atuns. No futuro próximo, as pressões ambientalistas deverão se intensificar e se ampliar. Hoje voltadas mais para quelônios, aves e mamíferos, deverão passar a incidir sobre as espécies comerciais de pescado em geral. Na atualidade, vários países já vêm adotando políticas de comércio vinculadas à certificação de “sustentabilidade” das pescarias, que garantam a origem “ecologicamente correta” dos produtos comercializados no mercado internacional. Essas políticas têm gerado processos de “certificação” de pescarias no mundo todo, a partir dos quais empresas produtoras tanto podem ter o acesso ao mercado internacional facilitado como dificultado. Associações de consumidores já estão sendo formadas em todo o mundo, e as restrições sobre a utilização de pescado capturado de forma predatória já começam a influenciar decisivamente as tendências de mercado. Por outro lado, o mercado também começa a mostrar grande preocupação com a sustentabilidade da oferta de produtos pesqueiros. Diante dessa perspectiva, deve-se prever, mesmo num futuro próximo, que selos de certificação de sustentabilidade pesqueira passem a ser amplamente utilizados, definindo, em grande medida, o potencial de participação do país no mercado internacional a partir da eficiência dos seus mecanismos internos de ordenamento pesqueiro. Esse quadro reforça grandemente a urgência de se estabelecerem instrumentos de gestão eficientes da atividade pesqueira, plenamente capazes de assegurar a sustentabilidade dos estoques explorados. Esse aspecto será fundamental para a continuidade de algumas pescarias, particularmente aquelas voltadas a produtos de exportação, como é o caso do camarão-rosa, do pargo-rosa e da lagosta nas regiões Norte e Nordeste, além dos demersais de profundidade nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Sem dúvida, os aspectos de sustentabilidade das espécies pesqueiras e do meio ambiente marinho adquirirão importância cada vez maior, com conseqüentes dificuldades para os produtores e países que se descuidarem dessa macrotendência, que, mais cedo ou mais tarde, refletir-se-á na certificação das pescarias “ecologicamente responsáveis”. A julgar pelos problemas da gestão pesqueira nacional apontados neste relatório, e pelo grande número de estoques sobreexplorados ou em processo iminente de sobreexploração, essa preocupação ambiental deve ser uma prioridade para garantir o desenvolvimento da pesca no futuro. Nesse intuito, medidas de conservação deverão, cada vez mais, combinar estratégias de áreas protegidas e de utensílios de pesca mais seletivos, de modo a combater a sobreexploração.

Certamente, além das questões de sobreexploração, é preciso considerar que a tendência de ocupação desordenada do ambiente costeiro e a poluição antrópica devem se agravar, com conseqüências danosas não apenas para os recursos pesqueiros estuarinos e litorâneos, mas também para recursos da zona costeira como a lagosta, camarão e muitas espécies de peixes que passam parte do seu ciclo de vida nos mangues, nas reentrâncias, nas baías e em outros ambientes costeiros.



Outra preocupação concreta que envolve o futuro do planeta e tem reflexos concretos nos sistemas marinhos e costeiros e seus respectivos usos é o aquecimento global em curso. Previsões recentes apontam para um aquecimento de até 6°C na temperatura média da Terra até o final do século, o que deve trazer conseqüências importantes na ecologia dos ambientes marinhos advindas do aquecimento da água superficial e também no processo de elevação do nível do mar, que deve se acelerar, atingindo entre 30 e 50 cm ao longo deste século. Além da elevação da temperatura do planeta, outra conseqüência direta do aumento na concentração do dióxido de carbono na atmosfera será a acidificação da água do mar pelo aumento da concentração do ácido carbônico. O nível desse impacto e, principalmente, os seus efeitos na biota marinha, ainda não foram devidamente avaliados, mas é provável que tenha dimensões próximas aos da elevação da temperatura.

Globalmente, os efeitos do aquecimento sobre os ambientes marinhos e costeiros podem resultar em algumas implicações gerais sobre a maricultura e a pesca. O Quadro 4.5, adaptado do *The World Fish Center Policy Brie*, embora considere um horizonte temporal de aproximadamente cem anos, serve como indicador de cenários extremos associados à mudança climática em curso, os quais teriam implicações diretas na atividade de pesca e aqüicultura.

Embora não existam análises concretas sobre essas implicações na costa brasileira, sabe-se que o Brasil e outros países de regiões tropicais devem ser os mais atingidos pelos efeitos do aquecimento global. No caso das duas principais atividades de maricultura do país – os moluscos no Sudeste e Sul e os crustáceos no Nordeste –, diferentes efeitos podem ser objeto de especulação no momento. Espécies como o mexilhão *Perna perna*, nativo de águas brasileiras e principal responsável pela produção no sul do Brasil, poderão apresentar uma elevação nas taxas de crescimento, assim como um prolongamento das estações reprodutivas, já que atualmente apenas nos meses de inverno a espécie não desova. Reação oposta pode ser projetada para o cultivo da ostra japonesa *Crassostrea gigas*, oriunda de mares temperados e que estaria sendo cultivada no Brasil em níveis próximos dos limites de tolerância térmica da espécie. Em ambos os casos, no entanto, o incremento de produtividade primária em conseqüência do aumento de temperatura superficial da água poderia ser um fator de alteração das taxas de crescimento, mortalidade e reprodução. No caso da carcinicultura, concentrada nas planícies costeiras da região Nordeste, o maior risco é o aumento do nível do mar, cujo efeito seria potencialmente prejudicial à infra-estrutura implantada atualmente.

Quadro 4.5 – Efeitos do aquecimento sobre os ambientes marinhos e costeiros (horizonte temporal de aproximadamente cem anos)

Fatos portadores de futuro	Possíveis efeitos	Implicações para a maricultura e a pesca
Elevação na temperatura da superfície do mar	Aumento da frequência de florações de algas nocivas. Redução na concentração de oxigênio dissolvido. Aumento da incidência de doenças e parasitas. Alteração de ecossistemas locais, com mudanças entre competidores, predadores e espécies invasoras. Mudanças na composição do plâncton.	Mudanças na infra-estrutura e nos custos operacionais na maricultura a partir da intensificação de infestações por organismos incrustantes, pestes, espécies agressoras e/ ou predadores. Impactos na abundância e composição de espécies comerciais na pesca.
	Temporadas de crescimento mais longas. Mortalidade natural durante o inverno menor. Custos metabólicos e taxas de crescimento maiores.	Potencial para aumento de produção e lucratividade, especialmente para a maricultura.
	Produtividade primária maior.	Benefícios potenciais para a maricultura e pesca, porém possivelmente compensados por mudanças na composição de espécies.
	Mudanças na sincronia e no sucesso das migrações, nas desovas e nos picos de abundância, assim como nas proporções sexuais.	Potencial perda de espécies ou mudanças na composição das capturas comerciais. Impactos na disponibilidade de sementes para a maricultura.
	Mudança no local e no tamanho dos habitats disponíveis para as diferentes espécies.	Ganhos e perdas de oportunidades para a maricultura. Perda potencial de espécies e alteração da composição das capturas comerciais.
	Prejuízo aos recifes de coral, que servem como habitats de reprodução e ajudam a proteger a costa da ação das ondas (exposição que poderá aumentar em associação com a elevação do nível do mar).	Redução do recrutamento de espécies de peixe capturadas pela pesca comercial. Agravamento do efeito das ondas sobre a infra-estrutura e inundações geradas por tempestades.
	Alteração no balanço de sal e calor das bacias oceânicas, particularmente nas áreas costeiras mais rasas.	Aumento da salinidade nas camadas superficiais dos oceanos, em especial nos corpos d'água costeiros e semifechados.
	Modificação no padrão de circulação oceânica.	Alteração no ciclo migratório de várias espécies e nos processos de dispersão de larvas, com implicações potencialmente graves em relação ao recrutamento.
Aumento do nível do mar	Perda de área continental.	Redução das áreas disponíveis para maricultura e perda de empreendimentos implantados em áreas costeiras baixas. Perda da atividade de pesca em água doce devido à salinização.
	Mudanças nos sistemas estuarinos.	Mudanças na abundância das espécies, na distribuição e na composição dos estoques pesqueiros e de sementes para maricultura.
	Salinização do lençol freático.	Prejuízo à pesca em água doce. Redução da disponibilidade de água doce para aquíicultura continental e mudança para espécies de águas salobras.
	Perda de ecossistemas costeiros, como os manguezais.	Redução do recrutamento e dos estoques disponíveis para a pesca e de sementes para a maricultura. Agravamento da exposição às ondas e ressacas e risco de inundação, com efeitos sobre a pesca, a maricultura e a aquíicultura continental.



Em termos de pesca marinha, os aspectos gerais ressaltados acima podem ser entendidos como potencialmente ativos na costa brasileira. A modificação da composição de recursos pesqueiros disponíveis para a atividade de pesca industrial poderia ter um impacto minimizado na região Sudeste-Sul em função das frotas ali atuantes já estarem por mais de uma década passando por um processo de diversificação de alvos, como consequência da sobrepesca de seus recursos tradicionais. A alteração de ambientes costeiros como estuários e manguezais como resultado da elevação do nível do mar, por outro lado, seria provavelmente catastrófica para a sobrevivência da pesca artesanal em todo o país. Há, também, o risco de agravamento do processo progressivo de branqueamento dos recifes de coral, que são fundamentais na sustentação da pesca artesanal da região Nordeste.

No que se refere à pesca oceânica de atuns e afins, a atividade apresenta, de uma maneira geral, uma variação bem definida no tempo e no espaço, a qual está diretamente associada à forte variabilidade ambiental existente nos oceanos. É essa heterogeneidade espaço-temporal do meio ambiente que condiciona as concentrações das principais espécies exploradas, definindo áreas e épocas mais favoráveis ao desenvolvimento da atividade pesqueira. No entanto, as influências das condições climáticas e oceanográficas sobre a pesca não se restringem unicamente à variação sazonal. Flutuações interanuais são igualmente observadas nos oceanos, muitas das quais ocorrem como consequência direta do fenômeno climático-oceanográfico El Niño-Southern Oscillation (Enso). Um exemplo dessas flutuações pode ser dado pelas modificações ambientais observadas no Oceano Atlântico em 1984, em consequência do Enso 1982/1983. Além do aquecimento anômalo da temperatura da superfície do mar, as alterações na estrutura da termoclina, na intensidade dos ventos e na velocidade das correntes foram indicadores evidentes do caráter excepcional desse fenômeno e das alterações que ele pode provocar no meio oceânico. Mesmo sendo relativamente menos intensas que as modificações observadas no Oceano Pacífico durante a ocorrência de um Enso, as anomalias hidroclimáticas do Oceano Atlântico são suscetíveis de provocar efeitos consideráveis sobre os recursos pesqueiros que nele habitam. Estudos realizados sobre as principais espécies de atuns capturadas por diversas artes de pesca nesse oceano comprovaram que as alterações climáticas e oceanográficas afetam não apenas o recrutamento dessas espécies, mas igualmente suas distribuições espaço-temporais e capturas. A pesca da albacora branca (*Thunnus alalunga*), por exemplo, espécie de atum de águas temperadas capturada ao largo da costa brasileira (entre 5°S e 25°S), sofreu consequências diretas das fortes anomalias positivas da temperatura da superfície do mar nos verões de 1973/1974 e 1987/1988, época em que se concentra nessa área para se reproduzir. Naquelas ocasiões, as anomalias associadas ao fenômeno Enso foram as responsáveis pelas quedas nas capturas da espécie, uma vez que, em decorrência da elevação da temperatura da água na camada homogênea (de 2° a 3°C), a espécie passou a freqüentar águas mais frias e profundas, fora do alcance do espinhel, principal aparelho de pesca empregado na sua captura. Esse efeito sobre a distribuição,

abundância e capturabilidade de determinados recursos pesqueiros, associado à ocorrência de um fenômeno como o Enso, pode acarretar prejuízos consideráveis para a pesca, mesmo que pontuais. Situações mais graves podem ocorrer, entretanto, caso o aquecimento global que vem sendo observado nos últimos anos provoque alterações climáticas e oceanográficas de caráter permanente, mudando drasticamente as características ambientais de diversos ecossistemas marinhos, com efeitos negativos sobre o recrutamento e a distribuição espaço-temporal dos recursos pesqueiros aí existentes, com conseqüências desastrosas sobre a atividade pesqueira, conforme mencionado no quadro acima.

Em termos de mercado, cabe destacar que no futuro próximo informações tecnológicas, de inteligência de marketing e econômicas também adquirirão uma dimensão de urgência que não pode ser desprezada. A informação e a tecnologia, já de importância crucial hoje, aparecem nesse contexto como elementos particularmente relevantes para enfrentar os processos de mudança no futuro. Com a influência crescente dos diversos blocos políticos e econômicos existentes no mundo, os produtores individuais serão cada vez menos capazes de enfrentar isoladamente esse processo de mudanças de mercado, reforçando a necessidade de uniões estratégicas por meio de associações com interesses comuns, tanto no âmbito nacional (entre indivíduos e empresas) como no âmbito internacional (entre países).

Por fim, a elevação do preço do petróleo poderá se constituir num fator negativo para a atividade uma vez que elevará os custos operacionais das pescarias, além dos fretes de mercadorias. Por outro lado, trará dificuldades ainda maiores para as frotas de países longínquos, o que poderá resultar em alguma vantagem para as frotas nacionais. A obsolescência tecnológica vai adquirir nova dimensão, prevendo-se duração cada vez mais limitada de equipamentos e técnicas de trabalho. Além disso, o desenvolvimento da aqüicultura deverá tornar os preços dos produtos pesqueiros relativamente mais acessíveis, o que poderá inviabilizar economicamente algumas pescarias. Essa é uma tendência que começa a ser evidenciada em produtos como o camarão e o salmão, que vêm sendo popularizados pela aqüicultura.

4.10. Indicadores de efetividade das estratégias propostas para o desenvolvimento sustentável da pesca e da aqüicultura no país

De modo a permitir o processo contínuo de avaliação e quantificação da eficácia da proposta, foram identificados os indicadores ilustrados no Quadro 4.6.



Quadro 4.6 – Indicadores a serem utilizados no processo contínuo de avaliação e quantificação da eficácia da proposta.

Objetivo Estratégico	Indicador	Conceito	Unidade Medida
Promover o desenvolvimento socioeconômico das comunidades pesqueiras tradicionais	Desenvolvimento humano das comunidades pesqueiras	Evolução do IDH nas comunidades	IDH
	Renda média do pescador de pequena escala (artesanal)	Renda média apurada pelo IBGE na pesquisa por domicílios	R\$/Ano
	Desenvolvimento tecnológico das comunidades pesqueiras	Assistência técnica e extensão pesqueira	Número de comunidades atendidas
	Qualificação de mão-de-obra profissional	Formação de pessoal	Número de profissionais treinados
Promover a sustentabilidade bioeconômica da atividade pesqueira	Produção pesqueira do país	Acompanhamento da evolução da produção	Toneladas/Ano
	Meios de produção da pesca costeira	Dinâmica da frota pesqueira – modernização e redimensionamento	Número de embarcações por pescaria
	Manejo adequado dos recursos pesqueiros selvagens e cultivados	Desempenho da atividade de fiscalização da pesca	Autos de infração lavrados e valor das multas
		Adequada regulamentação do exercício da pesca	Número de reservas implantadas/Medidas de regulamentação implementadas
		Redução das capturas incidentais	Diminuir o impacto ambiental negativo dos aparelhos de pesca
Promover a competitividade econômica da atividade pesqueira	Saldo da balança comercial de pescado	Participação da pesca na geração de divisas	us\$/ ano
	Consumo <i>per capita</i> de pescado	Aumento do consumo e segurança alimentar	kg/pessoa/ano
	Faturamento CNAE 002	Valor relativo da produção pesqueira no PIB nacional	% do valor da produção no PIB nacional
	Infra-estrutura de apoio à pesca	Apoio à produção e à comercialização de produtos pesqueiros	Número de infra-estruturas implantadas
	Eficácia das cadeias de produtivas	Otimização da utilização dos produtos pesqueiros	Percentual de aproveitamento da produção
	Participação em fóruns de negociação internacionais e organizações regionais de pesca	Garantir a participação efetiva do país na exploração do Atlântico Sul	Número de eventos
	Promover o aumento da produção de pescado no Brasil	Planos locais de desenvolvimento da maricultura	Elevar a produção e a renda do setor por meio da maricultura
Exploração de recursos potenciais		Elevar a produção e a renda do setor por meio da diversificação da pesca	Número de recursos explorados



5. Ciência e tecnologia

5.1. Introdução

A ciência e tecnologia marinhas (c&tm) são essenciais para o entendimento do funcionamento dos oceanos e de como eles variam espacialmente e temporalmente, para melhorar as previsões climáticas e de tempo, e para gerenciar de forma sustentável os recursos marinhos, bem como para encontrar novas utilizações e aplicações para esses recursos.

Em linhas gerais, a c&tm enfoca a pesquisa básica e aplicada que objetiva avançar no conhecimento dos processos físicos, químicos, geológicos e biológicos dos oceanos e das regiões costeiras, incluindo suas interações com os sistemas terrestre, hidrológico e atmosférico. A preocupação sempre presente nas atividades de c&tm é identificar e propor soluções para a eliminação dos impactos negativos dos oceanos e das regiões costeiras sobre a sociedade, e do homem sobre esses ambientes marinhos. Toda atividade de pesquisa em c&tm é cada vez mais dependente do desenvolvimento de metodologias, de veículos e de instrumentos que possibilitem acesso eficiente, eficaz, rápido e de baixo custo ao meio ambiente marinho.

A c&tm é importante não apenas para o aproveitamento dos recursos marinhos, mas também para subsidiar programas e serviços com fortes vínculos socioeconômico-ambientais indiretamente relacionados ao uso sustentável dos recursos marinhos e à ocupação racional da zona costeira. Essas últimas aplicações serão abordadas neste capítulo.

Figura 5.1 – Divisão conceitual das grandes áreas prioritárias de c&tm adotada neste documento.



Em seguida, será utilizada, como modelo conceitual, a divisão da C&TM em três conjuntos que se interseccionam, denominados Clima, Ecossistemas Marinhos e Oceanografia Operacional/Tecnologia, conforme ilustrado na Figura 5.1.

Cada um desses conjuntos é formado por blocos de ações multi-institucionais e multidisciplinares que complementam o papel do mar territorial no desenvolvimento socioeconômico do país, conforme detalhado nas seções seguintes.

5.2. Clima

5.2.1. Introdução

As sociedades humanas são extremamente dependentes do clima, haja vista que suas características socioeconômicas são moldadas e adaptadas aos padrões sazonais de temperatura e chuva. O clima da Terra sofre variações naturais, como o El Niño e o gradiente inter-hemisférico de temperatura do Oceano Atlântico Tropical, que podem causar ondas de calor e enchentes. Extensos períodos de seca tornam as florestas suscetíveis a queimadas e prejudicam a produção de alimentos e o suprimento de água, enquanto prolongados períodos de precipitação podem causar enchentes, danificar plantações e romper temporariamente os padrões de produção.

Exemplo disso é o recente impacto climático que afetou a distribuição de chuvas e ocasionou séria crise energética – conhecida como “apagão” – no país. Ressalte-se que a matriz energética brasileira depende, em cerca de 90%, da energia produzida por hidroelétricas e, conseqüentemente, depende dos regimes de precipitação que, por sua vez, dependem da interação entre o oceano e a atmosfera. O número de furacões intensos no Atlântico Tropical Norte vem aumentando. De maneira inédita, no Atlântico Sul também registrou-se a ocorrência de um ciclone com características de furacão. O Catarina causou desastre de proporções nunca antes vistas para esse tipo de fenômeno no Brasil: o sul de Santa Catarina e o norte do Rio Grande do Sul foram atingidos, afetando 26 municípios e deixando cerca de 15 mil pessoas desabrigadas ou desalojadas; cerca de 35 mil imóveis foram danificados ou destruídos. A combinação entre o gelo em fusão e a água do mar cada vez mais quente promove a expansão dos oceanos. Considerando as previsões de relatórios internacionais sobre o aquecimento global, o nível do mar deve subir quase meio metro até o final do século. É bastante provável que tais eventos extremos – aumento do nível do mar, secas e enchentes – sejam conseqüências das mudanças climáticas.



Desde o início da era industrial as atividades humanas relacionadas à agricultura, à indústria, ao desflorestamento e, principalmente, à queima de combustíveis fósseis aumentaram consideravelmente a produção de dióxido de carbono, metano, óxido nítrico e outros gases. O aumento da concentração de dióxido de carbono (CO_2) é considerado um dos principais fatores para o desencadeamento de mudanças climáticas, em função do aquecimento induzido pelo efeito estufa. Nos 400 mil anos que precederam a era industrial, a concentração de CO_2 atmosférico oscilou entre 200 e 280 ppm. A concentração atual, resultante das atividades industriais e agropecuárias, é de aproximadamente 380 ppm, e as estimativas baseadas em documentos do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) sugerem que, ao final do século, estará por volta de 800 ppm. Uma das mais importantes questões a esse respeito é como esse carbono antropogênico é distribuído na atmosfera depois de emitido. Estimativas têm demonstrado que, nas últimas décadas, 50% do CO_2 emitido pelo homem permanece na atmosfera, 30% é absorvido pelos oceanos e os outros 20% pela biosfera terrestre. Modelos preditivos indicam que o carbono inorgânico dissolvido nas águas superficiais dos oceanos pode aumentar 12%, e que a concentração de carbonato pode decrescer 60%, o que promoverá um declínio de cerca de 0,4 unidades no pH. Essas mudanças dramáticas no sistema de CO_2 em oceano aberto provavelmente nunca ocorreram ao longo dos mais de 20 milhões de anos da história do planeta. Os efeitos de longo prazo do aumento de CO_2 antropogênico na atmosfera e nos oceanos são objeto de preocupação, motivando os cientistas a estudar o ciclo do carbono, aí se incluindo o carbono orgânico e inorgânico, a distribuição de carbonato inorgânico dissolvido e a alcalinidade total dos oceanos.

Dessa forma, é de fundamental importância compreender a relação entre as mudanças climáticas e os gases que são radiativamente importantes – como o CO_2 – e que participam das trocas oceano-atmosfera. Determinações mais acuradas nos fluxos ar-mar desses gases são críticas para avaliar os processos afetados. Também se faz necessário determinar se o carbono vindo das águas profundas é dominado por processos estacionários ou não, bem como se a zona eufótica exporta esse carbono em resposta às várias forças físicas e transformações biológicas. Avanços nos conceitos teóricos geoquímicos e na tecnologia analítica poderão gerar dados para interpretar o clima passado da Terra e as mudanças químicas estocadas como registros em depósitos sedimentares, glaciares, coralíferos e outras fases. Mudanças climáticas nos oceanos, na atmosfera e no uso da terra podem afetar significativamente a biodiversidade, alterando o equilíbrio dos ecossistemas e prejudicando a pesca e a produtividade agrícola ao redor do globo. Diante desse quadro, algumas questões se colocam:

- Como obter informações relevantes do ponto de vista de políticas públicas, tais como estratégias de adaptação e seus limites, redução da vulnerabilidade e manejo dos ecossistemas marinhos?
- Como as decisões podem ser tomadas num mundo de incertezas científicas?

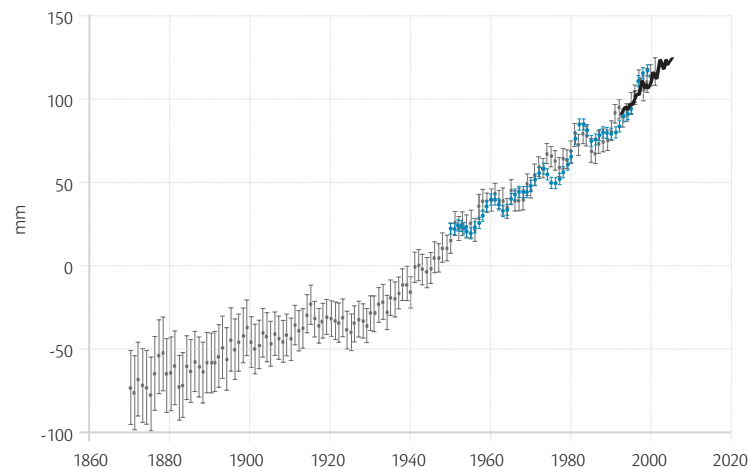
- Como as pesquisas direcionadas à participação do Oceano Atlântico Sul/Equatorial nas mudanças ambientais globais podem ser relevantes para o Brasil?

O monitoramento dos processos de interação oceano-atmosfera e sua inclusão nos modelos de previsão climática serão necessários para qualquer planejamento estratégico de longo prazo.

5.2.2. Mudanças climáticas e aumento do nível do mar

Relatórios do IPCC mostram que a emissão de gases estufa por ações antrópicas provoca mudanças significativas na dinâmica da atmosfera, com fortes implicações socioeconômicas. Além disso, de acordo com Peltier & Tushingham (1989), o nível global dos oceanos aumentou cerca de 2 mm/ano no Século 20, taxa esta que, provavelmente, foi muito menor no milênio anterior. Desde que o nível médio do mar passou a ser medido por altímetros a bordo de satélites como o Topex/Poseidon, constatou-se taxa ainda mais acelerada de aumento. De 1993 até o presente, o nível médio global do mar vem aumentando a uma taxa de 3 mm/ano (Figura 5.2).

Figura 5.2 – Variação do nível médio do mar em milímetros. Estimativas de Church et al. (2004, 2006) em cinza; Holgate e Woodworth (2004), em azul; e dados de altimetria em preto.



O aumento do nível do mar em alguns milímetros por ano não causa inundações espetaculares no Brasil, mas mesmo assim reveste-se de importância, pois a perda de terras em áreas baixas pode rapidamente destruir ecossistemas costeiros, como lagoas e manguezais. Além da inundações de áreas baixas, o aumento do nível do mar pode mudar o equilíbrio energético dos ambientes costeiros,

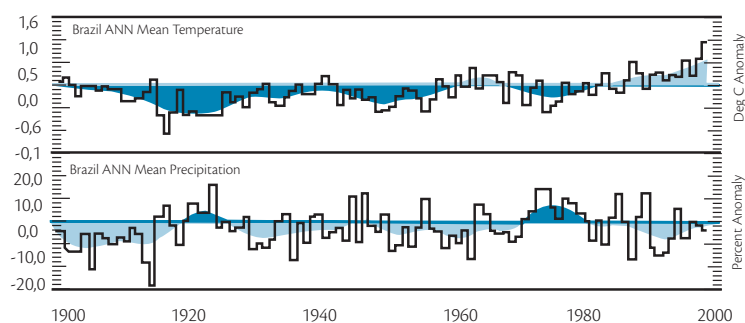


causando grandes mudanças no processo sedimentar, pois promove a erosão de grandes extensões de linha de costa.

5.2.3. Observações recentes de tendências climáticas de temperatura e precipitação no Brasil

De acordo com registros obtidos do Centro de Distribuição de Dados do IPCC da World Wild Foundation (WWF), as médias anuais de temperatura do Brasil tiveram aumento de pouco mais de $0,5^{\circ}\text{C}$ no século passado. Os anos mais quentes foram 1995, 1997 e 1998, e a década de 1990 foi a que apresentou a temperatura mais elevada (Figura 5.3). O aquecimento ocorreu em todas as estações, sendo um pouco maior no período de julho a agosto. Apesar das rápidas taxas de desmatamento no Brasil, especialmente na borda sul da Floresta Amazônica, ainda não há evidências concretas de queda na pluviosidade. Registros de chuvas do começo do século passado sugerem que a média anual aumentou em torno de 4% no curso do século. A maior parte do aumento ocorreu durante a estação de chuvas (entre março e maio).

Figura 5.3 – Variação da temperatura média entre 1901 e 1998 (painel superior) e da precipitação anual (painel inferior) relativa à média climatológica de 1960 a 1990 (valores de 25°C e 1.780 mm, respectivamente).



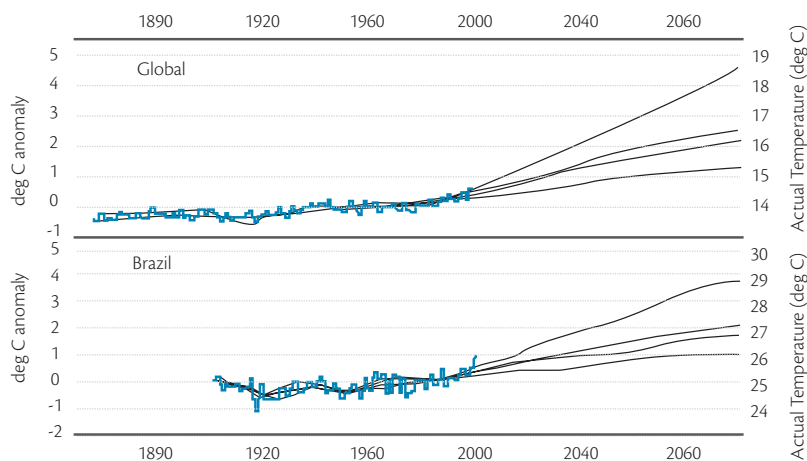
5.2.4. Mudanças futuras de temperatura e precipitação no Brasil

É provável que, no futuro, o aquecimento no Brasil seja menor do que na média global. O aquecimento também irá variar com as estações: nos períodos úmidos – entre dezembro e fevereiro –, apresentará aumentos entre $0,1^{\circ}\text{C}$ e $0,4^{\circ}\text{C}/\text{década}$, e nos secos – entre junho e agosto –, entre $0,2^{\circ}$ e

0,6°C/década (Figura 5.4). O aquecimento será maior sobre a Floresta Amazônica e menos intenso sobre os estados litorâneos do Sudeste.

O sul do país ficará mais úmidos no futuro, e áreas como a Amazônia ficarão mais secas. Isso é particularmente evidente na estação de março a maio, na qual ocorrem quase 35% das chuvas do Brasil. A região seca do Nordeste experimentará diferentes tendências entre dezembro e maio – tornando-se mais úmida –, e entre junho e novembro – em que ficará mais seca. Para um dos cenários do IPCC (A2), em 2080 a área com maior seca será o delta amazônico, que estará cerca de 20% mais seco, e a de maior aumento de umidade será o Rio Grande do Sul, que vai estar cerca de 20% mais úmido.

Figura 5.4 – Mudanças na temperatura média de superfície, calculadas para o período 1960-2100. Média global (painel superior) e Brasil (painel inferior) para quatro cenários de emissões de gases estufa propostos pelo IPCC. As mudanças observadas até 1998 estão indicadas pelas curvas e barras em negrito.



Fonte: WWF

5.2.5. Ações prioritárias para a exploração racional e sustentável de recursos marinhos de interesse socioeconômico e estratégico do Atlântico Sul e Equatorial

Os oceanos são um sistema complexo, multiconectado, com muitos fatores complicadores introduzidos pela geometria das bacias oceânicas e pela presença dos limites terrestres. Além disso, as



escalas horizontais naturais – além daquelas associadas com as fronteiras continentais – são aproximadamente dez vezes menores do que as da atmosfera, o que cria dificuldades adicionais para amostragens em regiões marinhas. Isso é, em parte, compensado pelas longas escalas de tempo observadas no oceano.

Também devido à enorme capacidade térmica dos oceanos e aos intensos fluxos de calor através da interface oceano-atmosfera, não resta dúvida de que qualquer estudo de variações climáticas deve incluir os oceanos como componente fundamental. Conseqüentemente, deve haver forte ênfase na observação tridimensional dos processos oceânicos.

Portanto, uma necessidade básica para o avanço do entendimento das variações climáticas e da habilidade de prever o clima em escalas de tempo de anos, décadas ou séculos é o aumento da base de dados observacionais sobre o oceano, com monitoramento sistemático de longa duração. De igual importância é a assimilação dessas observações em modelos de previsão climática, tanto oceânicos como acoplados oceano-atmosfera. Já se sabe, por exemplo, que a variação interanual da temperatura da superfície do mar (TSM) afeta expressivamente o clima global.

No Oceano Atlântico, a evidência de interação entre o oceano e a atmosfera não é tão clara. A hipótese de Bjerknes (1964) de que variações climáticas na região do Atlântico são causadas pela interação entre a circulação oceânica de larga escala e a atmosfera não é sustentada por argumentos físicos convincentes. Um dos principais problemas a serem resolvidos é aquele que diz respeito ao papel ativo ou passivo do Atlântico na interação com a atmosfera. Outro é a escala de tempo preferencial para que o acoplamento seja mais forte. Em particular, observam-se no Oceano Atlântico dois modos importantes de variabilidade: um interanual e outro de frequência mais baixa. O primeiro é conhecido como modo equatorial, e sua dinâmica de ajuste oceânico é muito similar àquela que acontece no Oceano Pacífico associada ao fenômeno El Niño; ou seja, envolve variações do sistema de ventos de leste – os alísios – e a resposta oceânica por meio de ondas de Kelvin e de Rossby. O segundo é conhecido como modo gradiente, e sua frequência é aproximadamente decadal e consiste basicamente na variação do gradiente inter-hemisférico da TSM. Essa variabilidade é de extrema importância, por exemplo, na previsão de períodos de seca para a Região Nordeste.

É fundamental a redução das incertezas existentes com respeito ao papel dos oceanos nas mudanças climáticas. A cada ano os meteorologistas recebem cerca de 20 milhões de conjuntos de dados que descrevem a atmosfera. O quadro observacional para o oceano é, por contraste, muito esparsa, com exceção da visão por satélite da superfície do mar. Não há dados para enormes áreas do Oceano Atlântico Sul e Equatorial. Em síntese:

- A cobertura observacional *in situ* no Oceano Atlântico Sul/Equatorial é pequena e depende principalmente de alguns poucos navios de pesquisas oceanográficas e de navios de oportunidade. Deve-se incentivar a expansão da frota oceanográfica brasileira, bem como dos programas de observação que utilizam navios de oportunidade;
- A instalação de estações autônomas para medições, tais como bóias meteoceanográficas fundeadas, bem como o lançamento de bóias e de flutuadores de deriva, devem ser expandidos, de forma a coletar dados relevantes e aumentar a densidade espacial de informações oceanográficas;
- A rede de marégrafos ao longo da costa brasileira deve ser revista, renovada e ampliada com vistas à padronização da coleta, do processamento, do armazenamento e do controle de qualidade dos dados de nível do mar;
- A vasta extensão do Oceano Atlântico Sul/Equatorial, a variabilidade em escalas – de horas (marés) até décadas (gradiente inter-hemisfério da temperatura de superfície) –, os grandes problemas logísticos e os altos custos dos meios empregados são dificuldades inerentes à observação dos oceanos *in situ*. Embora ela seja imprescindível, deve ser complementada com o monitoramento quase contínuo dos oceanos, nas várias escalas de espaço e tempo, por satélites. O lançamento de um satélite oceanográfico brasileiro poderá aumentar de forma marcante a qualidade das estimativas remotas de temperatura da superfície do mar, ventos, altura das ondas, altura da superfície do mar, correntes, concentração de clorofila, turbidez, fluxos e armazenamento de calor, extensão e idade do gelo polar e presença de icebergs, principalmente em regiões oceânicas, afastadas da costa e fora da plataforma continental;
- Modelos numéricos oceânicos e atmosféricos fornecem amplo material para a análise dos sistemas climáticos. Infelizmente, modelos oceânicos em geral, e particularmente modelos oceânicos tropicais, são muito sensíveis a imprecisões nas forças de superfície, bem como à sua parametrização física, o que justifica a realização de várias simulações individuais e com modelos acoplados, garantindo que os resultados encontrados sejam de fato robustos e significativos. Há necessidade de investimentos no desenvolvimento e na implementação de assimilação de dados em modelos oceanográficos em tempo quase real, o que propiciará considerável aumento na precisão dos produtos de tempo e clima.

Os oceanos absorvem grandes quantidades do dióxido de carbono atmosférico. Um quarto desse gás presente na atmosfera é produzido pelo ser humano por meio da queima dos combustíveis fósseis e, posteriormente, armazenado nos próprios oceanos. Em algumas regiões oceânicas, esse carbono pode ser armazenado durante séculos, ajudando, assim, na redução dos efeitos do aquecimento global.



- É fundamental um programa de monitoramento da região do Oceano Atlântico Sul/Equatorial, com ênfase na obtenção de variáveis que permitam avaliar o balanço de carbono;
- Deve-se investir de forma sistemática e contínua nas redes de pesquisa antártica para entender o papel das mudanças de concentração e extensão do gelo, marinho e continental, sobre a variação do nível médio do mar e da circulação oceânica na região do Atlântico Sul/Equatorial, tanto do ponto de vista local como global;
- Para que os dados coletados – *in situ* e remotos – e assimilados sejam processados e disponibilizados de forma que possam servir para gerar conhecimento e subsidiar as previsões oceanográficas e meteorológicas na área marítima de interesse nacional, é necessária a estruturação de um banco de dados. Nele estarão disponíveis também resultados de simulações numéricas com modelos de circulação geral dos oceanos para estudos de previsões climáticas.

É importante notar que parte das ações observacionais propostas vêm sendo realizadas pela componente brasileira de programas de observação global dos oceanos (Global Ocean Observing System-Brasil – Goos-Brasil. e Global Sea Level Observing System-Brasil – Gloss-Brasil), tendo como ponto focal a Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN/MB). O Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) desenvolve e opera modelos numéricos de variação climática.

5.2.6. Desafios futuros

Os desafios para o futuro são:

- Aprimorar a capacidade de previsão climática operacional, reduzindo as incertezas;
- Identificar as diferenças entre mudanças climáticas e variabilidades climáticas, fornecendo base conceitual para a previsão climática operacional.

A transição de expansão descontrolada para desenvolvimento sustentável é uma tarefa difícil para países em desenvolvimento, como o Brasil. Parte da dificuldade é de origem científica, pois:

- O presente nível de conhecimento das ciências marinhas é precário, fragmentado e incompleto;
- Não existem respostas simples para importantes questões relativas ao papel dos oceanos no clima da região do Atlântico Sul/Equatorial.

Frente a esse quadro, e reconhecendo que é preciso avaliar o provável impacto das mudanças globais no Oceano Atlântico Sul e Equatorial, é imprescindível a formação de recursos humanos de alto nível, inclusive em instituições de pesquisa de ponta do exterior. Tendo em conta o enorme interesse científico da oceanografia física e das suas aplicações tecnológicas nos estudos sobre o clima, impõe-se que seja dada prioridade à formação de pessoal nessa área do conhecimento, de forma a suprir a falta de especialistas devidamente qualificados em número suficiente com que o país ainda hoje se debate. Assim, faz-se necessário investir em treinamento rigoroso, de forma a constituir um quadro que domine as modernas técnicas e os métodos de observação, análise e previsão oceanográfica.

5.3. Ecossistemas marinhos

5.3.1. Introdução

O equilíbrio entre o desenvolvimento socioeconômico e a preservação ambiental deverá ser uma das metas principais das ciências exatas e humanas para o presente milênio. Com a ameaça das mudanças climáticas e da perda da biodiversidade global, a preocupação com a qualidade ambiental e a sustentabilidade dos recursos não-renováveis e renováveis, marinhos e terrestres, ocupa cada vez mais a agenda de todos os setores da comunidade internacional. Órgãos governamentais, empresas privadas e sociedade civil organizada buscam parcerias multissetoriais para a solução desses conflitos em todas as esferas de decisão nacional e internacional.

Nesse contexto, a sociedade brasileira ainda não está suficientemente informada sobre o papel crucial do mar territorial em todos os aspectos de seu legado histórico e cultural e de seu arcabouço socioeconômico. Quase uma década após o relatório da Comissão Nacional Independente Sobre os Oceanos (1998) ter descrito e avaliado o potencial marítimo brasileiro como fonte de recursos vivos e não-vivos, ainda há enormes lacunas no aproveitamento racional desses recursos. Como é próprio da natureza marinha, essas lacunas precisam ser preenchidas com ações multidisciplinares, interministeriais e, obrigatoriamente, multissetoriais.

Atividades produtivas como a pesca, a maricultura, a exploração mineral, de petróleo e gás, o turismo, o transporte, o comércio e a urbanização são vocações naturais da zona costeira brasileira, seguindo o modelo histórico e contemporâneo de desenvolvimento litorâneo em todo o mundo. A pesca artesanal é uma atividade tradicional de valor social e cultural. A pesca comercial atende



os interesses da demanda mundial de pescados e mantém um modelo de produção extrativista. O turismo, a maior indústria mundial, já representa cerca de US\$ 3,4 trilhões do PIB do planeta, e vem crescendo gradativamente ao longo da costa brasileira. Atualmente, representa mais de 7,5% do PIB nacional (CASIMIRO-FILHO, 2002). A maricultura é uma vocação mais recente, com grande potencial socioeconômico se desenvolvida em bases tecnológicas e com o auxílio de modelos de manejo ambientalmente corretos. A prospecção de fármacos e substâncias bioativas para as indústrias médica, cosmética e alimentícia é um campo aberto. O foco principal é a descoberta de princípios ativos oriundos da biodiversidade em regiões tropicais e habitats inóspitos, comuns em quase todas as regiões da costa brasileira.

Para minimizar o quadro de desinformação cultural e política da sociedade em relação ao mar são necessárias ações de longo prazo para a exploração dos recursos do espaço marinho brasileiro com base científica e tecnológica. As ações devem ser multissetoriais, tendo em vista que governos, empresas privadas e sociedade civil organizada dependem do mar e de seu potencial socioeconômico. Todos devem contribuir com recursos humanos e financeiros para que esse plano possa atingir suas metas. O plano deve estar calcado em um diagnóstico preciso do potencial socioeconômico do espaço marinho brasileiro, levando-se em conta a estrutura e os processos oceanográficos em cada domínio ecológico (CASTRO et al., 2006) da plataforma continental brasileira e da área oceânica adjacente, e ser capaz de esclarecer as seguintes questões:

- Quais são os recursos marinhos com potencial para o desenvolvimento socioeconômico brasileiro além daqueles tradicionalmente já explorados?
- De que forma a C&TM pode contribuir com a exploração desses recursos de modo ambiental, social e economicamente viável?
- Como agir multissetorialmente para a exploração sustentada desses recursos?
- Como a C&TM pode contribuir para reduzir conflitos de interesses na zona costeira e compatibilizar o seu uso socioeconômico sem prejudicar a integridade física e biológica, garantindo a poupança de recursos marinhos para as futuras gerações?

5.3.2. Classificação da plataforma continental brasileira e dos recursos marinhos

De acordo com Castro et al. (2006), a PCB pode ser setorizada de acordo com a fisiografia e as estruturas oceanográficas específicas.

A Região Norte sofre influência oceânica da Corrente Norte do Brasil, quente e oligotrófica, e da pluma estuarina do Rio Amazonas. A elevada carga de material particulado em suspensão oriunda da Bacia Amazônica e dos sistemas estuarinos do Maranhão origina fundos ricos em matéria orgânica, oferecendo boas condições de alimento para peixes de fundo e camarões, explorados pela pesca artesanal e industrial.

Os habitats marinhos da Região Nordeste caracterizam-se pela grande diversidade biológica, típica de áreas tropicais, com abundância de recifes de coral e de algas calcárias. Na costa predominam praias arenosas interrompidas por falésias e arrecifes de arenito. São freqüentes os pequenos sistemas estuarino-lagunares margeados por manguezais. Impactos ambientais são causados pela ocupação urbana, pelo turismo desordenado, pelo desmatamento, pelas obras costeiras e por atividades não sustentáveis de pesca predatória, mineração e destruição de manguezais para carcinocultura.

As características hidrográficas da região central são semelhantes às da Região Nordeste, porém com maior variação sazonal de temperatura. Na altura de Caravelas, sul da Bahia, predominam os Bancos de Abrolhos, com fundos de algas calcárias e recifes de coral. A influência da Corrente do Brasil, quente e oligotrófica, é dominante na maior parte dessa região, principalmente devido à pequena largura da plataforma continental em quase toda a sua extensão, à exceção dos Bancos de Abrolhos e Royal Charlotte. Na costa predominam praias arenosas interrompidas por estuários e baías margeadas por manguezais. O turismo e a pesca artesanal são importantes fontes de renda para as comunidades litorâneas.

As regiões Sudeste e Sul abrigam habitats marinhos diversos, sujeitos à forte variabilidade sazonal da temperatura e da salinidade da água do mar decorrente do afastamento ou da aproximação da Corrente do Brasil das áreas costeiras. Nas áreas norte e central, a intrusão de águas oceânicas ricas em nutrientes em direção à costa determina as características dos ecossistemas. Na parte sul, a variabilidade é acentuada devido à proximidade da confluência entre as correntes do Brasil e das Malvinas e da drenagem continental oriunda da Lagoa dos Patos e do Rio da Prata. Na costa são encontradas praias arenosas, restingas e lagoas costeiras de médio e grande portes, costões rochosos, manguezais e baías.

O estudo multidisciplinar, integrado, orientado para o aproveitamento sustentável dessa ampla e rica diversidade de ecossistemas trará conhecimentos necessários para orientar políticas e normatizações que evitem: (1) ameaças à biodiversidade da costa brasileira; (2) degradação do potencial de produção pesqueira; (3) conflitos entre a maricultura e as demais atividades socioeconômicas; (4) aproveitamento não-sustentável dos recursos minerais; e (5) impactos naturais e antrópicos na zona costeira.



Tradicionalmente, os recursos marinhos são classificados como renováveis e não-renováveis, quase que como sinônimos de recursos “vivos” e “não-vivos”, respectivamente. Esses conceitos podem ser detalhados e ampliados. Garrison (2002) descreve quatro categorias gerais:

- Recursos Físicos – Podem ser exemplificados por: petróleo, gás, hidratos de metano, areia, sais marinhos, depósitos metálicos e de fosforita, diamante e água doce. O Brasil atingiu a auto-suficiência em petróleo, calcada fortemente na exploração em regiões marinhas, em 2006. Areia e calcário são recursos explorados regularmente na zona costeira de alguns outros países para atender à demanda da construção civil.
- Recursos Energéticos – O aumento no preço dos combustíveis fósseis, bem como o aquecimento global associado às emissões de carbono e metano, fez com que vários países retomassem as pesquisas para tornar economicamente viável a geração de energia limpa a partir de fontes alternativas. O aproveitamento das fontes de energia existentes nos oceanos faz parte dessas pesquisas.
- Recursos Biológicos – Do ponto de vista socioeconômico, recursos considerados biológicos ou “vivos” são exclusivamente associados ao rendimento da pesca e à maricultura de peixes, crustáceos e moluscos. São incluídos nessa categoria os recursos biotecnológicos que investigam compostos biogênicos com princípios ativos que possam ser aplicados em diversos setores industriais. O potencial biotecnológico do país é evidentemente promissor, tendo em vista a maior diversidade biológica em ambientes tropicais. Entretanto, o inventário biotecnológico marinho brasileiro é praticamente desconhecido.
- Recursos Não-Extrativos – O transporte marítimo e o turismo são os primeiros a serem considerados nessa categoria. O transporte marítimo é o principal meio para a exportação da produção brasileira, pois 95% do comércio exterior depende do fluxo de navios. O turismo é diretamente dependente do paisagismo e da qualidade ambiental na zona costeira. Ambos os setores, transporte e turismo, necessitam urgentemente de investimentos, sob pena de o país perder mercado para empresas internacionais.

5.3.3. Ações governamentais

Dada a importância estratégica e de segurança nacional do mar, alguns órgãos governamentais federais – principalmente a Marinha, o Ministério das Minas e Energia e a Seap/PR – desenvolveram políticas específicas de ação voltadas a esses aspectos. Aos interesses específicos dos três é necessário somar, sinérgica e interdisciplinarmente, as ações de outros setores do governo para explorar os recursos marinhos de forma sustentável e para consolidar o Brasil como nação marítima do Atlântico. Os interesses sobre a conservação e a exploração dos recursos marinhos percorrem transversal-

mente o governo e a sociedade brasileira. Isto é, todos os ministérios, direta ou indiretamente, têm interesses e obrigações para com o espaço marinho brasileiro.

A relação do MME com os recursos do mar está fortemente associada à extração de petróleo e de gás. A meta de seu Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) é aumentar em 3.300 MW a oferta de energia elétrica para o país a partir de energia eólica, pequenas centrais hidroelétricas e biomassa vegetal (diesel e etanol). Atualmente, encontra-se em fase experimental um projeto da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG) para a obtenção de biodiesel a partir da biomassa fitoplanctônica marinha, com apoio do Cenpes. Essa alternativa é extremamente promissora do ponto de vista socioeconômico, uma vez que as microalgas marinhas podem produzir maior quantidade de biomassa, em menor tempo e sem o uso de água doce, do que as plantas terrestres.

A energia eólica prevista no Proinfa não parece estar necessariamente associada aos ventos costeiro-oceânicos, mais fortes e constantes em função dos processos de interação atmosfera-oceano. Portanto, não há no momento política para a obtenção de energia de fontes marinhas alternativas, como energia de marés, ondas e gradientes termohalinos. A tendência mundial de utilização de fontes de energia limpa do mar, induzida pelos compromissos internacionais assumidos no âmbito do Protocolo de Kyoto sobre controle de emissão de gases poluentes na atmosfera global, é uma realidade no momento presente. A necessidade de investimentos em pesquisas voltadas à obtenção de energia elétrica a partir de processos oceânicos deve ser analisada, pois em longo prazo o Brasil pode ficar prejudicado em relação à diversidade de sua matriz energética comparativamente a outros países costeiros.

A Seap/PR, criada em 2003, tem como objetivo principal subsidiar a Presidência da República no desenvolvimento da aqüicultura marinha e de água doce no país, bem como organizar o setor pesqueiro nacional. Formula políticas e aloca recursos próprios por meio de editais específicos para o desenvolvimento da cadeia produtiva da pesca e da maricultura, incentivando projetos costeiros de desenvolvimento da maricultura, da pesca artesanal e comercial, do processamento, do armazenamento e da comercialização de pescado. Atualmente, coordena o arcabouço legal para a concessão de licenças de pesca em águas jurisdicionais brasileiras. A maior dificuldade de algumas das ações de incentivo ao setor pesqueiro conduzidas pela Seap/PR é o conflito com o arcabouço legal dos órgãos ambientais e suas políticas de conservação.

O Ministério da Educação e Cultura apóia, por intermédio da Capes, a formação de recursos humanos em oceanografia em nível de pós-graduação. Recentemente, está sendo proposto pela CIRM,



no âmbito do Programa de Consolidação e Ampliação dos Grupos de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciências do Mar (PPG-Mar), a criação do Edital Pró-Amazônia Azul, que objetiva a formação de doutores em Ciências do Mar. Entretanto, a política nacional do MEC não enfatiza a formação em temas relacionados ao mar nos níveis fundamental e médio de ensino. Há espaço para que contribua na divulgação de assuntos relacionados ao mar, completando o currículo com temas marinhos em disciplinas das ciências exatas e humanas. Ainda há poucas iniciativas que busquem valorizar e despertar, nos alunos do ensino fundamental e médio, o interesse por temas biológicos, físicos, geológicos e químicos relacionados ao mar, ou até mesmo pelo mar dos pontos de vista histórico e cultural. Dessa forma, muitos alunos crescem acreditando que o mar é sinônimo de praia e lazer no litoral. Algumas das poucas iniciativas de educação marítima no ensino fundamental e médio são decorrentes de parcerias com a CIRM, para divulgar a importância histórica e geográfica do mar territorial. Recentemente, a Secretaria de Educação Básica do MEC lançou a coleção didática Explorando o Ensino, cujo volume 8 enfoca o mar no espaço geográfico brasileiro, e cujo volume 13 é totalmente dedicado à importância histórica do mar brasileiro. Essas iniciativas de educação e conscientização sobre a importância do mar para o país são excelentes, mas ainda insuficientes para uma nação costeira com 8.500 km de litoral.

Conceitos relevantes sobre a C&TM só começam a ser tratados no ensino superior – portanto, para uma pequena parcela da população brasileira. Atualmente, existem nove cursos de graduação em Oceanografia no Brasil (KRUG & SANTOS, 2007), o que se constitui, sem dúvida, num mecanismo importante para o preparo de recursos humanos para a pós-graduação em Ciências do Mar no país. Com poucas exceções, há carência de equipamentos e de material de apoio didático, principalmente para aulas práticas, em virtude da necessidade de embarcações e instrumentos. Muitos dos equipamentos oceanográficos usados nas aulas práticas são oriundos de projetos de pesquisa de docentes, que os disponibilizam, mas em geral de forma “demonstrativa”. Os alunos têm dificuldade de acesso a equipamentos de ponta e de alto custo.

Por meio de seus editais, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) fomenta pesquisas oceanográficas básicas e aplicadas em todos os setores das ciências do mar. Da mesma forma, o apoio à formação de recursos humanos na pós-graduação pela concessão de bolsas tem sido fundamental. É basicamente esse apoio que vem mantendo as pesquisas oceanográficas no país como um todo. Mas a quantidade de doutores em Oceanografia ainda é insuficiente para estudar os 4,5 milhões de km² de ZEE pretendida pelo Brasil. Nesse sentido, o Programa de Ação Induzida do CNPq para a formação de doutores em Oceanografia no exterior poderia ser retomado para complementar o ensino nesse nível existente no país.

O Ministério do Esporte e Turismo (MET) pode contribuir para o desenvolvimento do turismo conscientemente correto na zona costeira considerando projetos de preservação e educação ambiental e apoio aos planos de manejo de reservas marinhas, bem como projetos específicos voltados para o turismo náutico, subaquático e à pesca esportiva. Isso inclui a implantação de habitats artificiais e de obras de engenharia oceânica para o desenvolvimento de ondas para a prática do surfe, a exemplo do que já ocorre em outros países. Esportes náuticos trazem retorno imediato para os hotéis e o comércio local, além do desenvolvimento de materiais e equipamentos específicos pela indústria nacional.

5.3.3.1. Marinha do Brasil

Em março de 1808, as naus que transportavam a família real portuguesa, escoltadas pela Brigada Real da Marinha de Portugal, atracaram no porto do Rio de Janeiro. Essa brigada originou o atual corpo de fuzileiros navais da MB, que, ao longo dos últimos 200 anos, participou de praticamente todos os eventos históricos e políticos da sociedade brasileira, sobretudo aqueles afetos à segurança nacional e ao transporte marítimo.

O antigo Ministério da Marinha, atual Comando da Marinha do Ministério da Defesa, é a instituição responsável por toda e qualquer atividade associada à soberania política e geográfica no mar jurisdicional brasileiro. Outras funções da MB incluem a (i) cartografia costeira e marítima, produzindo cartas náuticas para a orientação e a segurança da navegação; (ii) a construção e a manutenção de faróis e bóias sinalizadoras; e (iii) a fiscalização e regulamentação legal de toda a atividade marítima por intermédio da Normam.

Além disso, a Marinha tem papel preponderante na assistência médio-hospitalar a comunidades carentes por meio de suas ações cívico-sociais. A MB também contribuiu significativamente para o desenvolvimento científico oceanográfico do país com seus institutos de pesquisa e serviços navais. Em particular, deve ser destacado o apoio prestado por ela a importantes programas científicos e de desenvolvimento tecnológico, tais como o Programa Antártico Brasileiro e sua capacitação no projeto e construção de submarinos. Dentre os centros de C&TM da Marinha do Brasil, podem ser citados:

- Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ), órgão da Diretoria-Geral do Material da Marinha (DGMM) – Destaca-se pela capacitação e competência na construção naval de alto teor tecnológico;
- Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo, também subordinado à DGMM – Está sediado no campus de São Paulo da Universidade de São Paulo (USP). Conta também com o Centro Experimental Aramar, localizado em Iperó, no interior do Estado de São Paulo. Traba-



lha com o apoio de grupos de pesquisas vinculados a universidades e instituições e também da indústria. Em particular, e de especial interesse para o presente tema, deve ser ressaltada a ampla capacitação tecnológica resultante do desenvolvimento de projetos de submarinos;

- Diretoria de Engenharia Naval (DEN), outro órgão da DGMM – Destaca-se pela capacitação e competência em projetos de navios e de sistemas marítimos e de propulsão;
- Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), subordinada à Diretoria Geral de Navegação (DGN) – Tem o propósito de apoiar a aplicação do poder naval, contribuir para a segurança da navegação na área marítima de interesse do Brasil e nas vias navegáveis interiores e, ainda, em projetos nacionais de pesquisa realizados em águas jurisdicionais brasileiras resultantes de compromissos internacionais. Os navios hidrográficos e oceanográficos dessa Diretoria têm dado inestimável apoio às atividades de C&TM desde o Atlântico Equatorial até a Antártica, incluindo todo o Atlântico Sul. A Marinha também mantém um serviço de previsão meteorológica e de condições do mar (marés, ondas) em toda a costa brasileira, em convênio com universidades públicas ou no âmbito de programas internacionais;
- Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), órgão da DGN – Tem como missão planejar e executar atividades de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico nas áreas de oceanografia, meteorologia, hidrografia, geologia e geofísica marinhas, instrumentação oceanográfica, acústica submarina e engenharia costeira e oceânica, a fim de contribuir para a obtenção de modelos, métodos, sistemas, equipamentos, materiais e técnicas que permitam o melhor conhecimento e a eficaz utilização do meio ambiente marinho no interesse da Marinha do Brasil. Sua localização privilegiada, em Arraial do Cabo, no Estado do Rio de Janeiro, estimula as atividades eminentemente experimentais *in situ*, incluindo a operação de “raia acústica”;
- Instituto de Pesquisas da Marinha (IPQM), subordinado à DGMM – Sua missão é o desenvolvimento de tecnologias necessárias à Marinha. Para a consecução desse propósito tem, entre suas tarefas, a responsabilidade de manter intercâmbio com os setores industrial, universitário e técnico-científico nas atividades de pesquisa e desenvolvimento de interesse da Marinha. Atua em diversos campos tecnológicos, desenvolvendo projetos de sistemas especiais, sensores, transdutores, sistemas de navegação, de acústica submarina, sistemas de telecomunicação, cerâmicas e materiais especiais.

Além dessas organizações de serviços em C&TM, a Marinha do Brasil mantém uma frota de embarcações hidrográficas especializadas em coleta e processamento de dados oceanográficos que há décadas contribui com o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas por intermédio de convênios com universidades públicas e privadas. Todos os dados oceanográficos obtidos em comissões oceanográficas nacionais e internacionais em águas do mar jurisdicional brasileiro são armazenados no Banco Nacional de Dados Oceanográficos da DHN e, desde 1994, interligados ao Sistema de Inter-

câmbio Internacional de Dados e Informações Oceanográficas (Iode) da Comissão Oceanográfica Intergovernamental da Unesco.

A MB também se preocupa com o ensino e a divulgação navais por meio da Operação Cisne Branco, concurso de redação para alunos dos ensinos fundamental e médio. O objetivo do programa é aumentar a consciência marítima nacional, tendo em vista a importância do mar para a sociedade brasileira.

Em 1974, a MB integrou-se a outros ministérios, formando a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (Cirm), que estabeleceu um arcabouço administrativo e institucional importante para a C&TM brasileira.

5.3.3.2. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar

As ações governamentais, sobretudo interministeriais, para o desenvolvimento sustentável da sócio-economia baseada em recursos marinhos podem ser ampliadas. A Cirm, criada em 1974 pelo Decreto nº 74.557/74 (BRASIL, 1974b), é o arcabouço multi-institucional e logístico para coordenar o aproveitamento do potencial socioeconômico do mar jurisdicional brasileiro. É o órgão apropriado para organizar e induzir programas de longo prazo para a exploração sustentada dos recursos marinhos que interessam a todos os setores da sociedade. Por meio de seus planos plurianuais, põe em prática a Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM) desde 1982. O VI Plano Setorial para os Recursos do Mar tem vigência até 2007 pois, de acordo com o estabelecido na PNRM e na Política Marítima Nacional (PMN), é uma atualização do V PSRM e foi elaborado em conformidade com as normas do Plano Plurianual 2004-2007 do governo federal. O documento contempla as diretrizes de uso e apropriação da zona costeira e da ZEE, em sintonia com os princípios de sustentabilidade preconizados na Rio 92 e nos demais foros de discussão afins. As ações estratégicas do VI PSRM são, basicamente: apoio à pesquisa e às unidades geográficas de conservação da biodiversidade, educação para a conscientização marítima, capacitação para a pesca sustentável, monitoramento oceanográfico e formação de doutores em Ciências do Mar em parceria com o MEC, contemplando onze programas.

As ações da Cirm podem ser fortalecidas e complementadas. Os grandes programas multi-institucionais, como o Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (Remplac), o Programa Antártico (Proantar), o Programa Arquipélago São Pedro e São Paulo (Pro-Arquipélago) e o Goos-Brasil, cujo caráter é prioritariamente científico-investigativo ou prospectivo, são importantes para a avaliação do potencial marinho nacional. Entretanto, ainda há espaço para outros projetos multissetoriais de investigação integrada de novas formas de uso dos recursos marinhos que podem trazer benefícios imediatos e de longo prazo à sociedade brasileira.



Apesar da existência da Cirm, algumas esferas de ação política, administrativa, jurídica, educacional e ambiental do Brasil ainda não se deram conta da importância da ZEE para a economia nacional. Em geral, a sociedade brasileira preocupa-se mais com a conservação dos ecossistemas continentais, como a Floresta Amazônica, o Cerrado, o Pantanal, a Mata Atlântica e os habitats semi-áridos, devido aos conflitos sociais que neles ocorrem. Pouco se discute, por exemplo, a degradação dos recifes coralíneos e manguezais, habitats de importância socioeconômica notória nas regiões central e Nordeste. Berçários ecológicos de valor inestimável para a pesca artesanal, o turismo recreacional e ecológico, a biodiversidade e o potencial biotecnológico são ainda pouco valorizados pela sociedade brasileira.

5.3.4. O potencial socioeconômico do mar brasileiro

No Brasil, a expressão recurso biológico marinho é praticamente sinônimo de recurso pesqueiro, cuja exploração segue um modelo extrativista à exceção da produção da maricultura, que ainda representa uma pequena parte da produção anual. Os recursos físicos já não são mais os únicos não-renováveis, pois recursos biológicos como a pesca, supostamente renováveis, são muitas vezes explorados sem manejo e preocupação com a sustentabilidade dos estoques, a despeito das ações dos órgãos governamentais. De acordo com o relatório do programa Revizee, e conforme descrito no Capítulo 4, muitas espécies de peixes de interesse comercial na região Sul-Sudeste estão sendo exploradas acima de sua capacidade de recuperação, e algumas já podem ser consideradas quase não mais renováveis.

Antes que a C&TM contribua para a reversão desse quadro, é preciso ressaltar que, em geral, o entendimento sobre o significado de recursos biológicos – dos quais a produção pesqueira é uma fração – é incompleto. Recursos biológicos são, na verdade, um reflexo direto dos recursos genéticos disponíveis no país, associados à notória complexidade de habitats marinhos no Brasil. Aqui ocorrem todos os principais ecossistemas costeiros, tais como praias arenosas, costões rochosos, manguezais, estuários, lagoas costeiras, recifes de algas calcárias, recifes de corais endêmicos, ilhas e bancos oceânicos, e o único atol do Atlântico Sul (Rocas). Temos o maior estuário (do Rio Amazonas, no Pará), a maior praia (Cassino, no Rio Grande do Sul) e a maior lagoa costeira do mundo (Lagoa dos Patos, no Rio Grande do Sul). Essa complexidade fisiográfica abriga um estoque genético de valor inestimável e ainda pouco explorado. Os principais recursos marinhos explorados no país e seus conflitos atuais são descritos a seguir:

- **Pesca artesanal e industrial** – A praticamente única forma de exploração de recursos vivos no Brasil tem se dado por meio da pesca artesanal e da pesca industrial, ambas apre-

sentando conflitos entre si e com as demais atividades de uso da zona costeira. O Brasil contribui com menos de 1% da produção pesqueira mundial e o déficit da balança comercial em relação à demanda por proteína marinha só foi revertido recentemente, com o desenvolvimento da aqüicultura continental. É necessário ter cautela com o modelo de gestão pesqueira baseado na dinâmica populacional da espécie-alvo sem levar em conta a estrutura e o funcionamento do ecossistema como um todo.

- **Transporte marítimo** – Nada que possa ser dito neste documento sobre o transporte marítimo acrescentará algo àquilo que já se sabe. A importância do transporte marítimo é notória desde o Descobrimento. A principal via de exportação e importação brasileira sempre foi – e provavelmente sempre será – o mar. Nele transita 95% do comércio exterior nacional. Existem cerca de 75 portos ao longo da costa brasileira. O comércio exterior movimentou recursos da ordem de US\$ 192 bilhões em 2005, com os quais o Brasil gastou US\$ 7 bilhões em frete marítimo internacional. Destes, apenas 3% foram gastos com navios de bandeira nacional. A reversão desse quadro é, sem dúvida, uma questão mais político-administrativa do que tecnológica. No entanto, conflitos entre instalações e atividades portuárias com o meio ambiente e diversas outras atividades costeiras podem ser mitigados com apoio da C&TM. O monitoramento permanente da água e do sedimento por meio de sensores físico-químicos, bem como amostragens biológicas, deve ser considerado prioritário. Extremo cuidado deve ser tomado com espécies invasoras transportadas em águas de lastro ou aderidas ao casco das embarcações, as quais alteram a integridade do ecossistema local. Também a contaminação crônica e aguda por combustíveis e metais pesados é um problema de saúde pública que deve ser monitorado.
- **Turismo** – A meta do Plano Nacional de Turismo é que o setor cresça a uma taxa de 15% ao ano e que o Brasil receba 9 milhões de turistas/ano a partir de 2007, com retorno estimado de US\$ 8 bilhões por ano, o que torna a indústria turística uma das mais rentáveis no país (GOMIDE & MONTEIRO, 2005). O Brasil não sofre com catástrofes naturais (furacões, terremotos e tsunamis) nem está sujeito ao terrorismo como os países europeus e asiáticos, apesar da crescente violência em cidades costeiras. Isso fez com que o eixo do turismo marítimo tenha se voltado para países do Atlântico Sul-Occidental – Brasil, Uruguai e Argentina –, cujo potencial paisagístico é enorme e ainda pouco conhecido pelos turistas europeus, americanos e asiáticos. O porto do Rio de Janeiro é a porta de entrada do turismo marítimo internacional. No entanto, apesar dos avanços das últimas décadas com a abertura desse mercado para empresas internacionais, o turismo marítimo no Brasil é ainda sazonal, recebendo navios apenas entre outubro e março. Além disso, dos 255 navios turísticos em operação no mundo, menos de 50 operam no Brasil. Essa atividade recente no país desenvolveu-se na esteira da infra-estrutura portuária já existente, com passageiros embarcando e desembarcando em terminais de carga adaptados. O turismo marítimo, num país com mais de 8.500 km de costa e amplas e variadas oportunidades



recreacionais, deve ser incentivado por meio do desenvolvimento de terminais modernos – como nos aeroportos internacionais –, específicos para atender visitantes estrangeiros. Em macroescala, a fisiografia regional e a grande diversidade biológica aquática e terrestre do litoral brasileiro dão origem a paisagens de valor inestimável para o turismo e o desenvolvimento imobiliário, ambos em crescimento muitas vezes desordenado. É necessário sólido planejamento sócio-ambiental para que o turismo costeiro e marítimo cresça de forma ordenada e sustentável. Apesar das iniciativas governamentais, nos mais diversos níveis nota-se ainda desrespeito aos valores históricos, culturais e ambientais. Obras e urbanização irregulares, poluição urbana e industrial, contaminação crônica de combustíveis náuticos e substâncias químicas agroindustriais, desmatamento de matas ciliares para plantio de cana-de-açúcar, complexos hoteleiros e carcinocultura substituindo ecossistemas costeiros importantes para a saúde do mar como um todo são alguns exemplos do mau uso do espaço da zona costeira brasileira. Essas atividades devem ser revistas, reavaliadas, organizadas e fiscalizadas. Outro exemplo de desperdício de recursos com potencial para o turismo cultural é o abandono de antigas instalações portuárias e a substituição de residências e bairros tradicionais de estilo colonial adjacentes a antigos portos por edificações contemporâneas. Boas exceções são, por exemplo, Olinda (PE), Paraty (RJ), Búzios (RJ) e Cananéia (SP). Em países europeus, as construções históricas são valorizadas ao extremo, gerando renda e impostos para a municipalidade costeira quando colocadas nas mãos de arquitetos especializados em valorização urbana. Existem diversos exemplos de projetos dessa natureza em países europeus, asiáticos e até africanos, nos quais as antigas estruturas portuárias foram reorganizadas e adaptadas para o turismo de lazer e o comércio local e internacional.

5.3.5. Aproveitamento dos recursos marinhos com tecnologias inovadoras

5.3.5.1. Organização do espaço aquático marinho

Antes de qualquer nova iniciativa específica de utilização é necessário ordenar o uso do espaço costeiro marinho e, sobretudo, do espaço verdadeiramente aquático, de modo a evitar conflitos de interesse no mar. A multidisciplinaridade da ciência oceanográfica permite reconhecer e classificar as condições físicas e químicas do espaço costeiro. Gradientes espaciais de salinidade e de temperatura e padrões de circulação são exemplos de dados ambientais usados para a classificação do meio marinho e contribuem para a ordenação da utilização do espaço para as diversas atividades socioeconômicas.

5.3.5.2. Monitoramento ambiental

Muitos países monitoram há décadas parâmetros hidrográficos e meteorológicos na zona costeira e ao largo, com o intuito de subsidiar políticas públicas nacionais. Agora, mais do que nunca, o monitoramento oceanográfico apóia as políticas internacionais, sobretudo aquelas associadas à poluição costeira, à invasão biológica por água de lastro, à contaminação radioativa e às mudanças climáticas globais, dentre outras.

O país conta com o monitoramento de alguns parâmetros oceanográficos em andamento no âmbito do Global Ocean Observing System (Goos) por meio do Goos-Brasil, operacionalizado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil. Bóias meteoceanográficas transmitem dados básicos de posição, temperatura, salinidade e correntes, além de informações meteorológicas, via satélite, para um banco de dados da DHN que pode ser acessado pelo público. A manutenção desse sistema de coleta de dados em tempo real é um compromisso internacional assumido pelo Brasil nas reuniões decisórias da COI/Unesco para completar a rede de informação global sobre condições oceanográficas. No entanto, a malha de bóias ainda é bastante restrita espacialmente.

Quando se considera a necessidade de subsídio a políticas públicas nacionais de preservação dos ecossistemas marinhos verifica-se a necessidade de priorizar o monitoramento costeiro e em águas da plataforma continental, em oposição às regiões oceânicas profundas. A interface terra-mar contém os habitats costeiros predominantes no país – estuários, manguezais, praias, costões rochosos, lagoas costeiras, arrecifes, recifes de coralíneos, entre outros –, e deve ser preservada para garantir a qualidade de vida da população. A base de dados ambientais pretéritos obtidos ao longo da costa é fragmentada no tempo e no espaço, pois foi sendo pouco a pouco construída por meio da pesquisa acadêmica conduzida pelas instituições de ensino e pesquisa existentes ao longo da costa brasileira. Tais dados, algumas vezes sazonais, são dissociados entre si, ou seja, não constituem uma base regular de monitoramento padronizado de parâmetros oceanográficos. Nesse contexto, é possível que o CNPq e outras agências de fomento tenham, em seus processos, relatórios que contemplem dados primários que poderiam alimentar o Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO), melhorando um pouco o acervo de parâmetros ambientais obtidos na zona costeira nos últimos 40 anos. Muitos desses dados nunca foram publicados.

Um dos parâmetros ainda pouco valorizados no controle ambiental é a salinidade, fundamental para vários processos biológicos, físicos, químicos e sedimentológicos na zona costeira. Sabe-se que, do ponto de vista biológico, a salinidade controla doenças em moluscos naturais e cultivados, define áreas propícias para a maricultura e a distribuição geográfica de habitats importantes do ponto



de vista socioeconômico e ambiental – manguezais, marismas, recifes de coral – e estabelece barreiras naturais contra a invasão de espécies exóticas nocivas, além de exercer efeito fisiológico regulador sobre os organismos marinhos. Do ponto de vista físico, a salinidade controla diretamente os gradientes termodinâmicos em estuários, a espessura da zona de mistura em águas de plataforma, a estratificação vertical nas proximidades da costa, o regime de ondas internas, os fluxos de águas com densidades contrastantes que acarretam movimentos verticais, e as trocas gasosas na interface água-ar. Esses processos, por sua vez, alteram a posição da cunha salina em estuários, modificando padrões de sedimentação e futuras previsões de dragagens, afetando o calado e, conseqüentemente, a capacidade de carga comercial dos navios. A salinidade também deve ser considerada na construção de obras costeiras e na corrosão de estruturas industriais.

É fundamental o estabelecimento operacional de uma rede costeira de monitoramento de parâmetros físicos, químicos e biológicos que se valha parcialmente da infra-estrutura logística existente. O Canadá, por exemplo, utiliza seus faróis não apenas como apoio à segurança da navegação costeira, mas também como bases de coleta de dados físicos. Algumas das bóias sinalizadoras em áreas portuárias poderiam ser utilizadas para a instalação de estações autônomas de coleta contínua de dados de salinidade, temperatura, turbidez, clorofila e velocidade de corrente nos 75 portos situados ao longo da zona costeira.

5.3.5.3. Ressurgências artificiais

Em 1971, o almirante Paulo Moreira da Silva idealizou e implantou o Projeto Cabo Frio. Estava além de seu tempo. Seu projeto pretendia aproveitar a ressurgência da água profunda, fria e rica em nutrientes (ACAS) existente ao largo da Ilha de Cabo Frio para fertilizar a Baía dos Anjos e, ao mesmo tempo, produzir microalgas em tanques de cultivo em massa para o desenvolvimento de um centro experimental para o desenvolvimento da maricultura de algas, moluscos, crustáceos e peixes. O projeto também previa a produção de gelo e energia decorrente da queda da água bombeada da costa ao largo da Ilha de Cabo Frio. Devido à carência de quelantes orgânicos da água ressurgida, uma característica comum em águas profundas, o potencial de fertilização da ACAS recém-ressurgida não foi tão alto como se esperava, e o projeto não apresentou os resultados previstos. Entretanto, os princípios do Projeto Cabo Frio ainda são válidos e os experimentos inovadores do almirante deveriam ser retomados com a tecnologia e os conhecimentos oceanográficos atualmente disponíveis.

O uso da engenharia costeira e da modelagem física para alterar padrões de circulação da água costeira, provocando ressurgências artificiais ou aumentando seu tempo de residência, já está em uso

no Japão, e visa exclusivamente à retenção de larvas em locais de captação de sementes para atender à maricultura de ostras e mexilhões (SUMI & WADA, 2000).

As ressurgências artificiais são mecanismos de fertilização em massa da zona eufótica, com aplicação direta a sistemas de maricultura de moluscos e algas, exatamente o que o Projeto Cabo Frio pretendia. Blocos de concreto ou morros de areia são dispostos perpendicularmente ao fluxo principal da maré, causando resistência e ascensão de águas subsuperficiais mais ricas em nutrientes (SUZUKI & TAKAHASHI, 1997; WADA et al., 1988).

5.3.5.4. Tecnologia ROV

A tecnologia de inspeção submarina com mini-submarinos operados por controle remoto tem aplicações diversas em quase todos os setores de atividades marítimas e de investigação oceanográfica. É útil para acessar áreas remotas dos oceanos, apoiando a salvação, a inspeção submarina em cabos e estruturas industriais, a prospecção biotecnológica e o apoio à coleta de organismos em habitats nos quais a presença do homem é difícil e arriscada. Também pode ser aplicada à educação ambiental e como apoio ao mergulho autônomo, em operações nas quais a presença de mergulhadores seja necessária. O desenvolvimento tecnológico de mini-submarinos está tão adiantado que eles são usados até no turismo. Seus custos caíram vertiginosamente na última década, dependendo dos objetivos da aplicação.

5.3.5.5. Biotecnologia marinha

Outros recursos são os princípios bioativos produzidos pela máquina biológica marinha. Catalisada pelo interesse industrial, a biotecnologia é um dos ramos da ciência aplicada que mais cresce, embora seja praticamente inexplorada no Brasil, que ainda se encontra às voltas com iniciativas experimentais e fragmentadas no nível acadêmico. O mar é uma fonte inexplorada de substâncias bioativas produzidas principalmente por algas, invertebrados sésseis – esponjas, ascídias, cnidários bênticos – e bactérias de grande potencial nas indústrias médico-farmacológica, cosmética e alimentícia (POMPONI, 2001). Pomponi (2001) elenca compostos bioativos licenciados para pesquisas contra o câncer, incluindo a isogranulatimida, extraída no Brasil da ascídia *Didemnum granulatum* e licenciada para laboratórios canadenses. Também lista exemplos de produtos extraídos da biodiversidade marinha comercialmente disponíveis.



O Brasil busca acompanhar os avanços da biotecnologia por intermédio do fomento à pesquisa no âmbito de editais do MCT e de programas especiais. Existem iniciativas, ainda experimentais, de cultivo de macroalgas para a extração de carrageninas e de agar de algas vermelhas do gênero *Gracilaria*, e de exploração de bancos da macroalga *Laminaria abyssalis* na plataforma externa do Espírito Santo e, possivelmente, no talude do Banco de Abrolhos para a indústria de alginatos.

O cultivo em massa de microalgas é uma tecnologia promissora como fonte de ácidos graxos, que podem ser aplicados em tratamentos terapêuticos, e, sobretudo, de massa orgânica para a produção de biodiesel. Caso essa tecnologia se revele viável, os benefícios serão enormes não apenas do ponto de vista energético, mas do ponto de vista ambiental. Deve-se considerar a possibilidade de substituição parcial da soja para a produção de biodiesel.

5.3.5.6. Oceanários educativos

Os oceanários têm um papel importantíssimo na pesquisa marinha, na educação ambiental e no turismo recreativo responsável, gerando milhões de empregos diretos e indiretos. Devem ser superdimensionados, de modo a tentar reproduzir os cenários em escala real e as características dos habitats marinhos e das macrocomunidades dominantes. Necessitam de paredes de concreto armado, impermeabilizadas e reforçadas para suportar a pressão de milhões de litros de água, tecnologia de saneamento básico para limpeza, e sistemas de filtração e bombeamento de água para circulação. Empregam arquitetos, engenheiros e técnicos especializados em construção de estruturas resistentes à água salgada (BRANDINI, 2006).

A cultura de aquários educativos e recreacionais no Brasil ainda é incipiente. Resume-se à aquarofilia decorativa e comercial, que depreda os rios e os recifes de corais. Embora os aquários públicos localizados em Santos e em Ubatuba (SP) tenham sido construídos com a melhor das intenções, ainda estão longe de cumprir o papel sócio-ambiental dos grandes oceanários norte-americanos e europeus. Infelizmente, as autoridades municipais, a iniciativa privada e a indústria turística nunca deram a devida importância aos aquários públicos como alternativa de lazer e, ao mesmo tempo, como ferramenta educativa.

O Brasil necessita urgentemente de um programa interministerial, com apoio empresarial, para o desenvolvimento de oceanários – dimensionados de acordo com as características regionais de público e habitats – ao longo da costa. Oceanários educativos e recreacionais elevam sobremaneira o patamar socioeconômico local e promovem a conscientização da população sobre a importância

dos recursos marinhos. O público-alvo que mais se beneficia – e, conseqüentemente, virá a respeitar o ambiente marinho – desse tipo de instrumento é constituído por alunos do ensino fundamental e médio, além da população e de turistas em geral.

5.3.5.7. Geração artificial de ondas

O retorno financeiro da prática do surfe para a sócio-economia costeira é significativo, pois envolve gastos com hotéis, transporte, restaurantes e equipamentos. No Brasil, a prática iniciou-se timidamente no litoral de Santos, de Ubatuba e do Rio de Janeiro na década de 1960, e cresceu vertiginosamente – de tal forma que os circuitos mundiais desse esporte incluem, atualmente, as praias de Florianópolis e do Rio de Janeiro para completar seus campeonatos. No entanto, os locais dotados de “ondas perfeitas” tornam-se superpopulados, implicam perigos de acidente, conflitos com outras atividades turísticas e distribuição de renda concentrada.

A geração de ondas com tecnologia de engenharia costeira amplia a oferta de locais apropriados para a prática do surfe e distribui melhor a renda do comércio associado ao longo de regiões costeiras, antes não privilegiadas pelas “ondas perfeitas”. A Austrália, a Nova Zelândia e os EUA são pioneiros na criação de locais experimentais para a geração de ondas. Hoje, a tecnologia trouxe as ondas para fora do mar. Há centros de lazer náutico cuja atração principal são ondas artificiais geradas em tanques específicos para a prática do esporte.

5.3.6. Impactos antrópicos

Em termos estruturais e funcionais a compreensão integrada dos ecossistemas costeiros e oceânicos é de grande relevância não apenas para permitir o aproveitamento racional dos recursos marinhos, mas também para subsidiar o adequado manejo destes, de forma a garantir a manutenção do equilíbrio e a preservação da biodiversidade. A análise integrada deve incluir o levantamento das informações químicas, com ênfase especial nos processos de enriquecimento e reciclagem de nutrientes, recrutamento, interações tróficas e fluxos de energia.

Nas últimas décadas, avanços significativos na pesquisa mundial têm propiciado compreensão crescente dos processos marinhos, de escalas moleculares até bacias oceânicas. A perspectiva química tem fornecido informações críticas e conhecimentos sobre muitas questões nas áreas da oceanografia biológica, física e geológica.



Alguns encaminhamentos na área química provavelmente serão cruciais para o futuro do impacto humano no planeta e, em especial, nos oceanos. Três categorias principais são especialmente férteis para descobertas futuras. A primeira é a interação entre as fronteiras dos maiores reservatórios, incluindo as trocas gasosas entre a atmosfera e o mar e os fluxos advectivos entre os continentes e os oceanos, que possibilitam a resolução de importantes balanços de massa da superfície da Terra. A segunda compreende a avaliação química da sustentação da vida nos oceanos, incluindo seus efeitos nas ciclagens dos elementos na superfície dos oceanos e as formas de matéria orgânica que fornecem energia a várias formas de vida. A última, e talvez a mais importante, refere-se às ligações entre as mudanças ambientais e a química dos oceanos, que têm relevância tanto local como global.

A seguir, serão avaliadas as trajetórias das pesquisas químicas futuras, reforçando sua importância na solução de vários problemas. A figura clássica do controle simples da vida marinha pelos nutrientes maiores vem se aprofundando em estudos que envolvem os elementos traço, a ciclagem da matéria orgânica e as mudanças nas razões dos nutrientes. Essas variações, bem como o controle da vida marinha, serão mais bem compreendidas a partir da disponibilidade de novas tecnologias e de novas interfaces com as ciências físicas e biológicas.

A capacidade dos oceanos para sustentar a vida e o papel da vida na manutenção da constituição química dos oceanos são extremamente afetados pelo transporte e pela distribuição dos nutrientes. Assim sendo, são necessários estudos mais aprofundados sobre como os nutrientes maiores e menores são transportados para a zona eufótica, como afetam a estrutura da comunidade, e como esses processos são influenciados pelas mudanças antrópicas.

O papel das margens oceânicas como processadoras do material oceânico ganhou novo significado. É importante saber como essas áreas são afetadas pela maciça colonização das regiões costeiras. As margens influenciam os ciclos biogeoquímicos em grandes extensões dos oceanos, além de serem altamente suscetíveis a influências antropogênicas. Processos que ocorrem nelas – tais como introdução de matéria orgânica, formação mineral e desnitrificação – afetam o equilíbrio oceânico de muitos elementos. A compreensão da complexidade altamente variável das conexões químicas, físicas, biológicas e geológicas nas margens fornecerá informações necessárias para a ocupação sustentável das áreas costeiras.

É de grande importância entender por que a matéria orgânica das águas oceânicas é diferente daquela trazida pelos rios, a despeito do fato de estes, aparentemente, serem a maior fonte de carbono orgânico para os oceanos. A matéria orgânica deve ser caracterizada em escala molecular para permitir o entendimento de sua preservação, seu transporte e sua interação com outros materiais

orgânicos. As microarquitecturas às quais esses materiais são agregados controlam a reatividade, com implicações para a produção primária e secundária, os processos fotoquímicos, a formação mineral e a dinâmica dos metais traço.

Durante longo tempo o oceano foi considerado depósito de dejetos, com base na hipótese de que qualquer substância potencialmente tóxica seria diluída e transportada pelas correntes para longe da linha de costa. Entretanto, hoje se sabe que a capacidade de assimilação de muitas das águas costeiras foi excedida e que alguns dos resíduos nelas despejados, mesmo em quantidades muito pequenas, podem ter efeitos significativos em comunidades e espécies situadas em áreas distantes dos pontos de descarga.

Os estuários são locais de grande produtividade, nos quais os poluentes são rapidamente transferidos através da cadeia trófica. Assim, ainda que os processos físicos tendam a manter ali os poluentes, seus impactos são transmitidos para o oceano aberto por muitas espécies que usam essas regiões como áreas de reprodução.

Um fator que dificulta o controle da poluição marinha é o desconhecimento de níveis naturais de ocorrência de muitas substâncias potencialmente contaminantes. Há poucos dados sobre a composição química de oceanos não poluídos, pois muitas das técnicas analíticas foram desenvolvidas recentemente. A avaliação do impacto de um poluente também é difícil, pois seus efeitos podem ser complexos e de longo prazo. Considerando que os organismos marinhos tendem a concentrar em seus tecidos os poluentes, estes podem ser bioacumulados ou biomagnificados ao longo da cadeia trófica. Como a biomagnificação e outros processos de transporte levam tempo, os efeitos negativos podem não se tornar evidentes em curto prazo. Isso faz com que a relação causal direta entre o poluente específico e a mudança ambiental seja muitas vezes difícil de ser estabelecida. Os efeitos podem incluir mudanças fisiológicas, comportamentais e ecológicas, assim como aumento da suscetibilidade ao estresse ambiental. Em outras palavras, os poluentes podem ter impactos que se estendem por muitos níveis da organização biológica.

O estresse ambiental tem efeito negativo na taxa de crescimento e de reprodução. O monitoramento dessas características fornece indicações sobre os efeitos subletais de um poluente. Uma avaliação que leve em conta o crescimento é particularmente útil e pode ser feita *in situ*. Mas as condições requerem o conhecimento de variações sazonais e do comportamento antes da poluição. Outros métodos de monitoramento em desenvolvimento são baseados na detecção de biomoléculas, tais como as enzimas, que são produtos específicos do metabolismo de poluentes.



Outra dificuldade para medir a poluição marinha é o enorme número de compostos que a ação humana introduz no mar. São necessárias técnicas analíticas para monitorar a presença e os efeitos desse grande número de poluentes em potencial. Com tantas substâncias presentes, podem ocorrer efeitos sinérgicos. Os poluentes interagem, de forma que a combinação de seus efeitos geram impactos ainda mais difíceis de serem previstos do que a simples soma de seus efeitos individuais.

5.3.7. Aspectos geológicos

O grau de conhecimento geológico e geomorfológico sobre as zonas emersas e submersas do litoral e da margem continental brasileira é muito díspar. Se nas últimas quatro décadas diversos institutos e grupos de pesquisa, entidades de fomento e empresas de economia mista e privada têm patrocinado e gerado um significativo aprimoramento do conhecimento das características geomorfológicas, texturais e composicionais dos sedimentos que constituem as planícies costeiras, os conhecimentos sobre a fisiografia e a distribuição dos tipos de fundo que recobrem a plataforma continental são apenas localmente mais detalhados.

Tradicionalmente, ao longo de quase dois séculos de investigação com relação aos fundos oceânicos e seus substratos, os aspectos relacionados à geologia das áreas do planeta subjacentes aos oceanos estiveram mais diretamente vinculados ao aproveitamento econômico dos recursos minerais marinhos.

Aspectos relacionados ao aproveitamento sustentável de regiões costeiras e marinhas rasas, seja pela indústria do turismo, seja como suporte das atividades econômicas relacionadas ao comércio internacional e à urbanização crescente desses ambientes transicionais, foram desconsiderados até o incremento das preocupações ecológicas e ambientais pela humanidade, que ganhou ímpeto nas duas últimas décadas do século 20.

Aliado às formas tradicionais de ocupação das áreas litorâneas por comunidades pesqueiras e núcleos urbanos, o incremento da opção social por atividades ligadas à indústria do turismo tem gerado uma demanda por grandes obras civis nas zonas costeiras (marinas, portos e hotéis, por exemplo). A falta de interação entre o conhecimento científico acerca dos processos de dinâmica costeira e as necessidades desse tipo de atividade econômica coloca em risco tanto os empreendimentos como o próprio ambiente marinho.

O conhecimento da geologia da região costeira é fundamental para a compreensão da estrutura, da morfologia e da distribuição dos sedimentos da plataforma submersa. Vários alinhamentos e estru-

turas visíveis nas rochas do continente podem ser encontrados na margem continental. A existência de altos fundos na margem continental pode ser explicada pelo estudo da petrologia e da idade das atividades vulcânicas no continente adjacente. O clima do continente tem grande influência sobre os tipos de sedimentos encontrados na plataforma continental.

Nas seqüências deposicionais das bacias sedimentares marinhas estão preservados os registros das variações climáticas do planeta correspondentes a centenas de milhares de anos, em especial daquelas ocorridas a partir do último máximo glacial. Dessa forma, aprimorar o conhecimento geológico e geofísico das margens continentais e das áreas costeiras limítrofes é um instrumento de planejamento, execução e controle de caráter permanente e evolutivo que define, orienta, consolida, prioriza, quantifica, totaliza e acompanha as ações a serem empreendidas nas diversas esferas administrativas do governo, em consonância com a comunidade científica e com empresas públicas e privadas. A preocupação básica é atender às necessidades de conhecimento geológico do fundo marinho da plataforma continental jurídica brasileira, bem como suas implicações para a avaliação dos recursos minerais, das questões ambientais, do manejo e da gestão integrados da plataforma e da zona costeira associada.

Como anteriormente mencionado, a plataforma continental jurídica brasileira (PCJB) é pouco conhecida até o momento, o que dificulta o estabelecimento de políticas e estratégias governamentais. Apesar de sua expressiva dimensão, a ZEE e a PCB não têm sido objeto de pesquisa científica e mineral sistemática – com exceção dos interesses voltados ao petróleo e ao gás –, permanecendo como elemento pouco utilizado para o desenvolvimento sustentável do país.

As primeiras informações sobre os sedimentos de fundo da margem continental brasileira foram obtidas pela expedição do *H.M.S. Challenger*, que, ao longo de 1873, coletou dezenove amostras na plataforma nordestina. Posteriormente, entre 1925 e 1927, mais 37 amostras foram coletadas pelo navio oceanográfico *Meteor*. Ao longo de mais de quarenta anos, e em grande parte como decorrência dos levantamentos realizados pelo Projeto de Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira – ao qual estiveram ligados a Petrobras, a CPRM, o DNPM e todas as instituições integrantes do PGGM, sob os auspícios do CNPq –, e, mais recentemente, dos levantamentos realizados no âmbito do Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira (Leplac), coordenado pela Cirm, passou-se a ter um conhecimento geológico em escala de reconhecimento.

Ainda hoje, o levantamento executado e publicado pelo Remac nos anos 1970, na escala de 1:3.500.000, é o único estudo desenvolvido ao longo de toda a margem brasileira que utilizou a mesma metodologia, além de ser o único levantamento sistematizado já disponibilizado para a comunidade nacional.



Originalmente, o primeiro impulso para o desenvolvimento dos estudos geológicos marinhos no Brasil foi a criação em 1969, no âmbito da DHN, do Programa de Geologia e Geofísica Marinha que, com a execução de 24 Operações Geomar em toda a PCB, coletou e analisou cerca de 3.100 amostras de sedimentos da superfície do fundo. Paralelamente, foram realizados detalhamentos sedimentológicos de segmentos limitados da margem continental brasileira na segunda metade do século passado, por interesse de instituições de pesquisa e de ensino nacionais e estrangeiras. Entre eles destacam-se os estudos multidisciplinares realizados na plataforma amazônica (AmasSeds), por convênio entre universidades norte-americanas e nacionais, cujo objetivo era compreender os processos oceânicos associados ao enorme fluxo de água doce e ao material em suspensão trazido pelo Rio Amazonas.

Observa-se, também, que há falta de padronização nos levantamentos executados no que tange à análise das amostras coletadas, bem como falta de sistematização nas malhas de amostragem ocupadas durante as expedições oceanográficas. Em consequência, certas áreas estão bem amostradas enquanto em outras há grandes espaços sem coleta, o que acarreta diferentes graus de precisão nos mapeamentos.

Recentemente, o Programa Revizee incluiu o levantamento de dados pretéritos referentes à geologia marinha, além de viabilizar importante trabalho realizado pelo PGGM, intitulado *Levantamento Bibliográfico sobre a Geologia Marinha no Brasil, 1841-1992*, a mais completa coletânea de referências bibliográficas sobre a geologia e a geofísica marinhas do país.

O Brasil vem desenvolvendo há cerca de vinte anos o Leplac, programa do governo instituído pelo Decreto nº 95.787, de 07 de março de 1988 (BRASIL, 1988a), posteriormente atualizado pelo Decreto nº 98.145, de 15 de setembro de 1989 (BRASIL, 1989c), cujo propósito é estabelecer o limite externo da PCB. Com relação ao conhecimento geofísico das estruturas condicionantes da origem, do estabelecimento espacial e da evolução sedimentar da margem brasileira, o Leplac, no período de 1987 a 1996, executou cerca de 150 mil km de linhas de perfilagem sísmica, batimétrica, magnetométrica e gravimétrica, constituindo-se no único levantamento geofísico sistemático desenvolvido ao longo de toda a margem continental brasileira. Entretanto, os seus resultados ainda não foram disponibilizados para a comunidade nacional.

As demandas atuais e futuras da humanidade, advindas da necessidade de aproveitamento e preservação das áreas marinhas quando confrontadas com o grau de conhecimento e detalhamento existente sobre a PCB, possibilitam identificar os principais problemas a serem equacionados para o progresso nas áreas de ciência e tecnologia vinculadas aos conhecimentos geológicos e geofísicos das áreas marinhas do país.

Basicamente, três são os temas a serem destacados:

- Sistematização das informações pré-existent, em especial aquelas relacionadas à cobertura sedimentar atual e seus condicionamentos estruturais;
- Detalhamento das inter-relações entre as áreas costeiras e marinhas, em especial nas áreas potencialmente suscetíveis a fenômenos erosivos e de inundação, frente às previsões de ascensão do nível do mar para as próximas décadas;
- Reconhecimento da variabilidade sedimentar quaternária (paleoceanografia), decorrente das variações climáticas ao longo dos registros sedimentares preservados nas bacias oceânicas, como elemento identificador das alterações das características deposicionais a partir da influência antrópica.

Políticas de ocupação, de uso estratégico e de aproveitamento econômico sustentável não podem ser efetivadas no meio marinho sem que as características gerais – e de grande escala – da geologia e da geofísica da PCJB sejam conhecidas. Uma grande soma de recursos econômicos e humanos e um longo período de tempo precisam ser alocados para o estabelecimento de prioridades de detalhamento de segmentos das áreas juridicamente nacionais.

Em consonância com os objetivos estabelecidos para o Leplac, a Cirm criou um Comitê Executivo por meio da Resolução nº 004/97, de 03 de dezembro de 1997, no âmbito do Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira, com o objetivo de avaliar o potencial mineral da PCJB (BRASIL, 1997b).

Para os levantamentos de detalhamento, as etapas de amostragem dependem de meios flutuantes equipados com instrumental de coleta de amostras de fundo e subfundo e de levantamentos geofísicos. A carência de meios flutuantes com tal capacidade no país é notória. Projetos específicos de reconhecimento das características geológicas e geofísicas de áreas mais profundas, talude e sopé continentais contidos nos domínios da PCJB deverão ser consolidados de forma distinta àquela proposta para as áreas mais rasas e a plataforma continental, tanto em razão do pequeno conjunto de informações existentes acerca das características geológicas e sedimentares desses compartimentos fisiográficos como pela necessidade de utilização de técnicas específicas de levantamento geofísico e de amostragem sedimentar dos fundos e subfundos. Os únicos conjuntos de informações sistematizados dessas áreas foram obtidos pelo Leplac, cuja cobertura amostral é bastante reduzida.

O desaparecimento potencial dos espaços físicos costeiros se vincula mais fortemente aos avanços do mar, especialmente aos fenômenos naturais e induzidos relacionados à elevação do nível do



oceano, às modificações do clima de ondas incidentes sobre a costa e à falta de sedimentos. O aumento relativo do nível médio do mar, mesmo que pequeno, é de grande significado e importância, embora não chegue a causar inundações espetaculares nas áreas costeiras.

A perda de terras costeiras localizadas em áreas pouco elevadas pode rapidamente destruir variados e importantes ecossistemas, como lagunas, lagoas e manguezais. Além da inundação das áreas topograficamente rebaixadas, o aumento do nível médio do mar pode alterar o equilíbrio energético desses ambientes, causando grandes mudanças nos processos de dinâmica sedimentar e implicando, inclusive, na possibilidade de erosão de amplas áreas costeiras. Os significados, as causas e as consequências de um aumento global do nível do mar – além de como esse aumento está relacionado ao efeito estufa – ainda não são suficientemente compreendidos. Mesmo que os valores das taxas de eleva o do nível marinho e sua interpreta o sejam controversos, se no próximo século o aquecimento global provocar aumentos do nível médio nas mesmas ordens de grandeza das taxas observadas atualmente os problemas decorrentes serão intensificados. Estudos realizados em diferentes regiões costeiras situadas ao redor de todos os continentes apontam quadros de desequilíbrio dinâmico, com perdas significativas dos espaços físicos necessários ao desenvolvimento das variadas e peculiares atividades humanas junto   linha de costa. Os efeitos desse fenômeno de subida relativa serão mais significativos nas áreas de baixos relevos, onde se estabeleceram aglomerados urbanos com alta concentra o populacional.

A extensa costa do Brasil apresenta ecossistemas tropicais e subtropicais habitados por faunas e floras diversas. O predomínio de relevos pouco elevados, conjugados a extensas áreas com diminutas taxas de ocupa o, implica a qualifica o de graus de potencial de risco   inunda o pouco significativos para a grande maioria do território costeiro brasileiro. Mesmo que, ao longo das próximas décadas, taxas mais acentuadas de eleva o do nível médio do mar possam vir a inundar mais intensamente áreas topograficamente pouco elevadas, a ausência de ocupa o humana mais extensiva não deverá acarretar altera es de impacto no atual quadro de estabilidade do litoral. Essas áreas não se converterão em futuras regiões de alerta frente a fenômenos potenciais de eleva o do nível marinho, mas já se constituem em setores costeiros que demandam a es de interven o mais imediata, visando ao planejamento e ao ordenamento do espaço. Porém, áreas rebaixadas junto   linhas de costa já com adensamento populacional significativo estarão submetidas, em médio prazo, a vetores indutores de perdas de espaços físicos, com sérias implica es econômicas e sociais.

Importantes iniciativas coordenadas pelo governo brasileiro, como o Programa de Gerenciamento Costeiro (Gerco), o Macrodiagnóstico da Zona Costeira e os Projetos de Gestão Integrada da Orla Marítima desenvolvidos no âmbito do Ministério do Meio Ambiente e, mais recentemente, a edi-

ção do estudo sobre a erosão e progradação do litoral brasileiro, realizado pelo PGGM também sob a orientação do MMA, têm servido para evidenciar, aos tomadores de decisão locais, regionais e nacionais, a existência e a localização de várias áreas de risco elevado ao longo de todo o litoral brasileiro.

Apenas a continuidade desses programas de identificação e ordenamento territorial e o treinamento permanente de pesquisadores e técnicos na identificação e intervenção corretiva dos processos erosivos de áreas costeiras, aliados à priorização das áreas de maior potencial de risco ao longo do litoral brasileiro, permitirá aos tomadores de decisão preservar áreas de importante valor econômico e social.

A terceira questão relacionada aos aspectos geológicos e geomorfológicos da PCJB que demanda um equacionamento está diretamente vinculada ao conhecimento da variabilidade sedimentar quaternária (paleoceanografia) das seqüências sedimentares das bacias marginais brasileiras. As seqüências sedimentares que preenchem as bacias oceânicas contêm não apenas importantes recursos econômicos, mas também parte significativa da história geológica recente do planeta. Os testemunhos dos sedimentos dos fundos marinhos revelam um passado de mudanças climáticas, de avanços e recuos de superfícies geladas sobre as áreas marinhas e continentais, bem como de alterações de centenas de metros do nível do mar quaternário, essenciais para que se possa compreender os processos ambientais das últimas centenas de milhares de anos e minimizar riscos futuros. Instituições de pesquisa de países desenvolvidos e grupos de pesquisadores renomados já detêm a competência necessária para a construção de modelos integrados de variações do nível do mar, dos movimentos das placas tectônicas, das placas de gelo e das variações climáticas com razoável nível de precisão, embora eles ainda não permitam prever as conseqüências dessas variabilidades, principalmente se as perturbações futuras estiverem também associadas a perturbações naturais insuficientemente conhecidas. Aumentar o conhecimento que se tem sobre as variações ocorridas no passado é uma das formas de aprimorar os modelos de previsão.

Nesse sentido, a prospecção científica dos fundos oceânicos tem capacidade ímpar para responder a um vasto leque de questões de longo e curto prazos, com grande valor de aplicação prática. Porém, investigações voltadas a esse tema exigem especialização científica e capacitação técnica, o que implica custos elevados. As questões relacionadas ao reconhecimento da variabilidade sedimentar quaternária decorrente das variações climáticas ao longo dos registros sedimentares preservados nas bacias marginais da margem continental brasileira como elemento identificador das alterações das características deposicionais vinculadas aos eventos de mudança climática do Quaternário Superior (ou seja, os últimos 17 mil anos) são fundamentais na elaboração e na calibração de modelos de previsão que permitiriam minimizar riscos futuros.



A capacidade científica nacional instalada ainda está limitada a pequenos grupos de pesquisadores alocados em instituições de ensino e pesquisa, em especial aqueles ligados a linhas de pesquisa desenvolvidas em programas de pós-graduação. Essas linhas de pesquisa contemplam análises e interpretações de seqüências sedimentares pouco profundas, obtidas e disponibilizadas, de forma limitada, por instituições de pesquisa estrangeiras e companhias petrolíferas. Os meios flutuantes com capacidade de execução de testemunhagens de seqüências sedimentares métricas nas bacias sedimentares da margem continental brasileira são poucos. Apenas as companhias petrolíferas têm capacidade instalada para a obtenção de colunas sedimentares longas o suficiente para abranger o período de variabilidade climática a partir do último máximo glacial.

Um programa de capacitação técnica e científica, bem como a preparação de meios flutuantes capazes de executar testemunhagens profundas, são indispensáveis ao estabelecimento de objetivos e metas de médio e longo prazos. Além disso, acordos de cooperação com as empresas petrolíferas deverão ser encaminhados para permitir que, até os anos 2020, o país possa associar aos estudos de variação climática das áreas emersas o conhecimento das alterações ocorridas no passado recente, de forma a aprimorar os mecanismos de interpretação, de previsão e de planejamento futuros em condições de risco minimizadas.

5.3.8. Discussão

Durante a Rio 92 os líderes empresariais assumiram pela primeira vez a responsabilidade pelos custos ambientais da produção industrial (SCHMIDHEINY, 1992). Ações conjuntas entre os governos – primeiro setor –, as empresas privadas – segundo setor – e a sociedade civil organizada – terceiro setor – têm auxiliado na solução de questões socioeconômicas e ambientais em todo o país. Nos oceanos e nas zonas costeiras, entretanto, essa colaboração ainda é incipiente, e as metas descritas no Capítulo XVII da Agenda 21 ainda não foram cumpridas.

Até agora, a principal iniciativa de ação governamental nesse sentido foi a articulação interministerial para a educação e o uso sustentado dos recursos marinhos por intermédio da Cirm. Entretanto, os esforços da Cirm ainda são insuficientes. O Brasil ainda mantém um patamar baixo de domínio e exploração racionais de seus recursos marinhos mesmo após décadas de apoio à pesquisa oceanográfica pelo CNPq e pelos editais específicos do MCT (Pronex, PADCT, Milênio) e do Fundo Nacional do Meio Ambiente do MMA, do esforço de diagnóstico do Revizee, do Pronabio e do ordenamento pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), da mais recente Política Nacional de Ciência e Tecnologia Marinha do MCT, dos últimos vinte anos de vigência do PSRM (Cirm), e de todos os do-

cumentos de diagnose produzidos nos âmbitos governamental e não-governamental. Além disso, o patamar socioeconômico das comunidades costeiras mais carentes piorou muito nas últimas décadas, como consequência do decréscimo de seus recursos tradicionais e da degradação ambiental.

A proposta de um Plano Estratégico Multi-Setorial de longo prazo para o uso do mar e dos recursos marinhos pode ser a melhor alternativa para posicionar o Brasil num patamar de desenvolvimento tecnológico marítimo comparável ao de outros países costeiros nos próximos vinte anos, de modo a consolidar o país como nação marítima soberana no Atlântico Sul e Equatorial. Uma nação reconhecida na esfera internacional deve ser capaz de desenvolver mecanismos tecnologicamente avançados para a exploração sustentável de seu mar territorial. A resposta a essas iniciativas de fomento e de apoio institucional pode ser na forma de projetos inovadores, com ações práticas voltadas à reversão da queda dos índices sociais e da ameaça de degradação ambiental na zona costeira, problemas que, se não forem solucionados rapidamente, resultarão na perda de oportunidades inestimáveis para a exploração adequada dos recursos marinhos brasileiros. O maior desafio de tal planejamento é identificar essas propostas alternativas e inovadoras, subsidiando-as financeiramente e fornecendo-lhes recursos humanos de origem multi-setorial para promover a concretização de suas metas ambientais, econômicas e sociais.

5.4. Oceanografia operacional

A maior parte das ações propostas nas seções 4.2 e 4.3 requer atividades contínuas de observação e previsão de parâmetros marinhos. Além disso, a segurança das inúmeras atividades marinhas – tais como operações de navegação, atividades *offshore*, exploração dos recursos marinhos, sistemas de proteção ambiental local e global – depende da capacidade adequada de monitorar as condições ambientais, bem como de entender e prever a evolução temporal dos oceanos e de seus recursos.

Diferentemente das necessidades da pesquisa acadêmica, caracterizada pela coleta intermitente de dados para a realização de estudos científicos, na oceanografia operacional (OcOp) os dados devem ser coletados continuamente e disponibilizados em curto espaço de tempo para tomadas de decisão. Além do mais, devem ser aplicados por meio de técnicas de assimilação em modelos numéricos de previsão oceânica, cujos resultados também devem ser disponibilizados para todo o público em ambiente aberto de rede.

Pode-se dizer que a OcOp caracteriza-se pela ênfase na preparação de equipamentos e sensores, nas



suas calibrações, na instalação de equipamentos no mar e na coleta, na edição, no processamento e na interpretação rotineira de dados, com o intuito de:

- Gerar descrição acurada do estado presente do mar, incluindo os recursos vivos;
- Gerar continuamente prognósticos das condições futuras do mar;
- Analisar dados paleoceanográficos, provendo descrição de estados passados e séries temporais e mostrando tendências e mudanças.

A OcOp também inclui a rápida transmissão dos dados coletados a centros computacionais para assimilação em modelos numéricos de previsão. As saídas dos modelos geram aplicações diretas, freqüentemente em níveis locais ou regionais. Os dados finais e as previsões obtidas devem ser rapidamente distribuídos para os usuários, que são as agências governamentais, as autoridades reguladoras, a indústria, a agricultura, o comércio e o público em geral.

5.4.1. Desenvolvimento de modelos matemáticos numéricos regionais

Modelos matemáticos numéricos podem ser usados para simular o comportamento do oceano e suas mudanças em resposta às forçantes externas. São tradicionalmente utilizados para a produção de cenários e projeções de mudanças climáticas, e atualmente ocupam posição destacada entre as ferramentas de apoio às operações nas zonas costeiras e oceânicas.

Os modelos numéricos podem converter dados observados, não sinópticos, em ricos campos de informações sinópticas, incluindo as localizações prováveis de frentes marinhas e de áreas de vórtices e de correntes, além de outras importantes características estruturais da coluna de água. A princípio, esses modelos podem ser inicializados com dados climatológicos decorrentes de observações coletadas durante períodos de vários anos, e forçados por dados meteorológicos. Os modelos globais atualmente utilizados são de grande relevância para estudos relativos às mudanças climáticas ou de grande escala, mas têm, entretanto, resolução espacial muito grande (acima de 300 km). Para as aplicações regionais, os resultados dos modelos globais somente podem servir como condições de contorno de modelos regionais, pois degradam a confiabilidade desses últimos. Assim, deve-se investir no desenvolvimento, na implementação e na aplicação de modelos regionais atmosféricos e oceânicos adequados à realidade nacional. Eles servirão para melhor entender as variações climáticas do Oceano Atlântico Sul/Equatorial e sua influência sobre o território continental brasileiro, bem como para prognosticar mudanças de curto, médio e longo prazos.

Mesmo onde a rede observacional é precária, a combinação de (1) modelagem numérica, (2) dados oceânicos coletados *in situ* por navios e outras plataformas e (3) dados provenientes de sensores remotos de satélites e dados meteorológicos podem produzir melhor representação sinótica da circulação oceânica em escalas locais ou regionais. Idealmente, os dados observacionais devem ser assimilados pelos modelos, para prover atualizações contínuas e projeções futuras.

Para o desenvolvimento de modelos matemáticos voltados à previsão do estado do mar aplicáveis a regiões costeiras e ao Atlântico Sul/Equatorial baseados na assimilação de dados, recomenda-se a criação de uma rede cooperativa, composta pelas atuais instituições de pesquisa e universidades. Esse consórcio nacional terá, como objetivos de médio e longo prazos, o estabelecimento de um sistema de assimilação de dados em modelos acoplados oceano-atmosfera para a previsão do estado do mar, do tempo e do clima. Toda a tecnologia assim desenvolvida será repassada para o Instituto cuja criação é proposta, que será o responsável pela implementação operacional de tais modelos.

5.4.2. Importância das observações para a oceanografia operacional

Como indicado no Quadro 5.1, a faixa de escalas temporais e espaciais associada aos processos marinhos é muito ampla. Por exemplo, o monitoramento de águas de despejo costeiras necessita de uma taxa amostral temporal horária e de uma resolução espacial da ordem de 20 m, com um ciclo amostral de um mês. Uma visão abrangente do fenômeno necessita de uma cobertura sinótica de 100 km. Por outro lado, os grandes giros oceânicos requerem amostragens no mínimo mensais, com resolução espacial de 500 km. Somente séries temporais multi-décadas de longa duração – aproximadamente um século – são suficientes para representar todas as escalas de tempo envolvidas nos processos marinhos. A visão sinótica demanda cobertura na escala de bacias oceânicas (5 mil km).

Assim, parece evidente que nenhum instrumento de observação do meio oceânico usado isoladamente será capaz de capturar toda a amplitude de variabilidade espaço/temporal existente.

Navios e embarcações são ferramentas imprescindíveis para a amostragem vertical e em alta resolução de toda a coluna de água. O pequeno número de embarcações disponíveis e os custos operacionais são os principais entraves para seu uso na cobertura de grandes áreas e na amostragem de longa duração. É imprescindível que o país seja dotado desse tipo de navio em quantidade e capacidade suficientes para fazer face à demanda de pesquisas qualificadas em todos os setores da C&TM.



Quadro 5.1 – Escalas espaciais e temporais dos principais processos oceânicos.

Fenômenos	Variabilidade			
	Escala amostral temporal	Escala amostral espacial	Observação do ciclo de vida	Extensão espacial
Processos controlados dinamicamente				
Giros oceânicos	1 mês	500 km	100 anos	5.000+ km
Vórtices oceânicos de meso-escala	5 dias	10 km	1 ano	500 km
Circulação de plataforma continental	1 dia	2 km	6 meses	1.000 km
Circulação estuarina	2 horas	50 m	1 mês	50 km
Processos biológicos				
<i>Blooms</i> de fitoplâncton em oceano aberto	2 dias	1 km	3 meses	1.000 km
<i>Blooms</i> de fitoplâncton em águas costeiras	6 horas	200 m	1 mês	200 km
Processos forçados externamente				
Processos sazonais (forçamento de 1 ano)	1 mês	50 km	5 anos	10.000 km
Marés oceânicas (12 horas + longas)	6 horas	200 km	1 ano	10.000 m
Marés de plataforma (3 horas + longas)	2 horas	5 km	1 ano	1.000 km
Propagação de ondas				
Ondas de Rossby	10 dias	25 km	10 anos	5.000 km
Ondas "swell"	10 segundos	100 m	10 anos	10.000 km
Ondas na costa	5 segundos	50 m	1 ano	200 km
Efeitos antropogênicos				
Descargas costeiras de águas de despejo	1 hora	20 m	1 mês	100 km
Derrames de óleo	2 horas	50 m	1 mês	500 km

Adaptado de Robinson (2004)

Estações autônomas, compostas principalmente por instrumentação fundeada, são particularmente úteis na obtenção de longas séries temporais de variáveis marinhas. Uma grande vantagem dessa abordagem de coleta é a possibilidade de associar sistemas de transmissão dos dados por enlace de satélites aos fundeios, o que permite o recebimento das informações coletadas em tempo real. Sua limitação é a restrita representatividade espacial. Entretanto, as estações autônomas ainda são o estado da arte – e provavelmente o serão por muito tempo – na aquisição de séries temporais de longo prazo das variáveis marinhas de superfície, meia água e fundo.

Outra modalidade de observação oceânica relevante para a OcOp é o uso de derivadores de superfície ou de profundidade. Nesse caso, embora as amostragens sejam pontuais, os deslocamentos fornecem a possibilidade de aquisição de dados em grandes regiões. Derivadores de superfície, com posicionamento e recebimento dos dados por satélite, vêm sendo utilizados há pelo menos duas décadas. Dados de temperatura da superfície do mar e de pressão atmosférica são coletados várias vezes ao dia. O deslocamento dos derivadores é usado, ainda, na estimativa das correntes superficiais.

Mais recentemente, flutuadores de subsuperfície com capacidade de perfilagem vertical de temperatura e salinidade têm sido lançados ao mar. Esses equipamentos são programados para derivar em profundidade por vários dias, após os quais sobem à superfície, aonde permanecem por poucas horas, que são suficientes para a transmissão dos dados coletados para os satélites.

Uma limitação intrínseca a todos os derivadores é a impossibilidade de previsão de suas posições futuras, uma vez que são advectados pelo campo turbulento de correntes. Também como consequência de seu deslocamento pelas correntes, os derivadores tendem a sub-amostrar as regiões de divergência e a se concentrar nas regiões de convergência do escoamento.

Além do uso de satélites para a recepção e a retransmissão dos dados oceânicos coletados por estações autônomas fundeadas e por derivadores, a oceanografia conta hoje com variado conjunto de sensores instalados a bordo de satélites, o que possibilita a observação e a coleta de informações relacionadas a parâmetros físicos e biológicos. A principal vantagem dessa metodologia é a sua capacidade de amostrar amplas faixas de escalas espaciais, com cobertura global e continuidade temporal por muitos anos.

Entretanto, o uso de satélites de observação dos oceanos também tem suas limitações. Exemplo disso é a demanda por coberturas de grandes áreas, ou mesmo global, que conflita com a possibilidade de amostragem nas escalas temporais mais curtas. Ademais, se os sensores orbitais operarem nas faixas do visível ou infravermelho, as resoluções temporal e espacial efetivas serão dependentes das condições de cobertura de nuvens, o que se constitui num fator limitante para várias regiões. Outra limitação refere-se à representatividade dos dados coletados, restrita a uma camada delgada próxima da superfície sem descrição da estrutura vertical dos parâmetros de interesse, uma vez que se sabe que a profundidade média dos oceanos é superior a 3.400 m. Porém, é importante reconhecer que a disponibilidade de informações de satélite sobre os campos superficiais de vários parâmetros, tais como a temperatura da superfície do mar (TSM), a concentração de pigmentos clorofilados (variações da cor do mar) e a elevação da superfície do mar (altimetria) têm gerado importantes contribuições ao estudo e ao monitoramento dos oceanos.



Uma regra geral para dados coletados por satélite é a de que altas resoluções espaciais implicam baixas resoluções temporais e vice-versa. Assim, o sensor Landsat TM possui uma resolução espacial de cerca de 25 m e uma resolução temporal, na ausência de nuvens, de dezesseis dias. O sensor Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR), muito utilizado para a geração dos campos de TSM oceânicos, possui resolução espacial de 1 km e resolução temporal de cerca de doze horas. Quando se comparam as taxas amostrais, espaciais e temporais de vários satélites, –que incluem sensores que operam nas faixas do visível, infravermelho e microondas –, com as escalas inerentes aos vários processos oceânicos (indicadas no Quadro 4.1), torna-se evidente que, em geral, os satélites são bastante adequados para a observação dos fenômenos oceanográficos superficiais maiores, indo da escala de bacia até a meso-escala. Processos de menores escalas, tais como os estuarinos e costeiros – que demandam amostragens inferiores a uma hora e escalas da ordem de 100 m – não são adequadamente observados por satélites.

Para as escalas intermediárias, tais como aquelas observadas em alguns fenômenos físicos típicos da plataforma continental na ausência de nuvens, as resoluções espaciais dos sensores são suficientes para representar a variabilidade superficial presente. Entretanto, levando-se em conta a estatística de cobertura de nuvens na maioria das regiões oceânicas, os satélites não são suficientes para representar as variabilidades temporais dos fenômenos superficiais.

Resumindo, pode-se dizer que a oceanografia exige distintos meios de observação e de coleta de dados. Navios e embarcações são fundamentais para a amostragem vertical em toda a coluna d'água e para estudos de processos, sendo também necessários para a instalação e a manutenção de fundeios de instrumentação e o lançamento de derivadores e flutuadores. Os satélites devem ser utilizados, sempre que possível, com o suporte de dados *in situ*. As informações provenientes de satélites são ideais para representar os detalhes espaciais presentes nos campos superficiais de inúmeras variáveis. Os dados *in situ* – de navios, bóias derivantes e fundeios – são essenciais para a calibração das informações de satélites e para a amostragem temporal e espacial de muitos fenômenos. O conjunto de dados coletado por essa diversidade de plataformas – navios, estações autônomas fundeadas, derivadores e satélites – é fundamental para aplicações operacionais, possibilitando a assimilação de tais informações em modelos de previsão em tempo quase real.

Considerando que as interações oceano-atmosfera afetam fortemente o clima e os ciclos de energia e de vapor d'água, pode-se afirmar que o oceano tem papel determinante na formação e no desenvolvimento de tempestades fortes – e mesmo furacões – no mar ou em terra, que podem causar enormes danos em propriedades e vidas humanas, principalmente em zonas costeiras. O ciclone Catarina, ocorrido há alguns anos no litoral de Santa Catarina, é um exemplo do potencial de dano

que se pode esperar caso eventos semelhantes ou mais intensos venham a ocorrer no futuro. Estudos indicam que o processo de aquecimento climático global em curso tende a aumentar a intensidade e a frequência de eventos desse tipo. A previsão de boa qualidade sobre a formação, a trajetória e o desenvolvimento de sistemas de tormentas no oceano com impacto sobre a zona costeira do país somente poderá ser realizada com sucesso quando o conhecimento sobre a dinâmica oceânica e os processos de interação oceano-atmosfera e a coleta de dados necessários para alimentar os modelos matemáticos numéricos em tempo se tornarem realidade.

Os problemas relacionados à erosão costeira vêm se agravando praticamente em toda a costa brasileira. A oceanografia tem um papel preponderante para alertar e corrigir esse processo, seja por meio do monitoramento dos perfis de praia e dos sedimentos em suspensão, que podem ser complementados por dados de satélite, seja por estudos de processos erosivos causados por tempestades ou por ações antrópicas na linha da costa. Também nesses casos, os dados obtidos por satélites podem fornecer contribuição significativa.

Todas as atividades sustentáveis – comerciais, industriais e de exploração de recursos marinhos – demandam previsões confiáveis sobre o estado do mar (ondas, temperatura, salinidade), das correntes e dos meandramentos e vórtices. A crescente ocupação humana da zona costeira também implica o monitoramento e o desenvolvimento de modelos de previsão das condições ambientais marinhas.

Neste início de século, a oceanografia brasileira tem o desafio, e a grande oportunidade, de aumentar significativamente a sua importância estratégica para a solução dos problemas ambientais e socioeconômicos que afetam a população brasileira. Portanto, a OcOp pode – e deve – ser encarada como um procedimento indispensável nessa empreitada.

5.5. Tecnologia marinha

As atividades econômicas, de proteção ambiental, de pesquisa e de coleta de dados operacionais no mar exigem um forte apoio tecnológico para que se processem de forma sustentável. A tecnologia submarina relacionada à exploração e à produção de petróleo e gás avançou rapidamente no Brasil nas últimas décadas e consolidou o país como líder de produção em águas profundas.

Outra área da tecnologia marinha importante para o Brasil, no médio e longo prazos, é o desenvolvimento de instrumentos e veículos para monitoramento e medições. A implantação da oceanogra-



fia operacional sugerida neste documento, em consonância com a tendência internacional, requer o monitoramento (medições contínuas) dos processos costeiros e oceânicos, tal como as estações meteorológicas realizam rotineiramente com a atmosfera. Praticamente não há instrumentos autônomos para medições contínuas de parâmetros marinhos fabricados no Brasil. Considerando a demanda por esse tipo de instrumentação, originada pela extensão da costa e das águas jurisdicionais brasileiras, bem como as possibilidades de exportação para a América Latina, é possível que empresas nacionais encontrem nichos nesse mercado de alta tecnologia.

Submersíveis tripulados ou autônomos para operações de pesquisa em grandes profundidades também têm sido utilizados cada vez mais frequentemente, principalmente por países que detêm essa tecnologia. Os veículos autônomos, lançados de navios ou mesmo a partir de praias, têm possibilitado a amostragem dos processos marinhos em escalas espaciais e temporais antes inviáveis.

5.5.1. Considerações preliminares

O sucesso das atividades de pesquisa, nas mais diversas áreas das ciências do mar, está intimamente associado à infra-estrutura disponível e à capacidade dos centros de pesquisa e desenvolvimento, bem como da indústria, em atender à demanda de apoio tecnológico.

Sistemas que operam no mar e obras marítimas são, em geral, bastante complexos e exigem o concurso de diversas modalidades da engenharia – naval e oceânica, civil, elétrica, eletrônica, de telecomunicações, de minas, de petróleo, mecânica e mecatrônica –, da física, da geologia, da oceanografia, da meteorologia e das ciências da computação.

A engenharia nacional é, hoje, internacionalmente reconhecida como líder nas atividades voltadas à prospecção, à exploração e à exploração de petróleo e gás do subsolo submarino, a grandes profundidades. A esse conjunto de atividades denomina-se engenharia *offshore*. A Petrobras, em seu esforço de prover ao país a auto-suficiência em petróleo e gás natural, converteu-se, ao longo das últimas três décadas, em importantíssimo vetor de desenvolvimento e inovação tecnológicos. Por meio dela o Brasil alcançou e detém recordes de profundidade, retirando hoje mais de 90% de seu petróleo de poços *offshore*.

Sofisticadíssimas plataformas de exploração de petróleo, dos tipos *floating production storage and offloading systems* (FPSO) e semi-submersíveis, operam em lâminas d'água de cerca de 2 mil m de profundidade, são posicionadas por meio de sistemas de amarração igualmente sofisticados, e trans-

bordam sua produção para navios-tanque dotados de sistemas de posicionamento dinâmico. Sistemas de *risers* (tubulações) e de cabos umbilicais ligam tais plataformas às cabeças de poço, ao fundo, por intermédio de sistemas de válvulas submarinas conhecidas como *christmas-tree*.

Tudo isso – das plataformas aos sistemas submarinos tais como *risers*, cabos umbilicais, amarração ou *christmas-trees* – é hoje desenvolvidos no país desde a sua concepção básica. Sua instalação, bem como sua operação e manutenção, depende de embarcações de apoio de diversos tipos, entre eles rebocadores oceânicos, de manuseio de âncoras e de mergulho assistido. Essas embarcações são dotadas de equipamentos sofisticados, como Veículos Operados Remotamente (ROVs, na sigla em inglês) e sistemas de posicionamento dinâmico (SPDs). O projeto e a operação das unidades dependem, também, de todo o aparato científico de observação e de simulação de condições ambientais, oceanográficas e meteorológicas, desde a instrumentação *in loco* até a observação e monitoração espaciais e do processamento de imagens.

Por sua vez, a prospecção marítima das jazidas de petróleo e gás natural é realizada com o apoio de unidades flutuantes, embarcações e sistemas de geomapeamento não menos sofisticados, incluindo os Veículos Submersíveis Autônomos (AUVs, na sigla em inglês) e os “peixes geofísicos”. Paradoxalmente, em que pese essa imensa capacitação tecnológica desenvolvida e consolidada no Brasil no âmbito da engenharia *offshore*, as demais atividades de pesquisa, que visam ao aproveitamento sustentável das outras riquezas presentes no ambiente oceânico e em seu solo e subsolo, pouco têm tirado proveito dela.

Há hoje no país diversos grupos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) sediados em várias instituições de pesquisa e de ensino que tratam de temas atinentes ao desenvolvimento tecnológico específico da C&TM. A maioria desses grupos, no entanto, está ligada a redes de P&D voltadas a atividades de exploração de óleo e de gás natural. Estão concentrados no eixo Sul/Sudeste, mas encontram-se geograficamente dispersos e têm pouca interação efetiva. Ademais, o país carece de um centro de âmbito nacional voltado à oceanografia operacional que sirva de apoio ao desenvolvimento da tecnologia marinha junto às diferentes instituições públicas e privadas brasileiras e mesmo latino-americanas.

Ao menos dois modelos, que propiciem de um lado a interação e de outro o dispêndio racional de recursos, podem ser pensados. O primeiro é baseado no conceito de rede de conhecimento. O modelo é baseado na operação de centro(s) nacional(is). Tais modelos são não-excludentes e podem ser combinados com vistas ao melhor aproveitamento dos dois conceitos a eles inerentes: interação e racionalização.



Exemplos de centros internacionais com essas características são o Ifremer, da França, e a Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (Jamstec), ambos marcados pelo sucesso: o primeiro dá maior ênfase ao conceito de racionalização, e o segundo tem como base o conceito de interação.

5.5.2. Instituições internacionais tomadas como referência

5.5.2.1. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer)

Localizado na França e criado em 1984, tem orçamento anual superior a 160 milhões de euros. Uma de suas missões é o apoio à pesquisa por meio da disponibilização de infra-estrutura adequada e do desenvolvimento tecnológico específico à área marinha, e como prioridades a gestão dos recursos vivos, a proteção do meio ambiente costeiro e o conhecimento do oceano. Tem ainda, sob sua responsabilidade, a gestão da frota oceanográfica francesa.

O Ifremer é uma instituição pública cuja tutela cabe a cinco ministérios franceses, a saber: Pesquisa; Agricultura; Pesca; Equipamentos e Transporte; e Ecologia e Desenvolvimento Sustentável. Dispõe de um quadro de pessoal com cerca de 1.700 profissionais, incluindo tripulações e equipes de apoio. É organizado em cinco centros geográficos, inclusive no exterior, e tem 26 sítios de operação, localizados na França e em outros países.

Conta com 25 departamentos de pesquisa e opera quatro navios, três embarcações costeiras de pesquisa, um submersível tripulado e um submersível remotamente operável para grande profundidade (6 mil m), além de um conjunto de outros equipamentos, dentre os quais veículos remotamente controlados e um AUV.

O modelo seguido é o de gestão temática, que compreende seis grandes temas divididos em programas multidisciplinares que permitem atender à complexidade inerente aos projetos de pesquisa na área de C&TM:

- Grandes equipamentos oceanográficos;
- Gerenciamento, uso e valorização das zonas costeiras;
- Gerenciamento e otimização dos recursos de aquíicultura;
- Recursos pesqueiros, exploração sustentável e valorização;

- Exploração e exploração dos recursos do fundo do oceano e de sua biodiversidade;
- Circulação e ecossistemas marinhos: mecanismos, evolução e previsão.

O objetivo do primeiro tema é prover à comunidade científica francesa, e com sua colaboração, os meios apropriados à aquisição e à qualificação de dados oceanográficos, geofísicos e pesqueiros, assegurando a sua guarda e disponibilidade. Nesse tema, as atividades são organizadas em dois programas:

- Construção e desenvolvimento de navios, maquinários e equipamentos oceanográficos;
- Base de dados oceanográficos.

Os objetivos do primeiro programa são:

- Pôr em marcha o programa de evolução da frota, no âmbito de um convênio quadrienal com o Estado;
- Responder aos anseios da comunidade científica em termos de desenvolvimento de novos equipamentos e de sua atualização;
- Propor estratégias de desenvolvimento e de reposição de equipamentos operacionais.

O objetivo do segundo programa é gerar uma base de dados devidamente tratados, disponibilizando as séries temporais e produzindo sínteses de resultados. O centro de dados fornece suporte técnico, na forma de sistemas de informação distribuída e de lógica, a fim de facilitar a gestão de dados no âmbito de projetos de cunho regional, europeu e internacional.

O Ifremer também opera cinco diferentes laboratórios de P&D em tecnologia marinha voltados ao apoio à comunidade científica, que atuam nos mais diferentes temas das ciências do mar e da engenharia oceânica. São eles:

- Tanque Oceânico de Ondas;
- Canal de Água Circulante;
- Laboratório de Engenharia Hiperbárica;
- Laboratório de Materiais;
- Laboratório de Avaliação e Calibração de Sensor.

De grande interesse para o presente documento são as câmaras hiperbáricas. O conjunto de quatro câmaras do Ifremer permite testes em pressões equivalentes a profundidades de até 10 mil m.



5.5.2.2. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (Jamstec)

Esta agência congrega diversas instituições de pesquisa do Japão, que atuam de forma integrada. Atualmente está organizado em quatro centros: Yokosuka, Yokohama Institute for Earth Sciences, Mutsu Institute for Oceanography e Kochi Institute for Core Sample Research. Possui um escritório em Tóquio e dois nos EUA.

Dispõe de uma frota constituída por oito navios de pesquisa, dois submarinos tripulados, um AUV e diversos ROVs e sistemas rebocáveis em grandes profundidades.

Em seus centros, o Jamstec opera diferentes laboratórios de P&D em tecnologia marinha, que apóiam a comunidade científica e atuam em diversos temas das ciências da terra e do mar. Os laboratórios que merecem maior destaque no âmbito do presente documento são o de engenharia hiperbárica e o de hidroacústica.

5.5.3. Infra-estrutura para pesquisas em tecnologia marinha no Brasil

A seguir apresenta-se um indicativo do atual panorama de infra-estrutura para investigações em tecnologia marinha (TM) no país, que compreende os centros de pesquisa adequadamente capacitados e que têm apresentado atividades de desenvolvimento ou de apoio ao desenvolvimento de sistemas oceânicos e de equipamentos voltados à pesquisa nos oceanos. Alguns deles são ligados à Marinha do Brasil, outros a universidades, e alguns poucos se constituem em instituições de pesquisa estatais.

A organização da MB compreende diversas instituições e diretorias relacionadas a atividades de P&D que, embora fundamentalmente voltadas aos seus interesses e demandas, podem, em muitas oportunidades, dedicar-se a projetos outros, de interesse estratégico para o país. Em particular, deve ser destacado o apoio já prestado por essas organizações a importantes programas científicos e de desenvolvimento tecnológico, tais como o Programa Antártico Brasileiro e sua capacitação no projeto e na construção de sistemas submarinos.

A maioria dos diversos outros grupos de P&D sediados em instituições de pesquisa e de ensino que tratam de temas atinentes ao desenvolvimento tecnológico específico à TM, tem hoje forte atuação em atividades de P&D voltadas à exploração *offshore* de petróleo e gás natural. Poucos se dedicam ao desenvolvimento de sistemas e equipamentos focados nas ciências do mar. Embora estejam concentrados no eixo Sul/Sudeste, esses grupos estão dispersos e pouco interagem.

5.5.3.1. Robótica submarina

Em particular, e em que pese a grande capacitação em P&D nos diversos temas atinentes à robótica e controle, e ainda que nas atividades relacionadas à prospecção e exploração de óleo e gás em ambiente *offshore* brasileiro o uso de ROVs seja corrente – e ganhe algum espaço a utilização de AUVs –, há no país poucos grupos de pesquisa que se dedicam efetivamente ao desenvolvimento da robótica submarina. A maioria dos projetos é desenvolvida em parceria com a Petrobras ou com investimentos da empresa.

5.5.3.2. Tanques oceânicos e de provas

Por sua importância no desenvolvimento de futuros projetos de equipamentos voltados à C&TM, algum destaque é dado a esse tipo de laboratório.

Existe no Brasil um único tanque oceânico: o Laboratório de Tecnologia Oceânica (LabOceano). Sediado na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), tem profundidade de 15 m e um poço central com 10 m adicionais. É o tanque mais profundo no mundo. Foi construído com o patrocínio da Petrobras e é voltado para o desenvolvimento de tecnologia de águas profundas. Tem 60 m de comprimento e 40 m de largura. Dispõe de completo sistema de geração de ondas multidirecionais; está prevista a instalação de um sistema de simulação de correntes. Seu uso no desenvolvimento de protótipos de sistemas robóticos submarinos será de grande valia.

Outro laboratório que deve ser destacado é o tanque de provas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT-SP), único de sua natureza no Brasil. Inaugurado na década de 1950, foi concebido para ensaios de resistência à propulsão e otimização de características hidrodinâmicas de modelos reduzidos de embarcações militares e convencionais. Tem 280 m de comprimento, dos quais 180 m têm 6 m de largura e 4 m de profundidade. Possui instalados geradores de onda. O tanque de provas é amplamente utilizado também para ensaios dos mais diversos sistemas utilizados em engenharia *offshore*.

5.5.3.3. Câmaras hiperbáricas

Na área de engenharia de equipamentos submarinos, os laboratórios existentes no país foram projetados e construídos para atender às necessidades da indústria de petróleo *offshore*. Devem ser



destacados, em especial, o Laboratório de Tecnologia Submarina, da COPPE/UFRJ, e o Laboratório de Ensaios Hiperbáricos do Cenpes/Petrobras. O primeiro dispõe de câmaras hiperbáricas de pequenos diâmetros, projetadas para o estudo de colapso e propagação de colapso por instabilidade estrutural de dutos. Os equipamentos atualmente disponíveis permitem pesquisas em pressões de até 200 bar (2 mil m). O segundo dispõe de laboratório com câmara hiperbárica para P&D em profundidades de até 3 mil m.

5.5.3.4. Desenvolvimento e calibração de instrumentos oceanográficos

Essa é uma área que ainda apresenta grandes possibilidades de crescimento no país. Algum desenvolvimento é feito no Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP), no Instituto de Pesquisas da Marinha (IPQM) e no Programa de Engenharia Oceânica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PENO-UFRJ). No IIOUSP está instalado o Laboratório de Instrumentação Oceanográfica, que opera o Centro de Calibração, único existente no Brasil dedicado à calibração de sensores marinhos de temperatura, salinidade e pressão. O tanque de provas do IPT-SP tem sido usado para a calibração de correntógrafos, correntômetros e sensores de velocidade da água.

Avanços nas ciências do mar no país requerem investimentos em instrumentação para a coleta e a análise de dados. São necessárias novas técnicas, principalmente para avaliações *in situ*. O avanço da oceanografia tem sido, muitas vezes, limitado pela incapacidade em caracterizar adequadamente as variações temporais e espaciais de processos e materiais, como as espécies químicas, por exemplo. A maioria das análises realizadas em estudos oceanográficos requer coleta *in situ* e posterior análise em laboratórios. Além disso, muitas análises requerem grandes quantidades de amostra, além de os protocolos de processamento serem longos e custosos.

Medições contínuas *in situ* por longos períodos de tempo são necessárias para monitorar adequadamente a variabilidade dos processos, das propriedades e das concentrações de substâncias. São necessários sensores e analisadores capazes de monitorar um conjunto de parâmetros, como nutrientes e gases dissolvidos, por exemplo.

Aplicações químicas requerem análises que respondam rapidamente a mudanças de concentração em regiões de fortes gradientes. Estudos de reações diagenéticas na interface água-sedimento exigem instrumentos capazes de trabalhar em resoluções de milímetros. A aplicação de sensores ou de analisadores em fundeios necessita de equipamentos que operem de forma autônoma por longos períodos.

5.5.3.5. Navios e embarcações de pesquisa

Há no Brasil oito navios destinados à pesquisa – seis da Marinha e dois de universidades. Dos navios operados pela MB, apenas um, o *Antares*, é classificado como oceanográfico; o *Ary Rongel* é classificado como de apoio oceanográfico, o *Sirius* é um navio hidrográfico, e o *Amorim do Valle*, o *Taurus* e o *Garnier Sampaio* são navios hidroceanográficos. Os navios oceanográficos operados por universidades são o *Prof. W. Besnard*, da USP, lançado em 1966, que tem 49,3 m de comprimento e acomoda 15 pesquisadores, e o *Atlântico Sul*, que a Furg opera desde 1976 e tem 35,9 m e instalações para 12 pesquisadores.

5.6. Fatos portadores de futuro

Os seguintes fatos portadores de futuro para a C&TM podem ser identificados:

5.6.1. Mudanças climáticas

- Mudanças climáticas deixaram de ser apenas previsões catastróficas e tornaram-se fatos concretos com embasamento científico;
- O mar assume papel cada vez mais importante na geração de energias limpas: pode contribuir de fato para diminuir a emissão de gases resultantes da queima de combustíveis fósseis.

5.6.1.1. Elevação da temperatura superficial do mar

Aumento da frequência e da intensidade de tempestades em regiões costeiras, com:

- Alteração da dinâmica sedimentar provocando erosão e assoreamento na região costeira;
- Aumento da vulnerabilidade das estruturas e operações *offshore* – indústria de petróleo e gás;
- Aumento da vulnerabilidade do transporte marítimo;
- Aumento da vulnerabilidade de obras e estruturas costeiras;



- Mudanças no regime hidrológico (chuva/seca);
- Aumento da vulnerabilidade de ecossistemas sensíveis a pequenas variações de T (recifes de coral).

Esse fato justifica a necessidade de estabelecimento da Oceanografia Operacional.

5.6.1.2. Elevação do nível médio do mar

- Perda do espaço territorial costeiro por inundação permanente;
- Perda de habitats costeiros (manguezais);
- Salinização do lençol freático em áreas costeiras;
- Problemas no abastecimento de água potável;
- Problemas na captação e no escoamento de efluentes urbanos.

Esse fato justifica tanto a necessidade de estabelecimento da Oceanografia Operacional quanto a necessidade de Revitalização e Conservação da Zona Costeira.

5.6.2. Mudança no paradigma de exploração de recursos do mar

- Adequação da legislação concernente à exploração dos recursos do mar, cada vez mais restritiva do ponto de vista ambiental;
- Necessidade da utilização de novos recursos com tecnologias alternativas;
- Biotecnologia;
- Maricultura *offshore*;
- Reservas de pesca marinha;
- Energias limpas extraídas do mar;
- Ressurgências artificiais para a maricultura;
- Ordenamento do espaço marinho.

Esse fato justifica a necessidade de estabelecimento dos Parques Tecnológicos Marinhos.

5.6.3. Ocupação e utilização impróprias da Zona Costeira

- Poluição por resíduos domésticos e industriais;

- Modificações da linha de costa: erosão, assoreamento;
- Inadequação de obras costeiras;
- Impactos negativos na saúde pública;
- Aumento da atividade portuária em zonas sensíveis para os ecossistemas.
- Esse fato justifica a necessidade de Revitalização e de Conservação da Zona Costeira.

5.6.4. Expansão das atividades da exploração de óleo e gás na margem continental

- Necessidade de intensificar e aprimorar as previsões meteoceanográficas;
- Riscos ambientais: poluição marinha;
- Eventuais falhas nos sistemas de monitoração de integridade estrutural;
- Operação de novos tipos de navios de transporte de gás;

Esse fato também justifica a necessidade de estabelecimento da Oceanografia Operacional.

5.7. Projetos estruturantes e horizontes temporais

Neste tópico foram considerados os horizontes temporais de curto (2007), médio (2015) e longo (2022 e 2027) prazos.

5.7.1. Estabelecimento da oceanografia operacional

Presentemente, a única instituição brasileira com alguma capacidade em OcOp é a DHN/MB. Faz parte dessa capacidade a manutenção e a disponibilização de embarcações hidrográficas/oceanográficas em apoio a projetos acadêmicos de universidades. A DHN também opera modelos de previsão de tempo e de alguns aspectos do oceano. As várias instituições nacionais de ensino e pesquisa na área de oceanografia, embora altamente capacitadas no aspecto científico, não possuem infra-estrutura física nem de pessoal que se dedique às tarefas características contínuas requeridas pela OcOp.

Assim, a implementação da OcOp no Brasil deve contemplar um arranjo institucional novo, que inclua uma organização cuja missão fundamental seja desempenhar as tarefas intrínsecas a essa nova



área de atuação da C&TM no país. Essa nova organização, a par de realizar as tarefas de OcOp, deverá atuar em harmonia com todas as demais instituições nacionais e internacionais de caráter científico e operacional.

O estabelecimento da oceanografia como ciência operacional, isto é, que fornece produtos em tempo real e de forma contínua para toda a sociedade brasileira, depende de uma série de atividades e sistemas que necessitam ser consolidados ou implantados, conforme apresentado em seguida.

5.7.1.1. Rede de monitoramento ambiental marinho

A necessidade de ampliar e consolidar a rede de monitoramento ambiental marinho ao longo da costa brasileira e em áreas oceânicas adjacentes é inerente ao estabelecimento da OcOp. A rede de monitoramento proposta deverá compreender sensores para a medição de parâmetros que possam contribuir para o melhor entendimento dos processos costeiros, oceânicos e de mudanças climáticas.

Em médio e longo prazos, o desenvolvimento e o aprimoramento de novos sensores devem ser fomentados para que seja incluída na rede a medição de alguns parâmetros, como, por exemplo, a concentração de CO₂ na água do mar. Elementos fundamentais para a estruturação dessa rede serão discutidos em seguida.

5.7.1.1.1. Estações costeiras – 2015

Uma rede de estações costeiras, com resolução espacial máxima de 500 km ao longo da costa, deveria ser estabelecida. Para tanto, seriam aproveitados estações ou pontos costeiros de coleta já existentes, e criados outros em posições críticas. Os parâmetros coletados seriam, no mínimo: oscilações da superfície livre do mar, temperatura e salinidade superficiais e subsuperficiais, grandezas meteorológicas (temperatura e umidade relativa do ar, pressão atmosférica, radiação solar e vento), oxigênio dissolvido, pH e concentração de nutrientes. Também deve ser realizado o monitoramento da descarga sólida, de suspensão e de fundo, de estuários importantes do litoral brasileiro, acompanhado de informações sobre a precipitação na bacia de drenagem e a vazão líquida no segmento final do rio.

Os dados de elevação da superfície livre do mar, além de extremamente importantes para a assimilação em modelos numéricos de previsão marinha, são úteis também para outras finalidades, como

aplicações no gerenciamento costeiro (turismo, erosão de praias, ocupação de terras e defesa contra enchentes) e para o funcionamento de portos marítimos. As mudanças do nível do mar podem ser medidas de diversas formas. As mais utilizadas são:

- medição direta do nível do mar por meio de marégrafos;
- medidas realizadas por satélites.

A grande vantagem de utilizar dados provenientes de marégrafos está na alta resolução temporal – período contínuo em que os dados foram obtidos –, que permite melhor compreensão das tendências evolutivas do nível do mar. A principal desvantagem dos marégrafos é sua dependência da estabilidade dos locais onde se encontram, uma vez que movimentos na crosta são de difícil identificação e quantificação. Atualmente, há tecnologias geodésicas, como o GPS, que permitem monitorar continuamente as variações da crosta e, assim, corrigir os dados de elevação do nível do mar coletados por marégrafos.

O segundo método consiste no emprego de sensores altimétricos com cobertura global. Sua principal desvantagem é a inaplicabilidade desses sensores para monitorar oscilações do nível do mar em zonas costeiras. Outro problema é que a utilização de sensores altimétricos é recente, não existindo dados suficientemente precisos para os últimos 20 anos. Mesmo assim, o conjunto de dados obtidos por esses satélites, quando comparados àqueles coletados por marégrafos convencionais, indica tendências de aumento na média do nível do mar em todo o globo em torno de 3 mm/ano.

5.7.1.1.2. Rede de estações autônomas fundeadas – 2015 a 2022

Há necessidade de estabelecer uma rede nacional de operação de bóias meteoceanográficas fundeadas na plataforma continental brasileira capazes de adquirir e transmitir em tempo real dados por satélite, tanto brasileiros como de outros países. Entre os possíveis dados a serem coletados, destacam-se a temperatura e a salinidade da água, as concentrações de clorofila e de oxigênio dissolvido e o pH, além das correntes marinhas, em diversos patamares além dos valores superficiais. Também a direção, a altura e o período das ondas superficiais, assim como parâmetros meteorológicos de interesse – temperatura e umidade relativa do ar, pressão atmosférica, radiação solar e vento – deverão ser coletados. Uma primeira sugestão para o estabelecimento da rede de estações autônomas fundeadas é apresentada a seguir:

- Fase Piloto (5 anos) – Três estações, fundeadas na Baía de Campos (Arraial do Cabo), na região central da Baía de Santos (Ubatuba) e na região do Cabo de Santa Marta. O obje-



tivo dessa primeira fase será a verificação do desempenho do sistema, da necessidade de manutenção/calibração de sensores e de sua capacidade de resistir a grandes tormentas. A localização desse arranjo, além da logística mais simples (proximidade da DHN), atenderia à necessidade de coleta de dados meteorológicos e marinhos para as duas mais importantes regiões produtoras de óleo e gás do Brasil. Ademais, essa é a região na qual estão localizados os maiores portos do país e onde se processa pesca intensiva, além de concentrar grande parcela da população brasileira. A implementação desse arranjo poderá contar com o apoio logístico de embarcações da DHN para a instalação e a manutenção dos fundeios, sendo também necessária a colaboração de outras instituições brasileiras que atuam em oceanografia para as especificações técnicas, o desenvolvimento e a construção dos sistemas, as manutenções periódicas e a calibração;

- Fase de consolidação (5 anos, após a Fase Piloto) – Num horizonte de dez anos após o início da fase piloto, a rede nacional estará consolidada, com expansão para toda a plataforma continental brasileira. O arranjo mínimo para essa fase poderá ser constituído por um sistema de estações autônomas fundeadas localizadas em cada uma das seguintes regiões: plataforma amazônica (Cabo Norte), plataforma norte (Pará), Rio Grande do Norte ou Ceará, Abrolhos (Bahia), Bacia de Campos, Bacia de Santos, Cabo de Santa Marta e Sul do Rio Grande do Sul;
- Fase Operacional – Após a fase de consolidação, um encontro entre operadores regionais da rede e usuários dos dados do sistema seria realizado para discutir a manutenção do arranjo de bóias testado, ou as modificações necessárias para o regime de operacionalidade plena.

O Brasil já dispõe de tecnologia para a construção e a operação dessa modalidade de fundeio de estações autônomas. A experiência acumulada pelo IouSP, pela Furg e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Energéticas (Inpe) em diversos projetos de pesquisa na área oceânica e na plataforma continental, em conjunto com a da DHN em projetos como o Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic (Pirata), permite propor uma rede de estações autônomas ancoradas com alto índice de nacionalização. Parcerias do IouSP e do Inpe com a iniciativa privada resultaram na capacitação de empresas nacionais para a construção e operação desse tipo de equipamento.

5.7.1.1.3. Rede de derivadores – 2015

A rede de estações autônomas fundeadas deverá ser complementada especialmente pelo lançamento regular e periódico de derivadores de superfície e flutuadores de subsuperfície. Os dados de TSM assim coletados são fundamentais para determinar, com melhor acuidade, os processos de interação oceano-atmosfera, sendo também importantes para calibrar e validar os dados de TSM de-

rivados de satélites. Os dados de pressão atmosférica coletados por esses derivadores são de grande importância na inicialização de modelos atmosféricos, e particularmente para a previsão de fenômenos extremos sobre o oceano.

É aqui recomendado que recursos suficientes sejam garantidos anualmente para o lançamento de quatro derivadores por mês (= 48 derivadores/ano). Com um ciclo de vida dos derivadores da ordem de 12 a 18 meses, ao final do primeiro ano ter-se-ia um conjunto completo de 48 derivadores, que garantiria grande cobertura espacial do Atlântico Sul e Equatorial. A partir daí, esse esquema seria mantido por lançamentos mensais voltados à reposição dos derivadores que estão na água há mais tempo.

É também importante que seja considerado um programa de lançamento de derivadores de sub-superfície para a coleta de perfis de temperatura e de salinidade com transmissão em tempo real por satélites.

5.7.1.2. Plataformas para coleta de dados

A rede de monitoramento marinho proposta requer a operação adequada de diversos tipos de plataformas e veículos para a coleta de dados, conforme apresentado a seguir.

5.7.1.2.1. Frota de navios de pesquisa – 2015

A oceanografia é uma ciência que depende essencialmente de navios bem equipados para a coleta de dados multidisciplinares. Acredita-se que uma das principais limitações para o desenvolvimento do monitoramento oceanográfico no Brasil decorre da insuficiência de meios flutuantes adequados ao cumprimento da missão.

A operacionalização dos sistemas contínuos de coleta de dados propostos requer a utilização de navios oceanográficos e de outras embarcações de apoio. Reconhecidamente, há uma grande carência de meios flutuantes que atendam a todas as instituições de pesquisa existentes no país, bem como à operacionalização da oceanografia apontada neste documento.

Caso o Brasil adote o modelo proposto de OcOp, certamente haverá demanda para emprego de pelo menos três navios oceanográficos de médio porte. Esses navios, ágeis e de fácil operação e ma-



nutrição, com cerca de 2.500 t de deslocamento e comprimento em torno de 65 m, deveriam ser multipropósito e equipados com instrumental básico de ponta em pesquisas oceanográficas. Navios multipropósito desempenham igualmente bem atividades em todas as áreas da oceanografia: física, química, geológica, biológica e pesqueira. Um dos navios poderia atuar preferencialmente na região equatorial do Atlântico, cobrindo a costa norte e parte da costa nordeste do país. Outro operaria preferencialmente no restante da costa nordeste e na costa leste. O terceiro seria responsável pelos trabalhos nas costas sudeste e sul.

Sistema de posicionamento dinâmico e de minimização de ruídos, de acordo com as tendências internacionais atuais para navios de pesquisa, bem como capacidade para carregar e transportar contêineres dedicados, são requisitos básicos para esses navios. Laboratórios multipropósito e capacidade para transportar 25 cientistas e técnicos a bordo, em cruzeiros de até 25 dias de duração, permitiriam a elevação da qualidade e da quantidade de pesquisas marinhas realizadas no país, além de atenderem completamente aos requisitos de instalação da OcOp.

Deve-se ressaltar, ainda, a capacidade operacional desses três navios oceanográficos no monitoramento e na ocupação de toda a ZEE brasileira.

5.7.1.2.2. Satélites oceanográficos brasileiros – 2022 a 2027

O programa espacial brasileiro já está suficientemente maduro para a especificação de missões espaciais complexas, tendo sido responsável, até o presente momento, pelo desenvolvimento, pela construção e pela operação em órbita de quatro satélites.

Em passado recente, houve exemplos claros de interrupção na recepção de dados de satélites ambientais de propriedade estrangeira. Isso aconteceu quando ocorreram grandes catástrofes em regiões de interesse dos proprietários desses satélites e quando, por razões estratégicas militares, os dados foram bloqueados para uso por terceiros. Assim, se o Brasil efetivamente deseja garantir a disponibilidade de dados ambientais estratégicos obtidos por satélites, deve investir num conjunto mínimo de satélites nacionais sob seu controle operacional.

Dessa forma, considerando a ampla gama de aplicações de dados de satélites para o monitoramento e os estudos da área marinha de interesse nacional, sugere-se a construção de satélites oceanográficos brasileiros. Um dos satélites deveria conter, como instrumento principal, um radar de abertura sintética (SAR), que operasse em Banda C e tivesse ampla faixa de varredura (tipo ScansAR), de cerca

400 km. Com os dados derivados desse satélite seria possível monitorar processos de poluição por óleo no mar, detectar exsudações naturais de óleo para a indústria de petróleo, monitorar embarcações e derivar campos de ventos, correntes e ondas, além de monitorar a zona costeira – manguezais, estuários, portos e ocupação humana – em quaisquer condições de tempo e a qualquer hora do dia.

O segundo satélite sugerido deveria contemplar um sensor que operasse na faixa visível do espectro eletromagnético, para aplicações de detecção de produtividade marinha (clorofila), poluição, dinâmica de sedimentos costeiros, processos de erosão e deposição sedimentar na costa e ocupação urbana litorânea, entre outras.

Dois satélites de monitoramento marinho e costeiro constituiriam um grande salto nacional na capacidade de monitorar toda a ZEE, bem como na geração de produtos e dados do meio marinho em tempo real.

5.7.1.3. Estruturação de banco de dados oceanográficos – 2015

Em face do volume de dados oceanográficos existente no país e da expectativa da grande ampliação desse volume quando da instalação da OcOp, é essencial o fortalecimento do BNDO e a sua interligação com outros bancos de dados e sistemas de informação existentes ou a serem criados.

Assim, propõe-se a revisão do BNDO, e possivelmente sua reestruturação, para que o acesso, a transferência, a disseminação e a visualização dos dados seja uma tarefa fácil e corriqueira. Isso é importante para que as diversas instituições interessadas nos dados possam obtê-los da maneira mais simples e eficiente possível.

A implementação desse sistema deverá contemplar tarefas que cubram desde o controle de qualidade dos dados até a sua disponibilização em formatos eletrônicos adequados. Sevem ser adotados aplicativos de gerenciamento de bancos de dados. Tão importante quanto a coleta de dados proposta anteriormente é a arqueologia dos dados existentes, recuperando observações históricas de todas as variáveis oceânicas e meteomarinhas ao longo da costa brasileira.



5.7.2. Revitalização e conservação da Zona Costeira

5.7.2.1. Poluição marinha – 2015

Nesse âmbito, algumas ações relevantes devem ser colocadas em prática, tais como reforçar a observação do meio marinho e prevenir e combater as poluições. A prevenção começa necessariamente pelo conhecimento profundo e pelo monitoramento permanente do ambiente marinho no que se refere à qualidade da água, aos sedimentos e aos seres vivos. Especial atenção deve ser dedicada às áreas ecologicamente mais sensíveis e à qualidade das praias e das áreas portuárias e industriais. A redução da poluição inclui o tratamento dos vários tipos de efluentes e o combate aos acidentes de poluição.

Dentre os ecossistemas costeiros, particular ênfase deve ser dada aos sistemas estuarinos, aos manguezais, às lagunas, aos bancos de algas calcárias e aos recifes coralinos, não apenas por sua função e importância ecológica, econômica e social, mas também por sua vulnerabilidade às ações antrópicas. É fundamental fomentar ações que preservem ecossistemas que ainda apresentam baixo comprometimento ambiental e influência antrópica relativamente reduzida, como é o caso de ilhas e bancos oceânicos.

As diversas ações para a revitalização e a conservação da zona costeira devem:

- Identificar e localizar as principais fontes de poluição na região costeira do país, não só dando importância às fontes pontuais, mas também às fontes difusas, tipicamente de difícil controle e monitoramento. Nas regiões costeiras, de modo geral, o impacto das fontes difusas de poluição ocorre por meio da integração de efluentes em bacias de drenagem. Isso dificulta a caracterização de fontes e poluentes singulares e resulta na necessidade de serem estabelecidos indicadores consistentes e capazes de monitorar alterações temporais na magnitude e variabilidade temporal das fontes.
- Definir áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade da região costeira, o que compreende a implementação de diagnósticos e pesquisas, as atividades de manejo, a recuperação de áreas degradadas e a criação de unidades de conservação.

5.7.2.2. Erosão e assoreamento – 2015

Os desequilíbrios na dinâmica sedimentar dos ambientes costeiros, em especial a interrupção do aporte de areias continentais para as áreas marinhas rasas e os bloqueios naturais e induzidos pelas

atividades antrópicas na movimentação arenosa transversalmente à linha de costa, bem como o aumento de intensidade dos ciclos de tempestade vinculados às variações climáticas, têm efeitos diretos nos processos sedimentares das áreas litorâneas e das plataformas continentais internas.

Deverá ser estabelecido um programa de gerenciamento integrado dos ambientes costeiros, considerando os reais motivos que deflagram os processos erosivos e de assoreamento em cada um dos segmentos contínuos do litoral brasileiro, para possibilitar a contraposição, em curto espaço de tempo, de soluções aos problemas de perda de espaço territorial costeiro. Esse programa deverá considerar as tendências naturais, nas quais situações de desequilíbrio voltam espontaneamente à normalidade, e também os fatores intervenientes que possam promover a ocorrência de processos erosivos contínuos. Além disso, deve incorporar a capacidade de avaliação e previsão de eventos episódicos, geralmente catastróficos, com o objetivo de prevenir e minimizar os seus impactos na vida humana e na infra-estrutura costeira.

Diagnósticos para cada segmento contínuo do litoral que apresente processos erosivos ou de assoreamento acentuado deverão ser elaborados a partir de informações obtidas nas redes de monitoramento marinho e terrestre. Informações horárias sobre padrões de sistemas de incidência de ondas sobre o litoral (direção de incidência, altura, período e comprimento de onda), marés, variabilidade de campo de ventos, precipitação, descarga sólida fluvial, bem como de declividade e composição dos sedimentos das praias e das plataformas continentais internas contíguas, são informações necessárias para a elaboração de modelos de previsão da evolução de sistemas costeiros e das posições de equilíbrio dinâmico das atuais linhas de costa.

A identificação das áreas de maior desequilíbrio sedimentar existentes ao longo do litoral brasileiro, que são consideradas prioritárias no estabelecimento dos programas de monitoramento contínuo de variabilidade praial, foi elaborada pelo Ministério do Meio Ambiente (MUEHE, 2006), destacando aquelas associadas às desembocaduras fluviais de grande porte, de alta densidade demográfica e de elevado valor paisagístico, social ou econômico.

Modelos de previsão de estabilidade de linhas de costa ou de evolução de terreno já são de domínio público, e têm sido aplicados a alguns segmentos do litoral brasileiro. O emprego desses modelos é limitado pela falta de informações sistemáticas e contínuas dos elementos básicos que os alimentam.

O estabelecimento da Rede de Monitoramento Ambiental Marinho constitui-se no elemento catalisador de mudança de enfoque da atual abordagem descritiva dos fenômenos erosivos e de assorea-



mento observados ao longo do litoral brasileiro. A rede deverá atender também aos segmentos costeiros de características geológica e geomorfológica contínuas, especialmente aqueles associados às grandes concentrações urbanas do litoral, bem como às áreas de interesse econômico e estratégico.

5.7.3. Divulgação da ciência e tecnologia do mar

5.7.3.1. Cursos de divulgação para alunos de ensino médio – 2015

Em médio prazo, é fundamental que o Ministério da Educação complemente sua política de ensino médio para a inclusão de temas marinhos no currículo das escolas públicas e privadas. Complementarmente, poderão ser organizados cursos extracurriculares de curta duração sobre educação ambiental na zona costeira, para maior compreensão dos processos oceanográficos que afetam a qualidade de vida do cidadão comum e da sócio-economia local, regional e nacional. Parcerias com a iniciativa privada e o terceiro setor podem ser uma alternativa para viabilizar esses cursos.

5.7.3.2. Cursos para professores do ensino fundamental e médio voltados para a inclusão das ciências do mar nos currículos tradicionais – 2015

É essencial melhorar a capacitação de professores do ensino médio, público e privado, a fim de habilitá-los a ensinar temas marinhos e oceanográficos. Deverão ser oferecidas vagas nos cursos de pós-graduação (pelo menos no nível de mestrado) ou em disciplinas específicas básicas e niveladoras, para que os professores já contratados possam adquirir conhecimentos básicos em oceanografia, de modo a ensinar o tema para alunos do ensino médio.

Uma outra forma de implementar ou apoiar esses programas estruturantes é por intermédio dos atuais nove cursos de graduação em oceanografia espalhados pelo Brasil, que já contribuem para a capacitação profissional na área. No entanto, é preciso regularizar a profissão do oceanógrafo, tornando-o legalmente habilitado ao ensino médio ou profissionalizante em escolas públicas e privadas. A admissão de profissionais da oceanografia nessas escolas por meio de concursos ou contratos regulares de trabalho depende, evidentemente, das alterações curriculares mencionadas no projeto estruturante anterior, de modo a justificar a demanda do curso por esses novos profissionais.

5.7.3.3. Oceanários – 2015 a 2022

Devem ser estimulados investimentos públicos e privados em oceanários educativos, interativos e recreacionais. O ponto de partida para demonstrar a viabilidade desse empreendimento é a criação de pelo menos dois oceanários com recursos públicos interministeriais, um na região Norte-Nordeste, outro na região Sul-Sudeste.

5.7.3.4. Divulgação das informações provenientes de programas e projetos de pesquisa por meio eletrônico – 2015

As agências financiadoras das pesquisas em C&TM devem exigir que os projetos que apóiam sejam amplamente divulgados por meios eletrônicos, como a internet, tanto na fase de execução como na apresentação posterior dos resultados finais atingidos.

5.7.4. Estabelecimento de parques tecnológicos marinhos

Define-se parque tecnológico marinho como uma área delimitada no espaço aquático da plataforma continental devidamente sinalizada e utilizada como laboratório natural para experimentos piloto desenvolvidos por grupos de excelência em pesquisa oceanográfica aplicada. Os projetos experimentais e seus resultados visam a incentivar o governo ou a iniciativa privada no investimento de tecnologias alternativas para a exploração de recursos marinhos físicos, biológicos e energéticos. Deverão ser estabelecidos quatro parques tecnológicos marinhos: um na Região Sudeste, destinado à pesquisa e ao desenvolvimento da maricultura *offshore*; dois no sistema recifal de Abrolhos, destinados à pesquisa e à prospecção biotecnológica; e um no Nordeste, destinado à pesquisa e ao desenvolvimento de métodos e processos para utilização de fontes de energia alternativas. A seguir, são detalhados os temas de interesse socioeconômico que serão desenvolvidos nesses parques.

5.7.4.1. Maricultura offshore – 2015 a 2022

Um parque tecnológico marinho deverá ser criado em águas da plataforma continental do Sudeste (São Paulo, Paraná ou Santa Catarina) para o desenvolvimento de tecnologias de cultivo de moluscos em mar aberto, aproveitando o potencial de produção de matéria orgânica particulada a partir de fontes oceânicas de nutrientes (ACAS - Água Central do Atlântico Sul), que possa ser explorada



como alimento para organismos filtradores e suspensívoros de interesse comercial. É uma forma de atrair investimentos privados internacionais e nacionais para a exploração de recursos marinhos de forma sustentável. O interesse maior é o desenvolvimento de tecnologias de tanque rede para engorda de peixes e de tecnologias de engorda de moluscos filtradores (ostras, mexilhões e vieiras), com sementes capturadas na zona costeira por pescadores artesanais.

5.7.4.2. Fazendas de biotecnologia – 2015 a 2022

Dois parques tecnológicos marinhos deverão ser estabelecidos no sistema recifal de Abrolhos. A vocação natural de um parque biotecnológico nessa região é óbvia, tendo em vista a elevada biodiversidade de organismos marinhos presentes na área, típica de sistemas recifais de habitats tropicais oligotróficos. Um deles terá por objetivo o desenvolvimento de organismos em substratos artificiais que possam ser pesquisados em relação à prospecção de substâncias bioativas com aplicações médicas, farmacológicas e industriais. O outro será especificamente para estudar e manter o bioma das *kelps* brasileiras, dominado pela alga parda *Laminaria abyssalis*. Trata-se de um bioma marinho ainda pouco estudado, com potencial para a produção de sementes dessas macroalgas, que poderiam ser transferidas para os parques de cultivo na plataforma da Região Sudeste, em profundidades semelhantes ao local de crescimento em Abrolhos, isto é, em condições de baixa intensidade luminosa nas profundidades entre 50 e 80 m e com altas concentrações de nutrientes devido à presença da ACAS.

5.7.4.3. Extração de biodiesel da biomassa marinha – 2015 a 2022

O cultivo em massa de microalgas é uma tecnologia promissora como fonte de ácidos graxos, que podem ser aplicados em tratamentos terapêuticos, e, sobretudo, de massa orgânica para a produção de biodiesel. Caso essa tecnologia se revele viável, os benefícios serão enormes do ponto de vista energético e ambiental. Deve-se considerar a possibilidade de substituição parcial da soja para produção de biodiesel.

5.7.4.4. Energia renovável – 2015 a 2022

A região norte-nordeste do Brasil apresenta condições ideais para a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias de extração de energia a partir dos processos físicos oceanográficos, sobretudo

a energia de marés, tendo em vista as altas amplitudes típicas das regiões equatoriais do norte do país. Soma-se a elevada amplitude dos gradientes térmicos verticais produzidos pela termoclina permanente da região equatorial e dos gradientes salinos, duas fontes de energia em fase de desenvolvimento nos países do Hemisfério Norte. Para a exploração desse potencial marinho sugere-se o estabelecimento de um parque tecnológico dedicado a essas pesquisas de extração de energia entre o Rio Grande do Norte e o Pará.

5.8. Estrutura institucional

A implementação e o desenvolvimento dos projetos estruturantes definidos na seção anterior requerem uma série de facilidades de infra-estrutura que ainda não existem no país. Por exemplo, os benefícios econômicos do entendimento do papel dos oceanos no sistema climático são grandes. As evidências de que o homem pode causar mudanças no clima têm despertado maior atenção da sociedade com relação ao assunto. Esses interesses coincidem com o recente sucesso da previsão de longo termo associada, por exemplo, ao fenômeno climático do El Niño, e com avanços que permitem detalhar medidas de variáveis climáticas. O desenvolvimento da previsão de longo período aumenta os desafios, que incluem o entendimento e a quantificação dos processos oceanográficos associados à interação entre várias escalas de movimento, como a circulação, as marés, as ondas, a mistura turbulenta, a convecção e os processos de formação de massa de água, em escalas temporais que vão da sazonal até a interdecadal. Todas essas questões são fundamentadas cientificamente e têm importância prática, necessitando de infra-estrutura adequada para serem resolvidas.

A coleta de dados deve ser contínua e expandida sempre que possível. A manutenção das estações autônomas fundeadas e das estações costeiras envolve tarefas que, apesar de rotineiras, precisam ser cumpridas em tempo hábil para que não haja perda de dados nem degradação da qualidade das informações.

A construção ou aquisição de navios oceanográficos, bem como sua manutenção e operação, é fundamental para que os projetos estruturantes sejam implementados. A administração, o gerenciamento e a operação dessas embarcações devem ser ágeis e eficientes, pois além de cruzeiros oceanográficos pré-agendados serão necessárias viagens emergenciais para a manutenção súbita ou a recuperação inesperada das estações autônomas fundeadas.

Consistentemente com uma política de coleta de dados *in situ*, deve haver garantia de futuras missões de satélites brasileiros que contemplem a necessidade de aquisição de dados oceânicos, com



particular atenção para o monitoramento de eventos extremos que se desenvolvem no mar e afetam a zona costeira e a área continental adjacente.

A manutenção e a atualização sistemática e contínua dos laboratórios e dos equipamentos oceanográficos, com especial atenção à calibração de sensores e de instrumentos, conferindo aos dados o padrão de confiabilidade exigido pelos projetos estruturantes, é um forte requisito que necessita de infra-estrutura adequada e eficiente.

Ainda, a partir do aprimoramento da infra-estrutura existente e de outras que venham a ser criadas, deve-se buscar um sistema de informações oceanográficas que possa harmonizar os padrões de coleta e de armazenamento de dados, além de disponibilizar as informações aos usuários de forma ágil e eficiente. Em outras palavras, deve ser implementado um sistema de aquisição, recepção, processamento, análise e disseminação de dados e produtos ambientais para as zonas costeira e oceânica de interesse nacional.

São necessários investimentos na infra-estrutura de centros de ensino e pesquisa em C&TM, visando ao desenvolvimento de tecnologias específicas para o aprimoramento e a expansão da habilidade em observar o oceano em diversas escalas espaciais e temporais. Os investimentos para suporte aos projetos estruturantes devem ser contínuos e aplicados com a máxima eficiência, evitando redundâncias e propiciando desenvolvimento regional harmônico nas diversas áreas geográficas do país.

Para atender a todos os aspectos de coordenação, gerenciamento, ampliação e manutenção da infra-estrutura e a operação de um sistema harmônico e nacional de C&TM, propõe-se a criação de uma organização para a administração oceânica.

Cumprir reiterar que existem no país diversos grupos de C&TM, alguns bem estruturados, sediados em várias instituições de ensino e de pesquisa, e que tratam de temas relevantes para o desenvolvimento científico e socioeconômico do país. Esses grupos estão concentrados nos eixos S-SE, e NE, geograficamente dispersos, e apresentam pouca interação efetiva. Ademais, o país carece de um centro de âmbito nacional, que dê apoio às diferentes instituições públicas e privadas do Brasil e que tenha grande inserção internacional, particularmente nas Américas do Sul e Central.

Portanto, sugere-se a estruturação de um sistema nacional de C&TM que siga duas vertentes principais. O primeiro modelo é baseado no conceito de redes de conhecimento. O segundo é fundamentado na operação de um centro nacional. Tais modelos não são excludentes e podem ser combinados, visando ao melhor aproveitamento dos dois conceitos a eles inerentes: interação e racionalização.

Reconhecendo, então, a capacitação já instalada no país, seja de infra-estrutura, seja laboratorial, seja de recursos humanos especializados, propõem-se as seguintes ações:

Criação de Rede Nacional de Ciências e Tecnologia Marinha (RNCTM)

- Esta é uma ação de curto prazo, com horizonte temporal para 2007, que pode ser engendrada através da Cirm e dos ministérios que a compõem. A RNCTM congregará as diversas instituições nacionais atuantes nas ciências do mar e na tecnologia marinha.

Manutenção e Melhoria da Infra-estrutura Laboratorial dos Centros Existentes

- Esta é uma ação de curto e médio prazos, com horizonte temporal para 2015. No âmbito da RNCTM, os diversos institutos, departamentos e laboratórios integrantes deverão ter suas demandas por atualização, renovação e recapacitação de infra-estrutura laboratorial e de recursos humanos atendidas, de forma a racionalizar o investimento nacional em C&TM.

Criação do Instituto Nacional de Oceanografia Operacional e Tecnologia Marinha

- Esta é uma ação de médio prazo, com horizonte temporal para 2015. Propõe-se a criação de um instituto que, no âmbito da RNCTM, seja o organismo responsável pela oceanografia operacional no país e dê apoio tecnológico a diversos laboratórios e centros de C&TM em temas específicos;
- O instituto deverá ser localizado à beira-mar e dispor de porto com cais de atracação para navios e embarcações de pesquisa. Esse centro deverá estar capacitado para receber pesquisadores das outras instituições participantes da RCTM. O instituto proposto deverá assumir a liderança em pesquisa marinha aplicada, incluindo o gerenciamento e a operação de meios flutuantes, a criação e a manutenção da rede de observações oceanográficas, e a implementação de modelos matemáticos numéricos para previsão do estado do mar em toda a ZEE e no Atlântico Sul e Equatorial em geral. Tarefa fundamental dessa instituição será o fornecimento de produtos ambientais, incluindo o estado dos oceanos, a proteção de ambientes costeiros e marinhos e outros itens importantes para a sociedade;
- Também será missão dessa organização fornecer a infra-estrutura necessária para o desenvolvimento do sistema de observação, edição, preparação, distribuição e utilização dos dados oceanográficos, bem como o desenvolvimento, a utilização e a distribuição de modelos numéricos que façam assimilação de dados;
- No que tange à TM, o instituto proposto deverá ser preferencialmente constituído por laboratórios ainda não existentes no país. Alguns laboratórios tecnológicos que poderão integrar essa organização são o Laboratório de Engenharia Hiperbárica, o Laboratório de Engenharia e Robótica Submarina e Integração de Sistemas e o Laboratório de Desenvolvimento e Calibração de Equipamentos Oceanográficos.



6. Considerações finais

Os resultados do estudo Mar e Ambientes Costeiros fornecem subsídios para que o espaço marinho brasileiro seja efetivamente ocupado e explorado de forma sustentável. Esse espaço, conforme definido neste documento, compõe-se não apenas dos 4,5 milhões de km² de mar territorial, zona econômica exclusiva e plataforma continental, mas também de possíveis zonas internacionais dos oceanos requisitadas para exploração de recursos minerais.

A grande extensão da costa brasileira proporciona continuamente muitas oportunidades de exploração industrial e comercial, de desenvolvimento socioeconômico, de redução das desigualdades e de integração do território nacional. As possibilidades de desenvolvimento, por sua vez, podem induzir tensões ambientais prejudiciais aos ecossistemas marinhos e à estabilidade das regiões costeiras.

Formas sustentáveis de exploração requerem pesquisas científicas, básicas e aplicadas, de todo o espaço marinho brasileiro. O desenvolvimento tecnológico, apontando soluções compatíveis com a preservação do meio ambiente, é parte integrante do processo de exploração sustentável.

Conhecimento detalhado sobre o papel que o Atlântico Sul e Equatorial desempenham no estabelecimento do clima e do tempo sobre o território nacional é também apontado neste documento como prioritário. Tais informações sustentarão uma melhor previsibilidade do clima do Brasil e, ainda, permitirão que impactos do aquecimento global, e da consequente elevação do nível médio do mar, sobre as cidades litorâneas sejam dimensionados corretamente, para que medidas mitigadoras possam ser discutidas e executadas.

Um conjunto de projetos estruturantes é proposto no documento, visando a oferecer alternativas para a discussão e o estabelecimento de uma agenda de prioridades para investimentos governamentais, nos níveis federal, estadual e municipal, e também privados, por meio de parcerias. Projetos estruturantes são aqueles que, realizados no presente, terão grande impacto no futuro.

Em síntese, as propostas, sugestões e recomendações deste documento fornecem subsídios científicos, tecnológicos e legais para:

- Identificação de oportunidades para o desenvolvimento socioeconômico do Brasil, de forma sustentável, no que se refere ao tema Mar e Ambientes Costeiros;

- Identificação de recursos marinhos de relevância político-estratégico, os quais têm especial interesse para a soberania nacional;
- Discussão ampla por todos os atores interessados visando ao estabelecimento de uma agenda de prioridades para investimentos governamentais nas regiões costeira e marinha do Atlântico Sul e Equatorial;
- Caracterização da importância do espaço marinho brasileiro sobre todo o território nacional por meio de aspectos relacionados ao clima e suas possíveis mudanças.

No que concerne aos recursos minerais, destacam-se os seguintes fatos portadores de futuro:

- Exaustão das reservas e restrições ambientais para a mineração de recursos minerais continentais;
- Crescente exploração mineral em águas cada vez mais profundas;
- Erosão costeira;
- Crescente dependência nacional dos fertilizantes importados;
- Corrida internacional para requisição de sítios de exploração mineral na área internacional dos oceanos.

O estudo também aborda aspectos relacionados, entre outros, a:

- Recursos minerais e áreas geográficas prioritárias;
- Vulnerabilidade ambiental;
- Arcabouço legal;
- Obstáculos ao desenvolvimento da pesquisa mineral e lavra de recursos minerais marinhos;
- Ações prioritárias;
- Inovação e desenvolvimento científico e tecnológico;
- Capacidade instalada.

De forma a dar as devidas prioridades aos recursos minerais, estes foram subdivididos em dois grupos distintos:

- Aqueles situados na plataforma continental brasileira (PCB) que têm um valor socioeconômico, pois podem movimentar a economia e gerar empregos no curto e médio prazos;
- Aqueles situados no Atlântico Sul e Equatorial, em áreas adjacentes à PCB, que têm um valor político-estratégico, pois sua identificação e a requisição de áreas de exploração junto à Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos (ONU) têm importância para a soberania nacional.



O estudo também mostra que o Brasil tem um grande potencial para adaptar e inovar a tecnologia existente para a exploração de recursos minerais não-petrolíferos da PCB e áreas oceânicas adjacentes.

Quanto aos aspectos ambientais, o documento mostra que, além do uso de uma tecnologia adequada, toda atividade de exploração mineral marinha deve ser precedida pela elaboração de estudos de impacto ambiental que também identifiquem possíveis medidas mitigadoras.

Também é mostrado que as peculiaridades do ambiente marinho demandam que sejam criados instrumentos específicos nas legislações mineral e ambiental, a fim de que a pesquisa e lavra mineral sejam desenvolvidas de forma sustentável.

Entre as ações prioritárias a serem implementadas nos diferentes horizontes temporais, destacam-se:

- Ampliação e fortalecimento de redes de pesquisa;
- Realização de levantamentos sistemáticos visando a identificar as características geológicas e geomorfológicas do fundo marinho e do subsolo da PCB;
- Identificação de áreas de ocorrências de novos recursos minerais e levantamento de informações geológicas de base para o manejo e gestão integrada da PCB e zona costeira associada;
- Realização de estudos de viabilidade técnica, econômica, ambiental para subsidiar a política de planejamento e gestão da plataforma continental e zona costeira e as entidades reguladoras;
- Ampliação das atividades de pesquisa e início de atividades de lavra mineral de pláceres e granulados siliciclásticos e carbonáticos na PCB;
- Ampliação de atividades de recuperação da costa brasileira com base em inventário da potencialidade de areia da plataforma continental interna;
- Avaliação e adequação da legislação mineral e ambiental levando em conta as especificidades dos recursos minerais marinhos;
- Início da pesquisa mineral na área internacional dos oceanos e requisição de sítios de exploração à Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos (ONU) em regiões adjacentes à PCB;
- Geração e/ou adaptação de novas tecnologias de pesquisa mineral e lavra alicerçadas na sustentabilidade ambiental, social e econômica da atividade;
- Consolidação do setor mineral marinho, construído sobre uma base produtiva social, econômica e ambientalmente sustentável, que realize uma exploração mineral plena e ade-

quadamente ordenada baseada em instrumentos de gestão modernos, transparentes e participativos, incluindo a utilização de áreas marinhas protegidas, e com uma estrutura de fiscalização ágil e eficiente.

Em relação à utilização dos recursos vivos do mar no Brasil, como objeto da pesca, o trabalho identifica que, ao longo da história, ela tem se dado de forma desordenada e mal planejada. A forte concentração da exploração nos recursos costeiros gerou um sobre-dimensionamento dos meios de produção e um esforço de pesca excessivo sobre um pequeno grupo de recursos tradicionalmente pescados. Tal fato, associado à utilização de padrões de pesca inadequados e predatórios e à abundância relativamente reduzida dos recursos pesqueiros marinhos, em função da limitada produtividade de nossas águas, agravada pela degradação ambiental dos ambientes costeiros pela ação antrópica, particularmente pela poluição (urbana, agrícola e industrial), tem conduzido grande parte dos estoques a uma situação de sobrepesca, resultando numa grave crise econômica e social no setor pesqueiro. Além da precária condição de muitos estoques, métodos inadequados de manuseio, beneficiamento, conservação e transporte contribuem para reduzir a qualidade do pescado, elevando o índice de perdas e o preço final do produto. Diante de tal contexto, as perspectivas para ampliação da produção brasileira de pescado pela pesca costeira são muito reduzidas, devendo as ações voltadas à recuperação do setor focar no aprimoramento dos instrumentos de gestão, ordenamento e fiscalização, com uma melhor organização da base produtiva (cooperativismo/ associativismo) e a utilização eficiente dos recursos disponíveis, com redução das perdas e agregação de valor ao produto capturado.

Em relação aos recursos pesqueiros de águas profundas no talude continental, os dados disponíveis confirmam que eles são, em geral, pouco produtivos, não apresentando níveis elevados de biomassa que garantam uma exploração industrial em larga escala. Apesar de reduzidos, contudo, esses recursos podem aportar uma importante contribuição ao setor pesqueiro nacional, particularmente em função do seu elevado valor de mercado.

Embora no que cabe à pesca costeira existam poucas perspectivas de aumento de produção, em relação à pesca oceânica o Brasil ainda possui um grande potencial de crescimento, encontrando-se estrategicamente bem situado em relação às áreas de ocorrência das principais espécies oceânicas no Atlântico, com grande vantagem comparativa, em relação a outras nações com tradição pesqueira. Os atuns e peixes afins (espadarte, agulhões e tubarões), recursos-alvo da pesca oceânica, têm uma série de vantagens comparativas em relação aos recursos da plataforma, entre as quais se destaca o fato do seu ciclo de vida ser completamente independente dos ecossistemas costeiros, já intensamente degradados. Uma vantagem adicional é que, desde que adequadamente planejado, o desenvolvimento da pesca oceânica nacional poderia resultar numa redução do esforço de pesca sobre os estoques costeiros, a maioria dos quais já está sobre-explotado.



Vários são os entraves, porém, para o desenvolvimento da pesca profunda e oceânica no país, com destaque para a falta de mão-de-obra especializada, de tecnologia e de embarcações adequadas, as quais, devido ao seu elevado custo, encontram-se comumente muito além da capacidade de investimento das empresas de pesca nacionais. Portanto, para que o país consiga aumentar sua participação na pesca oceânica, precisará ampliar quotas de captura, consolidar uma frota pesqueira, formar mão-de-obra especializada e gerar conhecimento científico e tecnológico sobre as espécies exploradas.

O principal macro-vetor para o crescimento da produção de pescado do Brasil a partir do mar, porém, reside certamente na maricultura, na qual é marcante o contraste entre o potencial do país e o seu atual nível de produção. No Brasil, a maricultura tem se desenvolvido exclusivamente em águas costeiras de pouca profundidade, devido à deficiências tecnológicas para cultivo em águas profundas. A baixa qualidade da água, em função do elevado grau de poluição e da degradação dos habitats costeiros, contudo, tem comprometido gravemente tanto a sanidade dos organismos cultivados, e conseqüentemente a sua produtividade, como a qualidade dos produtos oriundos do cultivo, problema que se torna particularmente grave nas proximidades dos grandes centros urbanos, exatamente onde a disponibilidade de infra-estrutura (energia elétrica, água, esgoto, etc.) e as facilidades logísticas (portos, aeroportos, centros comerciais) são maiores e se constituem fatores cruciais para a rentabilidade econômica da atividade. A limitação das áreas disponíveis para o cultivo, associada ao fato de elas estarem comumente próximas a áreas que abrigam ecossistemas frágeis, como recifes de corais e manguezais, tem gerado diversos conflitos de uso. Somente com o estabelecimento de políticas públicas claras e com diretrizes bem definidas para o setor, principalmente no que se refere à delimitação das áreas onde a atividade possa ser implementada com sustentabilidade ambiental, os conflitos com a sociedade em geral e com outros setores produtivos poderão ser amenizados.

Em termos de infra-estrutura logística, há uma grande necessidade no país de um Instituto Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro (INPD), o qual deveria ser dotado de embarcações para o desenvolvimento de pesquisas sobre os recursos pesqueiros do Brasil. O ensino técnico de nível médio deveria ser reforçado, a partir da criação de novas unidades e do fortalecimento das já existentes, de forma a possibilitar o treinamento de mão-de-obra especializada para a pesca, como patrões de pesca, motoristas, pescadores, geladores, etc.

A insuficiência de dados estatísticos consistentes sobre a atividade pesqueira, por sua vez, constitui um dos mais graves problemas enfrentados pelo setor pesqueiro nacional, dificultando o diagnóstico adequado do real estado dos estoques pesqueiros e do próprio setor, impedindo, por conseguinte, um planejamento adequado da sua gestão.

Uma das principais dificuldades enfrentadas pelo Estado para formular, estabelecer e aplicar uma política pesqueira capaz de conduzir os legítimos interesses do setor de forma satisfatória tem sido a estrutura institucional equivocada, com vários órgãos federais responsáveis pela gestão do setor no país (Seap/PR, Ibama, Mapa) que têm graves deficiências de coordenação entre si. Ela deveria ser unificada em torno de um só órgão com a estrutura necessária à consecução de uma política pesqueira única para o país. Isso poderia ser feito a partir da elevação da atual Seap/PR ao *status* de Ministério de Aqüicultura e Pesca, com infra-estrutura para atender a todas as demandas da pesca e da maricultura, porém com orientação mais técnica e menos política. A pasta atuaria em sinergia com os diversos ministérios que possuem interfaces com a atividade pesqueira, como o do Meio Ambiente, da Educação, da Ciência e Tecnologia, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, das Relações Exteriores, etc., além da Marinha.

Por fim, o desenvolvimento do setor pesqueiro nacional deveria ser pautado por um Plano de Desenvolvimento Pesqueiro, como já houve em outras épocas, alicerçado num processo de articulação interministerial não só em relação aos recursos vivos do mar, mas a todos os demais, incluindo os recursos não-vivos, o turismo, os transportes, etc. Tal coordenação deveria caber à Cirm, que já dispõe dessa missão e prerrogativa institucional, sendo necessário para o pleno e adequado cumprimento de sua finalidade, contudo, que ela seja consideravelmente fortalecida política e estruturalmente.

Em relação à ciência e tecnologia marinhas (C&TM), que compreendem tanto a pesquisa básica como a pesquisa aplicada, este estudo aponta direções para minimizar os impactos negativos do homem sobre os ambientes marinhos, e dos oceanos e das regiões costeiras sobre a sociedade. Conceitualmente, o capítulo de C&TM foi dividido em três conjuntos: clima, ecossistemas marinhos e oceanografia operacional/tecnologia.

Frente a um quadro preocupante de aquecimento global e conseqüente elevação do nível médio do mar, e reconhecendo que é preciso avaliar o provável impacto das mudanças globais no Oceano Atlântico Sul e Equatorial, indicamos como imprescindível a formação de recursos humanos de alto nível na área de oceanografia física voltada para processos climáticos.

No que tange aos ecossistemas marinhos, a ameaça representada pelas mudanças climáticas e pela perda da biodiversidade global indica a necessidade de preencher enormes lacunas científicas e tecnológicas para que o aproveitamento dos recursos marinhos ocorra de forma racional e sustentada.

Propomos a instalação definitiva da oceanografia operacional (OcOp) no Brasil. Esta difere da pesquisa acadêmica por requerer a coleta contínua de informações e a sua disponibilização em curto espaço de tempo para tomadas de decisão. Além do mais, os dados devem ser aplicados por meio



de técnicas de assimilação em modelos numéricos de previsão oceânica, cujos resultados também devem ser disponibilizados para todo o público em ambiente aberto de rede.

A implantação da OcOp requer o monitoramento dos processos costeiros e oceânicos. Haverá, portanto, forte demanda por instrumentos autônomos para medições contínuas de parâmetros marinhos, a qual possibilitará a instalação de empresas brasileiras para fabricação de tais equipamentos.

A área de C&TM identificou os seguintes fatos portadores de futuro:

- Mudanças climáticas;
- Mudança no paradigma de exploração de recursos do mar;
- Ocupação e utilização impróprias da zona costeira;
- Expansão das atividades da exploração de óleo e gás na margem continental.

Para fazer frente a esses fatos portadores de futuro, foram propostos os seguintes projetos estruturantes para os horizontes temporais de curto (2007), médio (2015) e longo (2022 e 2027) prazos:

- Estabelecimento da oceanografia operacional, contemplando uma rede de monitoramento ambiental marinho, plataformas para coleta de dados e estruturação de banco de dados oceanográficos;
- Revitalização e conservação da zona costeira, voltada ao combate à poluição marinha, à erosão e ao assoreamento;
- Divulgação da ciência e tecnologia do mar, aí se incluindo cursos de diversos tipos e níveis, implantação de oceanários e divulgação das informações provenientes de programas e projetos de pesquisa por meio eletrônico;
- Estabelecimento de parques tecnológicos marinhos, compreendendo atividades de maricultura *offshore*, fazendas de biotecnologia, extração de biodiesel da biomassa marinha e energia renovável.

A implementação de tais projetos estruturantes requer infra-estrutura ainda inexistente no país. Em virtude de a coleta de dados ser necessariamente contínua, as tarefas de manutenção das estações autônomas fundeadas e das estações costeiras, ainda que rotineiras, precisam ser realizadas em tempo hábil para evitar a perda de dados e de qualidade das informações. Para que os projetos estruturantes sejam implementados é essencial a construção e/ou a aquisição de navios oceanográficos e que sua manutenção e operação garantam as demandas desses projetos. Para tanto a administração, o gerenciamento e a operação dessas embarcações devem ser ágeis e eficientes.

Consistentemente com uma política de coleta de dados *in situ*, deve haver garantia de futuras missões de satélites brasileiros que contemplem a necessidade de aquisição de dados oceânicos, com particular atenção para o monitoramento de eventos extremos que se desenvolvem no mar e afetam a zona costeira e a área continental adjacente.

No âmbito, ainda, do aprimoramento da infra-estrutura, faz-se necessário implementar um sistema de aquisição, recepção, processamento, análise e disseminação de dados e produtos ambientais para as zonas costeira e oceânica de interesse nacional.

Para atender a todos os aspectos de coordenação, gerenciamento, ampliação e manutenção da infra-estrutura, e a operação de um sistema harmônico e nacional de C&TM propõe-se a criação de uma organização para a administração oceânica baseada em duas vertentes: redes de conhecimento e centro nacional.

Reconhecendo a capacitação já instalada no país, seja de infra-estrutura, seja laboratorial, seja de recursos humanos especializados, propõem-se as seguintes ações:

- Criação de Rede Nacional de Ciências e Tecnologia Marinha;
- Manutenção e melhoria da infra-estrutura laboratorial dos centros existentes;
- Criação do Instituto Nacional de Oceanografia Operacional e Tecnologia Marinha.



Apêndice 1

Estudo sobre Mar e Ambientes Costeiros Recursos Não-Vivos

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) está desenvolvendo, por solicitação do Núcleo de Assuntos Estratégicos (NAE) da Presidência da República, estudo denominado *Mar e Ambientes Costeiros*. O objetivo geral desse estudo é o *Estabelecimento de uma agenda de prioridades em Ciência, Tecnologia e Inovação, com visão de longo prazo, que contribua para a ocupação efetiva do mar brasileiro e ampliação da presença brasileira no Atlântico Sul e Equatorial, de forma racional e sustentável, nos planos internacional, nacional e regional.*

Os horizontes temporais desse estudo estendem-se até 2015, quando o Brasil deverá ter cumprido as Metas do Milênio estabelecidas pela ONU, das quais o Brasil é signatário, e 2022, quando a Nação brasileira comemorará 200 anos de independência.

O documento *Mar e Ambientes Costeiros* terá várias dimensões, em consonância com o *Projeto Brasil 3 Tempos (Caderno NAE 01, 2004)*. Destacamos, em seguida, algumas dessas dimensões. A Dimensão Econômica tem como destaques o crescimento sustentável, a geração de empregos e renda, a conquista de novos mercados internacionais e a redução da vulnerabilidade externa, entre outras. A Dimensão Territorial deve buscar a diminuição das disparidades regionais, o desenvolvimento harmônico nacional, a integração com a América do Sul e a soberania nacional, entre outras. A Dimensão do Conhecimento deverá considerar a educação de qualidade, a ampliação da capacidade de geração do conhecimento científico, tecnológico e de inovação, entre outras. A Dimensão Ambiental deverá incluir a preservação ambiental e a ampliação da proteção dos ecossistemas brasileiros, o uso sustentável dos recursos da biodiversidade, o uso sustentável das fontes de energia e dos minérios não-energéticos, o uso sustentável dos recursos hídricos, entre outras.

Como referência conceitual, o estudo *Mar e Ambientes Costeiros* deverá contribuir para o desenvolvimento e fortalecimento de ações que resultem em uma efetiva ampliação da presença brasileira no Atlântico Sul e Equatorial e para o reforço e consolidação de redes de cooperação formadas por órgãos governamentais, instituições acadêmicas e de pesquisa, setor produtivo e terceiro setor. O trabalho foi estruturado em três Blocos de Estudos: Recursos Vivos, Recursos Não-Vivos e Ciência e Tecnologia, os quais desenvolverão suas atividades simultaneamente em três etapas, conforme descrito a seguir.

Primeira Etapa: Levantamento de informações sobre a capacidade instalada do país para realizar a exploração de recursos marinhos no Atlântico Sul e Equatorial e sobre as necessidades e oportunidades de inovação e desenvolvimento científico e tecnológico voltados ao aproveitamento desses recursos comparativamente a outros países. Este levantamento incluirá informações, entre outras coisas, sobre áreas geográficas promissoras, vulneráveis ou prioritárias para o desenvolvimento científico e tecnológico ou para a exploração de recursos marinhos. As informações serão obtidas através de consulta dirigida a membros da comunidade acadêmica, científica, empresarial e do terceiro setor. O produto final desta etapa será um Documento Preliminar para cada um dos três blocos de estudos contendo triagem e análise inicial das informações recebidas a partir das consultas.

Segunda Etapa: Realização de um workshop com duração de dois dias e presença de 10-12 pessoas para cada Bloco de Estudos. O objetivo do workshop é de discutir, priorizar e consolidar as informações obtidas na Primeira Etapa, incluindo propostas de soluções de curto, médio e longo prazo para promover a inovação e o desenvolvimento científico e tecnológico voltado para a exploração racional e sustentável dos recursos marinhos identificados como prioritários e presentes em áreas de grande interesse político e estratégico para o Brasil, no Atlântico Sul e Equatorial. O produto desta etapa será um Documento-Base consolidado, um para cada Bloco de Estudos.

Terceira Etapa: Elaboração do documento final, de abrangência multidisciplinar, que se constituirá na síntese dos resultados alcançados. Nesta fase, os Documentos-Base consolidados na Segunda Etapa serão reunidos para a elaboração de Documento Final, único, no formato adequado para publicação como um Caderno NAE. Assim, o produto desta etapa será um único Documento Final para publicação no Caderno NAE.



Consulta

Bloco de Estudos Recursos Não-Vivos

1- Baseando em seus conhecimentos, qual é (quais são) o(s) recurso(s) mineral(is) prioritário(s) de grande interesse político, estratégicos ou econômico para o Brasil, situados no Atlântico Sul e Equatorial, que deveria(m) ser objeto(s) de desenvolvimento científico e tecnológico com vistas à sua(s) futura exploração num horizonte de até 15 anos?

- Granulados (indicar tipos)
- Pláceres (indicar tipos)
- Fosforita
- Carvão
- Nódulos polimetálicos
- Crostas cobaltíferas
- Sulfetos polimetálicos
- Hidratos de gás
- Evaporitos e enxofre
- Outros (indicar)
- Não sabe

Justifique sua resposta.

2- Na sua opinião, qual(is) é (são) a(s) área(s) geográfica(s) específica(s) e prioritária(s) de grande interesse político, estratégico ou econômico para o Brasil, no Atlântico Sul e Equatorial para pesquisa, prospecção e exploração do(s) recurso(s) acima indicado(s)?

- Plataforma continental (indicar porção)
- Talude continental (indicar porção)
- Sopé continental (indicar porção)
- Cone(s) (indicar qual(is))
- Platô(s) (indicar qual(is))
- Elevação(ões) (indicar qual(is))
 - Região de ilhas oceânicas (indicar qual(is))
 - Montes submarinos (indicar qual(is))
 - Fundo(s) abissal(is) (indicar qual(is))

- Cordilheira meso-oceânica (indicar porção)
- Bacia(s) costeira(s) e oceânica(s) (indicar qual(is))
- Outros (indicar qual(is))
- Não sabe

Justifique sua resposta.

3- Na sua opinião, existe(m) outro(s) tipo(s) de recurso(s) natural(is) que poderia(m) estar presente(s) na(s) área(s) prioritária(s) indicada(s) e que poderia(m) ser objeto de desenvolvimento científico e tecnológico simultâneo ao(s) recurso(s) mineral(is) acima sugeridos(s)?

- Recursos biotecnológicos (indicar quais)
- Recursos pesqueiros (indicar quais)
- Organismos bentônicos (indicar quais)
- Algas marinhas (indicar quais)
- Água do mar
- Outros (indicar)
- Não sabe

Justifique sua resposta.

4- Na sua opinião, quais são os aspectos relacionados à vulnerabilidade ambiental relacionadas à pesquisa e aproveitamento do(s) recurso(s) natural(is) e área(s) prioritária(s) acima indicado(s)?

- Proximidade de centros urbanos (quais)
- Proximidade de áreas de proteção ambiental (quais)
- Situados em áreas de ocorrência de organismos endêmicos (quais?)
- Alto risco de poluição marinha (especificar tipo)
- Conflito com outras atividades (quais?)
- Outros (indicar)
- Não sabe

Justifique sua resposta.

5- No seu conhecimento, quais são os principais obstáculos existentes no Brasil que dificultam o desenvolvimento da pesquisa e o aproveitamento racional e sustentado do(s) recurso(s) natural(is) e área(s) prioritária(s) acima indicado(s)?

Justifique sua resposta.



6- Na sua opinião, quais são as ações prioritárias que poderiam favorecer a pesquisa e o aproveitamento racional e sustentado do(s) recurso(s) natural(is) e área(s) prioritária(s) acima indicado(s)?

Justifique sua resposta.

7- Na sua opinião, quais são as áreas de inovação e desenvolvimento científico e tecnológico que permitem a superação de desafios do conhecimento científico e de gargalos tecnológicos relacionados ao aproveitamento sustentável do(s) recurso(s) natural(is) e área(s) prioritária(s) acima indicado(s)?

Justifique sua resposta.

8- Como você caracterizaria a capacidade instalada, local e nacional, para desenvolver os estudos de ciência e tecnologia identificados na resposta anterior? Identifique os pontos fortes e os pontos fracos dessa capacidade.

Justifique sua resposta.

9- Quais são, na sua opinião, os aspectos relacionados ao arcabouço legal que devem ser levados em consideração e que facilitariam o desenvolvimento da pesquisa e o aproveitamento do(s) recurso(s) natural(is) e área(s) prioritária(s) acima indicado(s)?

Justifique sua resposta.

10- Como você avaliaria os impactos socioeconômicos decorrentes do aproveitamento do(s) recurso(s) natural(is) e área(s) prioritária(s) acima indicado(s)?

Justifique sua resposta.

11- Qual seria, na sua opinião, a estrutura institucional ideal para, a médio e longo prazos, induzir a ampliação e manutenção da infra-estrutura visando à consecução dos objetivos identificados nas respostas anteriores?

Justifique sua resposta.

12- Você teria outras observações ou sugestões referentes ao assunto aqui tratado?

Justifique sua resposta.



Apêndice 2

OFÍCIO DE ENCAMINHAMENTO E QUESTIONÁRIO ENVIADO A REPRESENTANTES DA COMUNIDADE CIENTÍFICA, EMPRESARIAL, DA PESCA ARTESANAL, GOVERNAMENTAL E NÃO-GOVERNAMENTAL, RELACIONADOS À PESCA E À AQUICULTURA

*Ocupação efetiva do mar brasileiro e ampliação
da presença brasileira no Atlântico Sul e Equatorial:
Uma Visão em 3 Tempos*

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) está desenvolvendo, por solicitação do Núcleo de Assuntos Estratégicos (NAE) da Presidência da República, estudo denominado *Mar e Ambientes Costeiros*. O objetivo geral desse estudo é o *Estabelecimento de uma agenda de prioridades em Ciência, Tecnologia e Inovação, com visão de longo prazo, que contribua para a ocupação efetiva do mar brasileiro e ampliação da presença brasileira no Atlântico Sul e Equatorial, de forma racional e sustentável, nos planos regional, nacional e internacional.*

Os horizontes temporais desse estudo estendem-se de 2007, marcado pelo início do novo governo; 2015, quando o Brasil deverá ter cumprido as Metas do Milênio estabelecidas pela ONU, das quais o país é signatário; 2022, quando a Nação brasileira comemorará 200 anos de independência, e 2027.

O documento *Mar e Ambientes Costeiros* terá várias dimensões, em consonância com o *Projeto Brasil 3 Tempos (Caderno NAE 01, 2004)*. Destacamos, em seguida, algumas dessas dimensões. A Dimensão Econômica tem como destaques o crescimento sustentável, a geração de empregos e renda, a conquista de novos mercados internacionais e a redução da vulnerabilidade externa, entre outras. A Dimensão Territorial deve buscar a diminuição das disparidades regionais, o desenvolvimento harmônico nacional, a integração com a América do Sul e a soberania nacional, entre outras. A Dimensão do Conhecimento deverá considerar a educação de qualidade, a ampliação da capacidade de geração do conhecimento científico, tecnológico e de inovação, entre outras. A Dimensão Ambiental deverá incluir a preservação ambiental e a proteção dos ecossistemas brasileiros, além do uso sustentável dos recursos vivos, da biodiversidade, das fontes de energia, dos minérios não-energéticos, dos recursos hídricos, etc.

Como referência conceitual, o estudo *Mar e Ambientes Costeiros* buscará o desenvolvimento e fortalecimento de ações que contribuam para uma efetiva ampliação da presença brasileira no Atlântico

co Sul e Equatorial por intermédio do reforço e consolidação de redes de cooperação formadas por órgãos governamentais, instituições acadêmicas e de pesquisa, setor produtivo e terceiro setor. O trabalho foi estruturado em três Blocos de Estudos: Recursos Vivos, Recursos Não-Vivos e Ciência e Tecnologia, os quais desenvolverão suas atividades simultaneamente.

O estudo será desenvolvido em quatro etapas. A Primeira Etapa, que estamos iniciando agora, prevê o levantamento de informações sobre a capacidade instalada no país para realizar a exploração de recursos marinhos do Atlântico Sul e Equatorial, os principais obstáculos a serem superados, e as necessidades e oportunidades de inovação e desenvolvimento científico e tecnológico voltados ao aproveitamento desses recursos. Este levantamento inclui informações, entre outras, sobre áreas geográficas promissoras, vulneráveis ou prioritárias para o desenvolvimento científico ou tecnológico ou para a exploração de recursos marinhos.

Assim, solicitamos atenciosamente que essa instituição (ou V. Sa., no caso de pessoa física) responda, até 15 de outubro de 2006, a algumas questões referentes ao Bloco de Estudos Recursos Vivos do Mar, sempre com uma visão voltada para o Atlântico Sul e Equatorial, embora não prescindindo dos aspectos regionais. Pedimos, ainda, que as respostas sejam justificadas dentro do contexto exposto anteriormente.

Como esta é uma consulta ampla e aberta, qualquer outro comentário, sugestão ou discussão julgada pertinente para o Bloco de Estudos de Recursos Vivos do Mar, será muito bem-vinda. Agradecemos antecipadamente a colaboração prestada a este estudo e assumimos o compromisso de manter vossa instituição (ou V.Sa., no caso de pessoa física) devidamente informada sobre o desenvolvimento do estudo *Mar e Ambientes Costeiros*.



Questionário recursos vivos

ATENÇÃO: Todas as respostas devem ser elencadas em ordem de prioridade

PARTE I: IDENTIFICAÇÃO DE OBSTÁCULOS AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

I.1- MARICULTURA

Quais os principais obstáculos existentes hoje no Brasil que dificultam o desenvolvimento sustentável da aqüicultura, em águas marinhas e estuarinas, de uma forma geral (considerar toda a cadeia produtiva: produção/ processamento/ comercialização)?

E, de forma específica, em relação à maricultura sustentável de:

- I.1.1- Peixes
- I.1.2- Moluscos
- I.1.3- Crustáceos
- I.1.4- Algas

I.2- PESCA

Quais as principais dificuldades enfrentadas pela pesca extrativa, em bases sustentáveis, hoje no Brasil, de uma forma geral (considerar toda a cadeia produtiva: produção/ processamento/ comercialização):

E, de forma específica, em relação à:

- I.2.1- Pesca estuarina e litorânea (no interior de estuários e franja litorânea, até 10m de profundidade)?
- I.2.2- Pesca Costeira (de 10m de profundidade até o limite da plataforma continental)?
- I.2.3- Pesca de profundidade (talude continental, acima de 100m)?
- I.2.4- Pesca oceânica (recursos pesqueiros pelágicos além da plataforma continental)?

PARTE II: IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Caso você fosse o responsável pela gestão do setor pesqueiro nacional, que providências você adotaria para solucionar os problemas acima identificados, em relação à:

II.1- MARICULTURA, DE UMA FORMA GERAL?

De uma forma específica em relação ao cultivo de:

- II.1.1- Peixes?
- II.1.2- Moluscos?
- II.1.3- Crustáceos?
- II.1.4- Algas?

II.2- PESCA, DE UMA FORMA GERAL?

De uma forma específica em relação à:

- II.2.1- Pesca estuarina e litorânea (no interior de estuários e franja litorânea, até 10m de profundidade)?
- II.2.2- Pesca Costeira (de 10m de profundidade até o limite da plataforma continental)?
- II.2.3- Pesca de profundidade (talude continental, acima de 100m)?
- II.2.4- Pesca oceânica (recursos pesqueiros pelágicos além da plataforma continental)?

PARTE III: IDENTIFICAÇÃO DOS DESAFIOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS

Em conformidade com os principais problemas e soluções identificados nas duas partes anteriores, se você fosse o responsável pelo desenvolvimento científico e tecnológico do setor pesqueiro nacional, quais pesquisas você apoiaria nos próximos 5 anos, 10 anos e 15 anos, nas áreas de:

III.1- ÁREA DE ATIVIDADE

III.1.1- Maricultura, de uma forma geral (considerar toda a cadeia produtiva: produção/ processamento/ comercialização) ?

De uma forma específica em relação ao cultivo de:

- III.1.1.1- Peixes ?
- III.1.1.2- Moluscos ?



III.1.1.3- Crustáceos ?

III.1.1.4- Algas ?

III.1.2- Pesca, de uma forma geral (considerar toda a cadeia produtiva: produção/ processamento/ comercialização) ?

De uma forma específica em relação à:

III.1.2.1- Pesca estuarina e litorânea (no interior de estuários e franja litorânea, até 10m de profundidade) ?

III.1.2.2- Pesca Costeira (de 10m de profundidade até o limite da plataforma continental) ?

III.1.2.3- Pesca de profundidade (talude continental, acima de 100m) ?

III.1.2.4- Pesca oceânica (recursos pesqueiros pelágicos além da plataforma continental) ?

III.2- ÁREA DE CONHECIMENTO

III.2.1- Biologia Pesqueira: identifique as necessidades estratégicas de inovação e desenvolvimento científico e tecnológico, sobre a biologia dos principais recursos vivos marinhos, relevantes para a sua exploração em bases sustentáveis.

III.2.1.1- Neste contexto, identifique as espécies prioritárias.

III.2.2- Oceanografia Pesqueira: identifique as necessidades estratégicas de inovação e desenvolvimento científico e tecnológico, sobre o ambiente oceanográfico, relevantes para a exploração dos principais recursos vivos marinhos em bases sustentáveis.

III.2.2.1- Neste contexto, identifique as áreas geográficas prioritárias.

III.2.3- Tecnologia do pescado (caso não já tenha contemplado o tema no item III.1, acima, no contexto da cadeia produtiva).

III.2.4- Aspectos mercadológicos (caso não já tenha contemplado o tema no item III.1, acima, no contexto da cadeia produtiva).

III.2.5- Aspectos mercadológicos (caso não já tenha contemplado o tema no item III.1, acima, no contexto da cadeia produtiva).

PARTE IV: INFRA-ESTRUTURA LOGÍSTICA

Avalie a atual capacidade instalada, na sua região e no país, para a consecução dos objetivos de desenvolvimento científico e tecnológico identificados nas respostas anteriores e proponha as prioridades em termos de investimento para a superação das limitações identificadas.

PARTE V: ESTRUTURA INSTITUCIONAL

Avalie a atual estrutura institucional voltada para a gestão dos recursos vivos do mar existente no país, quais as suas limitações e sugestões para o aumento da eficiência. Em última análise, se você fosse responsável pela gestão dos recursos vivos do mar no Brasil, qual estrutura institucional você adotaria ?



Referências

- AMATO, R. V. (1994) Sand and gravel maps of the Atlantic continental shelf with explanatory text. Department of Interior. Minerals Management Service. Office of International Activities and Marine Minerals, Washington, EUA. [Monograph MMS: 93-0037].
- BJERKNES, J. (1964) Atlantic air-sea interaction. *Advances in Geophysics*, 10, 1-82.
- BLISSENBACH, E. (1979) Prospective sedimental mineral potential of the South American Atlantic margin. Em: *Seminário sobre Ecologia Bentonica y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur – Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe*. UNESCO, Montevideo, Uruguai, 383-483.
- BODENLOS, A. J. (1973) Sulfur. Em: *United States Mineral Resources*. U.S. Geological Survey, Washington, EUA, 605-618 [Prof. Paper 820].
- Borges, L. F. (2007) Aspectos socioeconômicos dos recursos minerais marinhos. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), Brasília, DF. 62 p. [Nota Técnica].
- BRANDINI, F.P. (2006) Farmácias vivas do mar. Em: *O Eco*, <<http://www.oeco.com.br>>.
- BRASIL (1967a) Decreto-Lei nº 221/67, de 28 de fevereiro de 1967. Dispõe sobre a proteção e estímulos à pesca e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Decreto-Lei/Del0221.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1967b) Decreto-Lei nº 227/67, de 28 de fevereiro de 1967. Dá nova redação ao Decreto-Lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/Decreto-Lei/Del0227.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1969a) Decreto-Lei nº 478/69, de 27 de fevereiro de 1969. Aprova a Convenção Internacional para a Conservação do Atum e Afins do Atlântico, assinada no Rio de Janeiro, em 14 de maio de 1969. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/ambtec/legislacao/DECRETO_Lei_478_aprova_Conv_Atum_1969.doc>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1969b) Decreto-Lei nº 986/69, de 21 de outubro de 1969. Institui normas básicas sobre alimentos. *Diário Oficial da União*, 21 out. 1969. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/ALIMENTOS/informes/19_300806.htm>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1974a). Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Decreto nº 73.497/74, de 17 de janeiro de 1974. Promulga a Convenção Internacional para a Regulamentação da Pesca da Baleia. Disponível em: <<http://www2.mre.gov.br/daif/baleia.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.

- BRASIL (1974b) Decreto nº 74.557/74, de 12 de setembro de 1974. Cria a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) e dá outras providências. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=122387>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1974c) Lei nº 6.198/74, de 26 de dezembro de 1974. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização obrigatórias dos produtos destinados à alimentação animal e dá outras providências. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=122633>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1975) Decreto nº 76.623/75, de 17 de novembro de 1975. Promulga a Convenção sobre Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção. Diário Oficial da União, 19 nov. 1975. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/flora/decretos/decreto_76623_cites.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1977) Lei nº 6.437/77, de 20 de agosto de 1977. Configura infrações à legislação sanitária federal, estabelece as sanções respectivas, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 24 ago. 1977. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L6437.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1978) Ministério de Minas e Energia. Lei nº 6.567/78, de 24 de setembro de 1978. Dispõe sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências. Disponível em: <http://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/Lei_6567_78.htm#Art.1º>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1980) Decreto nº 85.118/80, de 03 de setembro de 1980. Estabelece o terceiro (III) Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT) - 1980/85, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/scripts/sysbibl_cgi/sysweb.exe/dados_completos_html?codigo=2145&alias=sysbibl>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1981) Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 2 set. 1981. Disponível em: <http://www.silex.com.br/leis/l_6938.html>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1986) Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/0001-86.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1988a) Decreto nº 95.787/88, de 07 de março de 1988. Aprova o Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira e dá outras providências. Diário Oficial da União, 08 mar. 1988. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/sicon/ListaReferencias.action?codigoBase=2&codigoDocumento=222436>>. Acesso em: 12 mar. 2007.



- BRASIL (1988b) Decreto nº 96.000, de 02 de maio de 1988. Dispõe sobre a realização de pesquisa e investigação científica na plataforma continental e em águas sob jurisdição brasileira, e sobre navios e aeronaves de pesquisa estrangeiros em visita aos portos ou aeroportos nacionais, em trânsito nas águas jurisdicionais brasileiras ou no espaço aéreo sobrejacente. Diário Oficial da União, 03 maio 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D96000.htm>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1988c) Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Diário Oficial da União, 18 maio 1988. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/sicon/ListaReferencias.action?codigoBase=2&codigoDocumento=132089>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1989a) Decreto nº 97.632/89, de 10 de abril de 1989. Regulamenta o artigo 2º, inciso VIII, da Lei Federal nº 6.938/81, obrigando o empreendedor minerário a apresentar, ao órgão ambiental competente, plano de recuperação de área degradada. Disponível em: <<http://ibps.com.br/index.asp?idmenu=legislacao/legislacao>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1989b) Lei nº 7.804/89, de 18 de julho de 1989. Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 28 jul. 1989. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L7804.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1989c) Decreto nº 98.145/89, de 15 de setembro de 1989. Aprova o Plano de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira e dá outras providências. Diário Oficial da União, 18 set. 1989. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/sicon/ListaReferencias.action?codigoBase=2&codigoDocumento=222436>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1989d) Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989. Dispõe sobre inspeção sanitária e industrial dos produtos de origem animal, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 24 nov. 1989. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L7889.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1990a) Decreto nº 99.274/90, de 06 de junho de 1990. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/99274-90.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1990b) Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 009, de 06 de dezembro de 1990. Edita normas específicas para o Licenciamento Ambiental de Extração Mineral das classes I, III, IV, V, VI, VII, VIII e IX (Decreto-Lei nº 227, 28 de fevereiro de 1967). Diário Oficial da União,

28 dez. 1990, Sec. I, p. 25.39-25.540. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/reso990.html>>. Acesso em: 12 mar. 2007.

BRASIL (1990c) Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 010, de 06 de dezembro de 1990. Estabelece critérios específicos para o Licenciamento Ambiental de extração mineral da Classe II (Decreto-Lei nº 227, de 28/fev/1967, visando o melhor controle dessa atividade conforme preconizam as Leis nº 6.567/76, 6.938/81, 7.804/89 e 7.805/89. Diário Oficial da União, 28 dez. 1990, Sec. I, p. 25.540-25.541. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/reso990.html>>. Acesso em: 12 mar. 2007.

BRASIL (1992) Decreto nº 33/92, de 16 de junho de 1992. Aprova o texto da Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat de Aves Aquáticas, concluída em Ramsar, Irã, a 2 de fevereiro de 1971. Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=136502>>. Acesso em: 12 mar. 2007.

BRASIL (1993) Lei nº 8.617, de 04 de janeiro de 1993. Dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileiros, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/8617-93.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.

BRASIL (1994a) Decreto de 05 de janeiro de 1994. Estabelece funções a serem exercidas pelo Ministério da Marinha, por meio da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), e pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, por meio da Secretaria de Coordenação de Programas (SECOP), junto à Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI), patrocinada pela Unesco. Diário Oficial da União, 06 jan. 1994. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil-03/DNN/Anterior%20a%202000/Dnn94-05-01.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.

BRASIL (1994b) Ministério de Ciência e Tecnologia. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. Resolução nº 003/94, de 22 de julho de 1994. Aprova o Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE). Disponível em: <http://ftp.mct.gov.br/legis/decretos/5382_2005.htm>. Acesso em: 12 mar. 2007.

BRASIL (1994c) Decreto nº 1.265, de 11 de outubro de 1994. Aprova a Política Marítima Nacional (PMN). Diário Oficial da União, 13 out. 1994. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil-03/decreto/1990-1994/D1265.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.

BRASIL (1995) Lei 8.982/95, de 24 de janeiro de 1995. Dá nova redação ao art. 1º da Lei 6.567/78, alterado pela Lei 7.312/85. Diário Oficial da União, 24 jan. 1995. Disponível em: <<http://dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=67&IDPagina=848&IDLegislacao=21>>. Acesso em: 12 mar. 2007.

BRASIL (1996) Lei nº 9.314/96, de 14 de novembro de 1996. Altera dispositivos do Decreto-Lei nº 227, de



- 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 18 nov. 1996. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/L9314.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1997a) Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, 09 jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1997b) Ministério de Ciência e Tecnologia. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. Resolução nº 004/97, de 03 de dezembro de 1997. Cria o Comitê Executivo para a Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/949.html>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1997c) Lei nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Diário Oficial da União, 12 dez. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9537.htm>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1997d) Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 237/97, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental e no exercício da competência, bem como as atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1998a) Lei nº 9.605/98, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 13 fev. 1998. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L9605.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1998b) Decreto nº 2.508/98, de 04 de março de 1998. Promulga a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios, concluída em Londres, em 2 de novembro de 1973, seu Protocolo, concluído em Londres, em 17 de fevereiro de 1978, suas Emendas de 1984 e seus Anexos Opcionais III, IV e V. Diário Oficial da União, 05 mar. 1998. Disponível em: <<http://www.geipot.gov.br/download/1998/98-8-Dec2508.doc>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1998c) Lei nº 9.636/98, de 15 de maio de 1998. Dispõe sobre a regularização, administração, aforamento e alienação de bens imóveis de domínio da União, altera dispositivos dos Decretos-Leis nºs 9.760, de 5 de setembro de 1946, e 2.398, de 21 de dezembro de 1987, regulamenta o § 2º do art. 49 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 18 maio 1998. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/L9636.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.

- BRASIL (1999a) Decreto nº 2.956/99, de 03 de fevereiro de 1999. Aprova o V Plano Setorial para os Recursos do Mar (V PSRM) de 4/2/99 p. 1/9. Diário Oficial da União, 04 fev. 1999. Disponível em: <<http://www.geipot.gov.br/download/1999/99-3-Dec2956.doc>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (1999b) Lei Complementar nº 97/99, de 9 de junho de 1999. Dispõe sobre as normas gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas. Diário Oficial da União, 10 jun. 1999. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCVIL/leis/LCP97.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2000a) Departamento Nacional de Produção Mineral. Portaria DNPM nº 40/2000, de 10 de fevereiro de 2000. Diário Oficial da União, 11 fev. 2000. Estabelece o tamanho máximo das áreas máximas requeridas. Disponível em: <http://www.mineropar.pr.gov.br/mineropar/arquivos/File/publicacoes/Manual_simples.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2000b) Lei nº 9.966/2000, de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Diário Oficial da União, 29 abr. 2000. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/L9966.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2000c) Lei nº 9.985/2000, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, 19 jul. 2000. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/L9985.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2000d) Lei nº 10.165/2000, de 27 de dezembro de 2000. Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 28 dez. 2000. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/legislação/PPerigosos/Nacional/LEI10165-00-PNMA.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2001a) Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Decreto nº 3.842/01, de 13 de junho de 2001. Promulga a Convenção Interamericana para a Proteção e a Conservação das Tartarugas Marinhas, concluída em Caracas, em 1º de dezembro de 1996. Diário Oficial da União, 15 jun. 2001. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCVIL/decreto/2001/d3842.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2001b) Decreto nº 3.939/01, de 26 de setembro de 2001. Dispõe sobre a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) e dá outras providências. Diário Oficial da União, 27 set. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/D3939.htm>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2002) Decreto nº 4.136/02, de 20 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional,



- prevista na Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4136.htm>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2003a) Constituição da República Federativa do Brasil. Ed. Saraiva, 9ª ed., São Paulo.
- BRASIL (2003b) Decreto nº 4.703/03, de 21 de maio de 2003. Dispõe sobre o Programa Nacional da Diversidade Biológica - PRONABIO e a Comissão Nacional da Biodiversidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 22 maio 2003. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/decreto/2003/D4703.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2003c) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 53/03, de 02 de julho de 2003. Aprova o Regulamento Técnico do Programa Nacional de Sanidade de Animais Aquáticos. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/decreto/2003/D4703.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2003d) Decreto nº 4.810/03, de 19 de agosto de 2003. Estabelece normas para operação de embarcações pesqueiras nas zonas brasileiras de pesca, alto mar e por meio de acordos internacionais, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 20 ago. 2003. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/decreto/2003/D4810.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2003e) Decreto nº 4.895, de 25 de novembro de 2003. Dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquíicultura, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/decreto/2003/D4895.htm>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2004a) Diretoria de Portos e Costas. Portaria nº 109/DPC, de 16 de dezembro de 2003. Aprova as Normas da Autoridade Marítima para Obras, Dragagens, Pesquisa e Lavra de Minerais Sob, Sobre e às Margens das Águas Jurisdicionais Brasileiras (NORMAN-11/DPC). Diário Oficial da União, 12 jan. 2004. Disponível em: <http://www.dpc.mar.mil.br/portarias/port_03.htm>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2004b) Instrução Normativa Interministerial nº 06/04, de 31 de maio de 2004. Estabelece as normas complementares para a autorização de uso dos espaços físicos em corpos d'água de domínio da União para fins de aquíicultura, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.spu.planejamento.gov.br/arquivos_down/legislacao/040531_port_inter_06.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2004c) Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa nº 46/04, de 13 de agosto de 2004. Permite a exploração, a exploração, a comercialização e o transporte de algas marinhas no litoral brasileiro, conforme critérios definidos. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/cepsul/legislacao.php?id_arq=248>. Acesso em: 12 mar. 2007.

- BRASIL (2005a) Ministério de Ciência e Tecnologia. Decreto nº 5.382, de 03 de março de 2005. Aprova o VI Plano Setorial para os Recursos do Mar - VI PSRM, que define as diretrizes e as prioridades para o setor, na forma do Anexo a este Decreto. Diário Oficial da União, 04 mar. 2005. Disponível em: <<http://acessibilidade.mct.gov.br/index.php/content/view/10923.html>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2005b) Secretaria de Aquicultura e Pesca da Presidência da República. Instrução Normativa nº 12, de 14 de julho de 2005. Estabelecer normas e procedimentos para captura e comercialização dos agulhões brancos (*Tetrapturus albidus*), agulhões negros (*Makaira nigricans*), agulhões verdes (*Tetrapturus pfluegeri*) e agulhões vela (*Istiophorus albicans*), nas águas jurisdicionais brasileiras e alto-mar. Disponível em: <200.198.202.145/seap/pdf/IN_12_14_07_2005_agulhoes_3_.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2005c) Secretaria de Aquicultura e Pesca da Presidência da República. Instrução Normativa nº 17, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre critérios e procedimentos para a formulação e a aprovação de Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura (PLDMs), visando à delimitação dos parques aquícolas e faixas ou áreas de preferência de que trata o art. 3º da Instrução Normativa Interministerial nº 06, de 28 de maio de 2004. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/seap/legislacao/instrucoes/2005>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2005d) Secretaria de Aquicultura e Pesca da Presidência da República. Decreto nº 5.564, de 19 de outubro de 2005. Institui o Comitê Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves - CNCMB, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 20 out. 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5564.htm>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2006a) Secretaria de Aquicultura e Pesca da Presidência da República. Instrução Normativa nº 18, de 25 de agosto de 2006. Altera o Programa de Subvenção Econômica ao Preço do Óleo Diesel adquirido para o Abastecimento de Embarcações Pesqueiras Nacionais. Diário Oficial da União, 28 ago. 2006. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/seap/legislacao/instrucoes/2006>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2006b) Secretaria de Aquicultura e Pesca da Presidência da República. Instrução Normativa Interministerial nº 2, de 04 de setembro de 2006. Institui o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite - PREPS para fins de monitoramento, gestão pesqueira e controle das operações da frota pesqueira permissionada pela Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República - SEAP/PR. Diário Oficial da União, 15 set. 2006. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/seap/legislacao/instrucoes/2006>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2006c) Secretaria de Aquicultura e Pesca da Presidência da República. Instrução Normativa Conjunta nº 1, de 29 de setembro de 2006. Estabelece as diretrizes para a elaboração e condução do Programa Nacional de Observadores de Bordo da Frota Pesqueira-PROBORDO, assim como os procedimentos para a atuação dos Observadores de Bordo nas embarcações de pesca integrantes do



- PROBORDO. Diário Oficial da União, 11 out. 2006. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/seap/legislacao/instrucoes/2006>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2006d) Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa nº 125/06, de 18 de outubro de 2006. Estabelece os procedimentos para implantação de recifes artificiais no âmbito da gestão dos recursos pesqueiros. Diário Oficial da União, 23 out. 2006. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/cepsul/legislacao.php?id_arq=442>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2006e) Lei nº 11.380, de 1º de dezembro de 2006. Institui o Registro Temporário Brasileiro para embarcações de pesca estrangeiras arrendadas ou afretadas, a casco nu, por empresas, armadores de pesca ou cooperativas de pesca brasileiras e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mp.rs.gov.br/areas/ambiente/arquivos/boletins/bola_lego8_06/ic11388.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2006f) Secretaria de Aquicultura e Pesca da Presidência da República. Instrução Normativa nº 24, de 26 de dezembro de 2006. Estabelece normas e procedimentos para a importação e nacionalização de embarcações estrangeiras de pesca. Diário Oficial da União, 27 dez. 2006. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/seap/legislacao/instrucoes/2006>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BRASIL (2007) Secretaria de Aquicultura e Pesca da Presidência da República. Instrução Normativa nº 01, de 30 de janeiro de 2007. Dispõe sobre critérios e procedimentos para a concessão de permissão de pesca e efetivação do registro de embarcação pesqueira para operar na captura de lagostas. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/seap/publicacoes/IN_form_locais>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- BURNETT, W. C. & S. R. RIGGS (1990) Phosphate deposits of the world. Neogene to modern phosphorites. Cambridge Earth Science Series, v. 3, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- CALLIARI, L. J., I. C. S. CORRÊA, e N. E. ASP (1999) Inner shelf and beach seashell resources in Southern Brazil. Em: Non living resources of the Southern Brazilian Coastal Zone and Continental Margin. Martins, L. R & C. I. Santana, C. I. (eds.). OAS/IOC-UNESCO/MCT, Porto Alegre, 39-49.
- CASIMIRO FILHO, F. (2002) Contribuição do turismo à economia brasileira. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- CASTRO, B. M., F. P. BRANDINI, A. M. S. PIRES-VANIN, e L. B. MIRANDA (2006) Multidisciplinary oceanographic processes on the western Atlantic continental shelf between 4°N and 34°S. Em: The Sea. Vol. 14. Robinson, A.R. & K.H. Brink (eds.), 259-293.
- Cavalcanti, V. M. M. (2007) Arcabouço legal nacional dos recursos minerais marinhos brasileiros. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), Brasília, DF. 41 p. [Nota Técnica].

- CHURCH, J. A., N. J. WHITE, R. COLEMAN, K. LAMBECK, e J. X. MITROVICA (2004) Estimates of the regional distribution of the regional distribution of sea level rise over the 1950 to 2000 period. *Journal of Climate*, 17, 2609-2625.
- CHURCH, J. A. & N. J. WHITE (2006) A 20th century acceleration in global sea-level rise. *Geophysical Research Letters*, 33, L01602.
- Comissão Nacional Independente Sobre os OCEANOS (1998) O Brasil e o mar no século 20: Relatório aos tomadores de decisão do país. Comissão Nacional Independente sobre os Oceanos, Rio de Janeiro, RJ. 408 p.
- COUTINHO P. N. (1992) Sedimentos carbonáticos da plataforma continental brasileira. *Revista de Geologia*, 6, 65-73.
- DIAS, G. T. M. (2000) Granulados bioclásticos: algas calcárias. *Revista Brasileira de Geofísica*, 18 (3), 307-319.
- DILLON, A. C., K. M. JONES, T. A. BEKKEDAHN, C. H. KIANG, D. S. BETHUNE, e N. M. J. HEBE (1997) Storage of hydrogen in single-walled carbon nanotubes. *Nature*, 386, 377-379.
- DNPM (2006) Anuário Mineral Brasileiro. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2006/I_2006.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (1995) Código de conduta para uma pesca responsável. Em: Conferência da FAO, 28. Disponível em: <<http://www.fao.org/fi/agreem/codecond/ficonde.asp>>. Acesso em: 12 mar. 2007.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (2003) The State of the World Fisheries and Aquaculture 2002. 148 p.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (2005) The State of the World Fisheries and Aquaculture 2004. 152 p.
- FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (2007) The State of the World Fisheries and Aquaculture 2006. 176 p.
- GARNETT, R.H.T. (1999a) Marine placer gold, with particular reference to Alaska. Em: *Handbook of marine mineral deposits*. Cronan, D. S. (ed), CRC Press, 67-101.
- GARNETT, R.H.T., (1999b) Marine placer diamonds with particular reference to Southern Africa. Em: *Handbook of Marine Minerals Deposits*. Cronan, D. S. (ed), CRC Press, 103-141.
- GARRISON, T. (2002) *Oceanography – an invitation to marine science*. Brooks-Cole-Thompson Learning, EUA, 554 p.



- GOMIDE, A.L. & M. MONTEIRO (2005) Turismo e siderurgia. Revista do Empresário da Associação Comercial do Rio de Janeiro, 1377 p.
- GUAZELLI, W., M. P. A. COSTA, e R. O. KOWSMANN (1977) Cruzeiro platôs marginais do nordeste brasileiro: resultados geológicos preliminares. Em: Simpósio de Geologia do Nordeste, Campina Grande, Sociedade Brasileira de Geologia, 101-110.
- GUAZELLI, W. & M. P. A. COSTA (1978) Ocorrência de fosfato no platô do Ceará. Projeto REMAC, v. 3, Rio de Janeiro, RJ, 7-14.
- HEIN, J. R., Y. A. KOSCHINSKY, M. BAU, F. T. MANHEIM, J. K. KANG, e L. ROBERTS (1999) Cobalt: rich ferromanganese crusts in the pacific. Em: Handbook of marine mineral deposits. Cronan, D. S. (ed), CRC Press, 239-280.
- HERZIG, P. M., S. PETERSEN, e M. D. HANNINGTON (2002) Polymetallic marine sulphide deposits at the modern seafloor and their resource potential. Em: Polymetallic massive sulphides and ferromanganese crusts: state and prospects. Kingston, ISA Technical Study, v. 2, 71-77.
- HOLGATE, S. J. & P. L. WOODWORTH (2004) Evidence for enhanced coastal sea level rise during the 1990s. Geophysical Research Letters, 31, L07305.
- KLEIN, A. H., G. GRIEP, L. J. CALLIARI, e J. A. VILLWOCK (1992) Ocorrência de concreções fosfáticas no Terraço do Rio Grande. Em: Resumos Expandidos do Congresso Brasileiro de Geologia, Camboriú, SC, 202-203.
- KRUG, L. C. & M. I. F. SANTOS (2007) Estado da arte do ensino de graduação em ciências do mar no Brasil. Em: Pesquisa e Formação de Recursos Humanos em Ciências do Mar. Chaves, P.T., L. C. Krug, N. C. Guerra, R. Lessa, e C. P. Pesce (Org.), SeCIRM, Brasília, DF, 11-64.
- LENOBLE, J. P. (1996) Les nodules polymetallic: bilan de 30 ans de travaux dans le monde. Chronique de la Recherche Minière, v. 524.
- MARQUES FILHO, J. (2004) Estado da fase térmica do processo Claus, utilizando fluidodinâmica computacional. Dissertação de Mestrado, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 76 p.
- MARTINS, L. R. (2003) Hidratos de metano: um interesse crescente. Gravel, Porto Alegre, RS, v. 1, 131-135.
- Martins, L. R. (2007) Aspectos científicos dos recursos minerais marinhos. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF. 27 p. [Nota Técnica].
- MARTINS, L. R., V. MELO, V. FRANÇA, I. C. SANTANA, e I. R. MARTINS (1972) Distribuição faciológica da margem continental Sul Rio Grandense. Em: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, v. 2, Belém, PA, 115-132.

- MARTINS, L. R., I. R. MARTINS, e I. M. WOLFF (1999) Sand deposits along Rio Grande do Sul (Brazil) inner Continental shelf. Em: Non living resources of the Southern Brazilian Coastal Zone and Continental Margin. Martins, L. R. & C. I. Santana (eds), OAS/UNESCO-IOC/ MCT, Porto Alegre, RS, 26-35. [Special Publication].
- MARTINS, L. R., E. E. TOLDO Jr., e S. R. DILLENBURG (2002) Erosão costeira: causas, análise de risco e sua relação com a gênese de depósitos minerais. OEA/IOC-UNESCO/MCT, CD: -ROM, Porto Alegre, RS.
- MARTINS, L. R., E. G. BARBOSA, e J. F. CARUSO (2003) Southern Brazilian marine mineral occurrences and deposits: contribution to IFREMER MARMIN Data Base. Gravel, Porto Alegre, RS, v. 1, 25-39.
- MARTINS, L. R. L & C. M. URIEN (2004) Areias da plataforma e a erosão costeira. Gravel, Porto Alegre, RS, v. 2, 4-24.
- MARTINS, L. R., I. R. MARTINS, e M. C. URIEN (2005) Sand bodies of the Santa Catarina inner continental shelf. Gravel, Porto Alegre, RS, v. 3, 103-108.
- MARTINS L. R. & E. E. TOLDO Jr. (2006) Estoque arenoso da plataforma continental: um recurso estratégico. Gravel, Porto Alegre, RS, v. 4, 37-48.
- Martins, L. R. & K. G. Souza (2007) Recursos minerais do Atlântico Sul e Equatorial. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF. 67 p. [Nota Técnica].
- MELO, U., W. GUAZELLI, e M. P. A. COSTA (1978) Nódulos polimetálicos com núcleo de fosforita no platô de Pernambuco. Projeto REMAC, v. 3, Rio de Janeiro, RJ, 15-32.
- MERO, J. L. (1959) The mining and processing of deep-sea manganese nodules. Institute of Marine Resources, Berkeley, 312 p.
- MONT'ALVERNE, A, & P. N. COUTINHO (1982) Províncias sedimentares da plataforma continental de Pernambuco. Em: Anais do Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, BA, 1524-1530.
- MUEHE, D.H. (2006) Erosão e progradação do litoral brasileiro. PGGM, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF. 475 p.
- MUNARO, P. (2006) Geologia e mineralogia do depósito de minerais pesados de Bojurú, RS. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 96 p.
- NÚCLEO DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (2004) Projeto Brasil 3 Tempos: 2007,2015 e 2022, Caderno 01. Brasília, DF. 120 p.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (1970) Resolução 2749, XXV, de 17 Dec. 1970. Declaration of Principle Governing the Sea-Bed Floor, and Subsoil thereof, beyond the Limits of National Jurisdiction.



- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (1982) Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. Em: Conferência das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, Montego Bay. Disponível em: <www2.mre.gov.br/dai/m_1530_1995.htm>.
- PELTIER, W. R. & A. M. TUSHINGHAM (1989) Global sea level rise and the greenhouse effect: might they be connected? *Science*, 4906, 806-810.
- PEREIRA, C. V. & K. G. SOUZA (2007) Avanços e retrocessos nas negociações da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF. 20 p. [Nota Técnica].
- POMPONI, S. (2001) The oceans and human health: the Discovery and development of marine-derived drugs. *Oceanography*, 14(1):78-87.
- ROBINSON, I. S. (2004) *Measuring the oceans from space*. Springer-Verlag, Berlim, Alemanha. 669 p.
- ROCHA, J. M. (1973) Domo de sal e possibilidades de enxofre, plataforma continental Bahia Sul/Espírito Santo. Projeto REMAC, Rio de Janeiro, RJ. 92 p. [Relatório Interno].
- ROCHA, J. M. (1975) Recursos minerais do mar - parte 11: recursos subsuperficiais. Projeto REMAC, Rio de Janeiro, RJ. 23 p. [Relatório Interno].
- SANTANA, C. I. (1978) Mineralização de vanádio na formação Sergi-Bacia de Tucano. DEGEO/CPRM, Rio de Janeiro, RJ. 33 p. [Contribuição Técnica nº 5081-001].
- SANTANA, C. I. (1979a) Enxofre nas bacias evaporíticas de Sergipe e do Espírito Santo. CPRM/DEGEO, Rio de Janeiro, RJ. 26 p. [Contribuição Técnica 5081-006].
- SANTANA, C. I. (1979b) Recursos minerales del mar. Em: Seminario sobre Ecología Bentonica y Sedimentacion de la Plataforma Continental del Atlantico Sur - Oficina Regional de Ciencia y Tecnologia de la UNESCO para America Latina y el Caribe, Montevideo, Uruguay. 21 p.
- SANTANA, C. I. (1999) Mineral resources of the Brazilian continental margin and adjacent oceanic regions. Em: Non living resources of the Southern Brazilian coastal zone and continental margins. Martins, L. R. & C. I. Santana (eds.). OAS/UNESCO-IOC/MCT, Porto Alegre, RS, 15-25. [Special Publication].
- SCHMIDHEINY, S. (1992) Mudando o rumo – uma perspectiva empresarial global sobre o desenvolvimento e meio ambiente. Editora Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, RJ.
- SILVA, C. G., A. G. FIGUEIREDO JR, e I. BREHME (2000) Siliciclastic deposits. *Revista Brasileira de Geofísica*, 18(3), 319-326.
- SOUZA, K. G. (2000) Recursos minerais marinhos além das jurisdições nacionais. *Revista Brasileira de Geofísica*, 18(3), 454-455.

- Souza, K. G. (2007) Aspectos político-estratégicos dos recursos minerais da área internacional dos oceanos. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF. 24 p. [Nota Técnica]
- Souza, K. G. & C. V. PEREIRA (2007) Arcabouço legal internacional dos recursos minerais marinhos e o Espaço Marinho Brasileiro. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF. 24 p. [Nota Técnica].
- Souza, K. G. & L. R. Martins (2007) Tecnologia de pesquisa, lavra e beneficiamento de recursos minerais marinhos. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília, DF. 69 p. [Nota Técnica].
- SUMI, H. & A. WADA (2000) Research on providing habitable environment for bivalves by use of artificial reefs. *La Mer*, 38, 11-25.
- SUZUKI, T. & M. TAKAHASHI (1997) Development of fishing ground with upwelling by use of coal ash. *Journal of Ocean Development*, 13, 747-752.
- TANAKA, M. D. & C. G. SILVA (2003) Gas hydrates on the Amazon submarine fan, foz do Amazonas Basin, Brazil. Em: Proceedings of American Association of Petroleum Geologists Annual Meeting, Salt Lake City, EUA, v.1.
- TESSLER, M. G. & M. M. MAHIQUES (1996) Levantamento bibliográfico sobre a geologia marinha no Brasil: 1841-1992. PGGM/MMA/CIRM/FEMAR/CNPq, São Paulo, SP. 320 p.
- WADA, K., Y. NAKAJIMA, N. UMEZAWA, T. TAKEUCHI, e S. KUWABARA (1998) Upwelling and fish aggregation due to an artificial sandy mound. *Japanese Conference on Coastal Engineering*, 35, 772-776.
- XAVIER, A. A. P. G. (1978) Depósitos marinhos de cobalto, cobre e níquel (nódulos polimetálicos) e sua importância para o Brasil. Projeto REMAC, Rio de Janeiro, RJ. 4 p. [Relatório Interno].



Biografia dos coordenadores e consultores

Coordenadores

BELMIRO MENDES DE CASTRO

É graduado em Física pela Universidade de São Paulo. Obteve o mestrado em Oceanografia Física pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP) e o Ph.D. em Oceanografia Física e Meteorologia pela Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science da Universidade de Miami (Miami, EUA). Foi cientista visitante no Institut für Meereskunde, da Universidade de Hamburgo (Hamburgo, Alemanha); na Universidade de Miami, e na Woods Hole Oceanographic Institution. Sua especialidade é Hidrodinâmica da Plataforma Continental e de Estuários, incluindo Processos Físicos em Poluição Marinha. É professor titular do IOUSP, do qual foi diretor na gestão 2001-2005 e onde exerce, pela terceira vez, a função de chefe do Departamento de Oceanografia Física, Química e Geológica.

FÁBIO H. V. HAZIN

É graduado em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em 1985, com mestrado e doutorado pela Tokyo University of Fisheries (Japão) e pós-doutorado no Southeast Fisheries Science Center/ NMFS/ NOAA (EUA). Exerce atualmente as funções de professor e diretor do Departamento de Pesca e Aqüicultura da UFRPE, representante científico do Brasil junto à Comissão Internacional para a Conservação do Atum Atlântico (ICCAT), presidente do Subcomitê Científico do Comitê Consultivo Permanente de Gestão de Atuns e Afins e Coordenador Científico do Programa Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

KAISER GONÇALVES DE SOUZA

É geólogo formado na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) em 1984. Especializou-se em Geologia Marinha e completou o doutorado na Universidade de Paris VI em 1991. Concluiu o pós-doutorado no Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Instituto de Geociências e Recursos Naturais) (Hannover, Alemanha) em 1993. Em 1994 fez treinamento em exploração de recursos minerais marinhos patrocinado pela Comissão Preparatória da Autoridade Internacional do Leito Marinho e do Tribunal Internacional das Leis do Mar (ONU) e pelo Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer). Recebeu o diploma de Especialista em Exploração e Desenvolvimento de Recursos Minerais Marinhos do Centre d'Enseignement Supérieur en Exploration et Valorisation des Ressources Minérales do Institut National Polytechnique de Lorraine (Cesev/INPL) (Nancy, França). Especializou-se em recursos minerais da área internacional dos oceanos. Entre 1995 e 1997 trabalhou em Brasília como especialista técnico e científico

para Assuntos de Recursos do Mar no Ministério da Ciência e Tecnologia em colaboração com a Comissão Interministerial de Recursos do Mar. Em 1996 especializou-se em assuntos relativos à Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar na Rhodes Academy on Oceans Law and Policy (Rhodes, Grécia). Entre 1997 e 2004, trabalhou como oficial para Assuntos Científicos (geólogo marinho) na Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos (ONU) em Kingston (Jamaica). Atualmente exerce a função de chefe da Divisão de Geologia Marinha no Serviço Geológico do Brasil (CPRM/MME), onde sua principal atuação tem sido na implementação do Programa Remplac e no desenvolvimento de atividades de mapeamento geológico e pesquisa mineral da plataforma continental brasileira.

Consultores

CELSO PESCE

É professor titular em Ciências Mecânicas da Escola Politécnica da USP (Poli-USP). É engenheiro naval (1978) e doutor em Engenharia Oceânica (1988) pela Poli-USP, da qual é livre-docente em Mecânica (1997). Foi professor visitante da University of Michigan (1999). É secretário do Comitê de Engenharia *Offshore* e de Petróleo da Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas; co-editor-chefe do periódico *Marine Systems and Ocean Technology*, da Sociedade Brasileira de Engenharia Naval; e editor associado do *Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering*, da American Society of Mechanical Engineers (Asme).

CLAUDIA VICTOR

É geógrafa formada pela Universidade de São Paulo em 1984. Tem atividades profissionais nas áreas de cartografia geotécnica e riscos geológicos urbanos. Presta assessoria técnica parlamentar na Assembléia Legislativa de São Paulo sobre questões ambientais, com participação nos processos de discussão, elaboração e aprovação de legislações sobre recursos hídricos e gerenciamento costeiro do Estado. A regulamentação do gerenciamento costeiro no Estado foi o objeto de estudo de trabalhos desenvolvidos no Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP. Trabalha atualmente como assessora parlamentar do Serviço Geológico do Brasil (CPRM/MME) no Congresso Nacional.

FREDERICO PEREIRA BRANDINI

É biólogo formado em 1973 pela Universidade de São Paulo, mestre (1978) pela Tokyo University of Fisheries (Japão) e doutor (1986) em Oceanografia Biológica pelo IUSP. Atualmente é professor associado da Universidade Federal do Paraná, lotado no Centro de Estudos do Mar, onde conduz pesquisas, ministra disciplinas



de graduação e pós-graduação e desenvolve projetos de extensão comunitária e conservação marinha. Até o presente publicou 50 artigos científicos sobre plâncton e produção primária marinha e diversos artigos técnicos e de divulgação sobre vários temas marinhos. Orienta teses e dissertações de mestrado e doutorado na UFPR e ministra aulas no curso de Oceanografia da instituição. Atualmente é coordenador do Mestrado Acadêmico em Dinâmica de Sistemas Costeiros e Oceânicos da UFPR. É pesquisador do CNPq (1B) desde 1999.

GEOVÂNIO MILTON DE OLIVEIRA

É graduado em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará (UFC) (1975) e tem se especializado em avaliação de estoques e dinâmica de populações pesqueiras. Exerce atualmente a função de analista ambiental do Ibama na Coordenação Geral de Recursos Pesqueiros. Tem ainda participado de projetos de pesquisa em recursos pesqueiros, escrito artigos e livros sobre o tema, e atuado como gestor governamental na área de pesca.

ILANA WAINER

É professora livre-docente do Departamento de Oceanografia Física, Química e Geológica do Instituto Oceanográfico da USP. É especialista em interação oceano-atmosfera e clima utilizando modelos acoplados de alta complexidade. Além de extensa atividade de pesquisa e ensino, participa dos comitês de direção de programas internacionais como o World Climate Research Program (WCRP) e Global Climate Observing System (GCOS), além de participar como especialista em oceanografia física de um grupo de trabalho do Scientific Committee for Antarctic Research (Scar).

JOÃO ANTONIO LORENZZETTI

É formado em Física pela Unesp. Possui mestrado em Oceanografia Física pelo Instituto Oceanográfico da USP e doutorado em Oceanografia Física pela Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science da Universidade de Miami (EUA). É pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) na Divisão de Sensoriamento Remoto, onde trabalha desde 1976. Seu campo de especialidade e interesse é a aplicação de tecnologias e dados espaciais para o estudo e monitoramento oceânico. É professor dos programas de pós-graduação em Sensoriamento Remoto do Inpe e colaborador do programa de pós-graduação em Oceanografia Física do IouSP.

JOSÉ ANGEL ALVAREZ PEREZ

É graduado e mestrado em Oceanografia Biológica pela Fundação Universidade do Rio Grande (Furg), com doutorado em Biologia Marinha pela Dalhousie University (Canadá). Está vinculado à Universidade do Vale

do Itajaí (Univali) como professor do curso de graduação em Oceanografia e do mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental. É coordenador do Grupo de Estudos Pesqueiros/Univali- CNPq. Atua nas áreas de avaliação de estoques e manejo de recursos pesqueiros demersais costeiros e de grandes profundidades e de biologia de cefalópodes.

JOSÉ AUGUSTO NEGREIROS ARAGÃO

É graduado (1975) e mestre em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará (UFC) e especialista em Ciências Pesqueiras pelo Far Seas Fisheries Research Laboratory (Japão, 1982). Foi superintendente do Ibama (1994/95), tendo ocupado vários outros cargos de direção e coordenação técnica. Analista ambiental do Ibama, trabalha atualmente com pesquisas na área de avaliação de estoques e tem vários trabalhos publicados. Exerce as funções de coordenador científico dos Projetos Camarão e Lagosta e Estatística Pesqueira.

LEONARDO TEIXEIRA DE SALES

É engenheiro de Pesca pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) (1976), especialista em Piscicultura de Águas Interiores (1984), e em Ecologia e Manejo Pesqueiro de Açudes (1995) pela mesma instituição, e mestre em Gestão e Políticas Ambientais pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) (2001). Foi pesquisador do Programa de Pesquisa de Recursos Pelágicos da Zona Econômica Exclusiva – UFRPE/Cepene-Ibama/Governo do Estado de Pernambuco (1992 a 1994). Exerce atualmente a função de professor assistente do curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Piauí (UFPI) (2006).

LUCIANO DE FREITAS BORGES

É geólogo pós-graduado em Geologia Econômica e Economia Mineral. No serviço público foi diretor-geral do Departamento Nacional de Minas e Metalurgia (DNMM) e secretário nacional de Minas e Metalurgia, além de participar de Conselhos de empresas estatais (CPRM e CVRD). Acumula vasta experiência na execução e no planejamento estratégico das políticas públicas para a gestão de recursos minerais. Atualmente é consultor independente

LUIZ ROBERTO SILVA MARTINS

É professor titular, doutor em Ciências, livre-docente em Sedimentologia e pesquisador 1A do CNPq. É fundador do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Ceco/UFRGS) (1969), fundador (1969) e coordenador científico (1969/79) do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM), fundador (1968) e coordenador (1971/72) do curso de pós-graduação em Geociências da UFRGS, e coordenador técnico do CNPq no projeto Remac (1972/78). Foi membro do Consultive Panel on Coastal Systems da Unesco (1974/84), especialista em Ciências do Mar do Escritório Regional



da Unesco para América Latina e Caribe (1982/83), do Grupo de Coordenação e Coordenador Regional para o Atlântico Sudoeste do Programme Ocean Science in Relation to Non-Living Resources (OSNLR/IOC/Unesco) (1985-2002), da Comissão de Oceanografia (1970-75) e do Comitê Assessor de Oceanografia do CNPq (1976/79; 1993/95 e 2004/07), e do Scientific Advisory Board da Comissão Oceanográfica Intergovernamental (1978/79), e foi representante do Brasil no Scor (1976/2002). É perito em Assuntos de Ciências do Mar junto à Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar e participante do programa Cátedras da Unesco. Publicou 236 títulos entre livros, capítulos de livros, artigos completos e resumos expandidos. É pesquisador emérito da Society for Sedimentary Geology (EUA, 2005) e professor emérito da UFRGS (2006).

MÁRCIA CARUSO BÍCEGO

Possui graduação em Engenharia Química pela Fundação Armando Álvares Penteado (FAAP) (1982), mestrado em Oceanografia Química pelo IIOUSP (1988) e doutorado em Química Analítica também pela USP (1996). Atua como professora doutora no IIOUSP, ano em que passou a fazer parte do corpo de orientadores da opção Oceanografia Química e Geológica. Sua principal linha de pesquisa é em química orgânica marinha, em que atua principalmente nos temas poluição marinha, paleoceanografia e marcadores orgânicos geoquímicos.

MOYSÉS GONSALEZ TESSLER

É bacharel em Geologia (1975), com pós-graduação em Geologia Sedimentar (mestrado em Geociências) (1982) e doutorado em Geociências (1988, Geologia Sedimentar) pela USP. Professor livre-docente pelo Departamento de Oceanografia Física, Química e Geológica do IIOUSP, exerce atualmente a função de professor associado na área de Oceanografia Geológica. Suas principais linhas de atuação são dinâmica sedimentar de áreas costeiras e de plataforma continental, taxa de sedimentação recente (espectrometria gama), e evolução de linhas de costa (erosão e progradação de áreas costeiras).

PAULO EURICO PIRES FERREIRA TRAVASSOS

possui graduação em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (1984), especialização em Sensoriamento Remoto Métodos e Aplicações - Université de Paris VI (Pierre et Marie Curie) (1994), mestrado em Oceanografia Biológica pela Universidade Federal de Pernambuco (1991) e doutorado em Oceanografia Biológica e Ambiente Marinho - Université de Paris VI (Pierre et Marie Curie) (1999). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Tem experiência na área de Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, com ênfase em Manejo e Conservação de Recursos Pesqueiros Marinhos, atuando principalmente nos seguintes temas: pesca, atuns, atlântico, atuns e afins e sensoramento remoto. É coordenador da pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, correspondente estatístico do Brasil junto à Comissão Internacional para a Conservação do Atum Atlântico (ICCAT) e secretário executivo adjunto do Comitê Consultivo Permanente de Gestão de Atuns e Afins.

SÉRGIO MATTOS

É graduado em Engenharia de Pesca pela UFRPE, com mestrado em Oceanografia pela UFPE e doutorado em Ciências do Mar pelo Instituto de Ciências do Mar (ICM) (Barcelona), ligado ao Conselho Superior de Investigação Científica (CSIC) da Espanha. Atua na área de bio-economia pesqueira, com ênfase no estudo da dinâmica de frotas e avaliação de estoques capturados pela pesca artesanal.

VANESSA MARIA MAMEDE CAVALCANTI

É geóloga do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), especialista em terrenos sedimentares, e mestre em geologia pela UFCE. É orientadora da equipe de Desenvolvimento e Arrecadação do 10.º Distrito do DNPM (Fortaleza), e presta assessoria à diretoria-geral do DNPM em assuntos relacionados à pesquisa e lavra de recursos minerais marinhos.



Lista de participantes do workshop Mar e Ambientes Costeiros

Aloysio Bastos Vianna da Silva
Junior

Antônio Carlos Filgueira Galvão

Antonio José Teixeira

Belmiro Mendes de Castro

Celso Pupo Pesce

Cesar Cajueiro Pimenta

Claudia Victor Pereira

Fábio Hissa Vieira Hanzin

Fernando Luiz Diehl

Feruccio Bilich

Francisco Barone

Frederico Pereira Brandini

George Satander Sá Freire

Geovânio Milton de Oliveira

Ilana Elazari K. C. Wainer

Ivo da Silva

José Angel Perez

João Antônio Lorenzetti

José Augusto Negreiros Aragão

José Gustavo Natorf de Abreu

Kaiser Gonçalves de Souza

Leonardo Teixeira de Sales

Luciano de Freitas Borges

Luiz Roberto Silva Martins

Maamar El-Robrini

Márcia Caruso Bicego

Moysés Gonzalez Tessler

Mutsuo Asano Filho

Noris Diniz

Paulo Travassos

Raul José de Abreu Sturari

Ricardo Gonçalves da Silva

Rinaldo César Mancin

Sérgio Macedo Gomes de
Mattos

Vanessa Maria Mamede
Cavalcanti