

A Amazônia Azul: recursos e preservação

Belmiro M. Castro
Frederico P. Brandini
Marcelo Dottori
João F. Fortes

resumo

A área ocupada pela Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira e suas extensões é estimada em 4,5 milhões de quilômetros quadrados, sendo mais do que a metade da área do Brasil continental. Essa área marinha sobre a qual o Brasil exerce alguma forma de soberania tem sido denominada "Amazônia Azul". Apesar do enorme potencial de recursos existentes na ZEE, tais como recursos vivos, recursos minerais, recursos energéticos e recursos não extrativos, alguns já em exploração, a percepção dos brasileiros a respeito do seu mar e dos seus recursos ainda é incipiente. Uma das consequências da falta de mentalidade marítima é a exploração nem sempre sustentável dos recursos da ZEE brasileira.

Palavras-chave: Amazônia Azul; Zona Econômica Exclusiva; recursos marinhos; conservação.

abstract

The area encompassed by the Brazilian Exclusive Economic Zone (EEZ) and its extensions is estimated to cover a total area of 4.5 million square kilometers, which corresponds to more than half of continental Brazil. This sea area over which Brazil is entitled to have some sort of sovereignty has been named Blue Amazon. Despite the enormous potential of resources existing in this EEZ, such as living resources, mineral resources, energy resources, and non-extractive resources – some of which have already been exploited – the perception of Brazilians as regards their sea and its resources is still incipient. One of the consequences of the lack of maritime mentality is that the exploitation of resources in the Brazilian EEZ is not always carried out in a sustainable manner.

Keywords: Blue Amazon; Exclusive Economic Zone; marine resources; conservation.

A

Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos do Mar (CNUDM), criada em 1982 e complementada em 1994, definiu os limites do mar jurisdicional dos países costeiros. A primeira faixa é o mar territorial, que se estende desde a costa, caracterizada pela linha da baixa-mar, até 12 milhas náuticas de distância. Sobre o seu mar territorial o Brasil, desde a promulgação da Lei 8.617, de 1993, exerce plena soberania, incluindo o leito e o subsolo marinhos, bem como o espaço aéreo sobrejacente.

A segunda faixa, denominada Zona Econômica Exclusiva (ZEE), fica situada entre o limite externo do mar territorial e 200 milhas náuticas de distância da costa. NA ZEE o Brasil exerce soberania sobre a exploração e aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais, vivos ou não vivos, das águas sobrejacentes ao leito do mar e seu subsolo (Figura 1).

A CNUDM define ainda a plataforma continental, sobre a qual os países costeiros

exercem direito de soberania para exploração de recursos naturais, incluindo os recursos minerais, outros não vivos e, ainda, os recursos vivos conectados ao fundo e ao subsolo marinhos, que compõem o grupo dos bentos. Essa plataforma continental estende-se desde o limite do mar territorial até a borda externa da margem continental. Evidentemente, há regiões em que a plataforma continental assim definida é mais estreita do que a ZEE, como na costa leste brasileira, e outras em que ocorre o contrário, possibilitando uma extensão, conforme verificado nas costas sudeste-sul e norte do Brasil.

A ZEE compreende tanto as áreas marinhas situadas ao largo da porção continental do Brasil quanto aquelas localizadas ao redor das ilhas oceânicas e rochedos, como do Arquipélago de Fernando de Noronha e das ilhas Trindade e Martim Vaz. Dado o

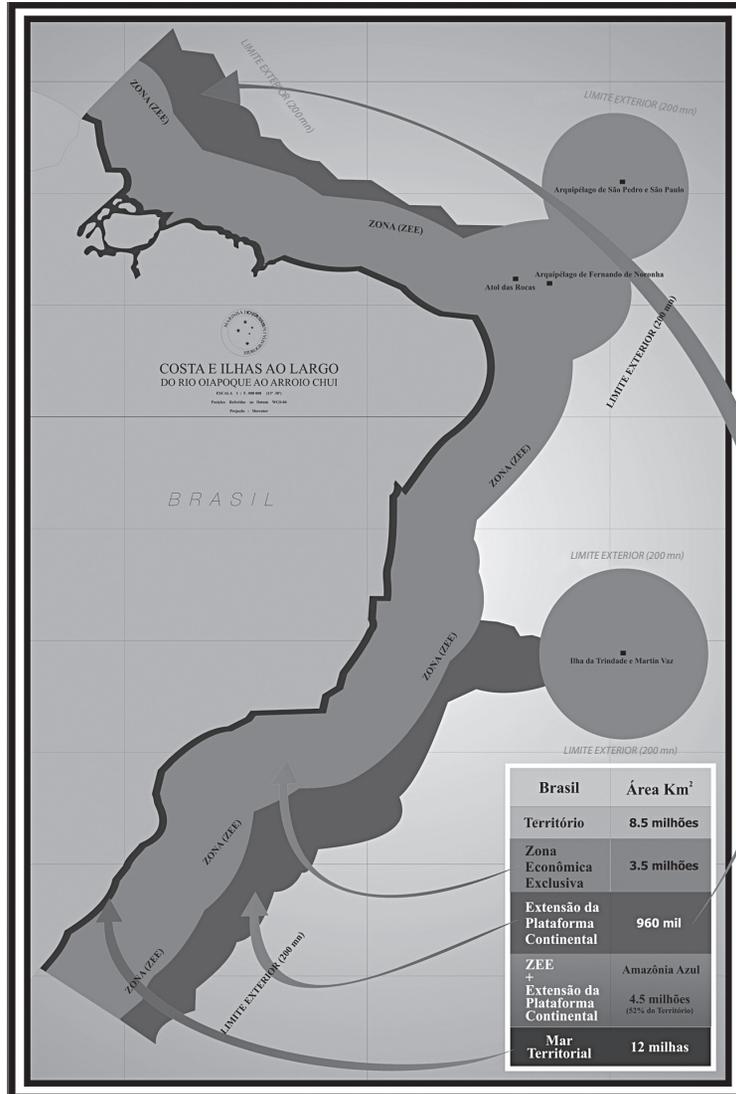
BELMIRO M. CASTRO, FREDERICO P. BRANDINI e MARCELO DOTTORI

são professores do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP).

JOÃO F. FORTES é mestrando do IO-USP.

FIGURA 1

Mar Territorial, Zona Econômica Exclusiva e Extensão da Plataforma Continental



enorme comprimento da linha de costa do Brasil, 7.367 km segundo o IBGE, a área ocupada pela ZEE é imensa, sendo estimada em 3,5 milhões de quilômetros quadrados. Somando-se a isso a área da extensão da plataforma continental, requerida às Nações Unidas como ZEE ao redor das ilhas oceânicas e do remoto Arquipélago de São Pedro e São Paulo, chegamos a quase 4,5 milhões de quilômetros quadrados. Essa enorme área

sobre a qual o Brasil exerce alguma forma de soberania tem sido denominada “Amazônia Azul”, expressão esta introduzida pela Marinha do Brasil para ressaltar a importância estratégica e econômica dessa parte do território brasileiro que é tão vulnerável, ambiental e estrategicamente, quanto a Amazônia continental, verde.

A área do Brasil continental é de aproximadamente 8,5 milhões de quilômetros

quadrados (IBGE) e, adicionada à área da Amazônia Azul, caso os argumentos da diplomacia brasileira em relação aos nossos direitos no Atlântico convençam as Nações Unidas, soma mais de 13 milhões de quilômetros quadrados. Portanto, quase 35% do território brasileiro está no mar ou, de outra forma, a área da Amazônia Azul é equivalente a mais da metade da área continental do Brasil. Essa imensa área marinha contém enorme quantidade de recursos importantes econômica, social e estrategicamente, sendo ainda de fundamental relevância para a estabilidade do clima no país e para a qualidade ambiental das costas brasileiras.

A CNUDM também estabeleceu que os países signatários têm direito de exploração, por solicitação, dos recursos minerais do leito marinho em regiões oceânicas situadas além da ZEE ou da extensão da plataforma continental, e designou essas regiões por “Área”. Os recursos minerais, geralmente situados em profundidades de milhares de metros, da Área são patrimônio comum da humanidade e sua exploração é organizada e controlada pela Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos. Nos fundos marinhos da Área, além dos recursos minerais propriamente ditos, há materiais biotecnológicos que podem ser de grande valia para as indústrias farmacêuticas e bioquímicas. Ao largo da costa brasileira, os recursos do leito marinho da Área têm importância política e estratégica para o país e, por isso, devem ser investigados para que, eventualmente, possam subsidiar solicitações de lavra por empresas ou entidades nacionais, garantindo dessa forma uma extensão ainda maior do nosso território economicamente ativo.

Há um arcabouço legal bem definido que regula e controla a exploração de recursos

marinhos não apenas na Área, mas, também, na ZEE. Legislações internacionais, nacionais e regionais determinam as possíveis formas de exploração dos recursos vivos e não vivos dos oceanos. No caso brasileiro especificamente, uma revisão recente sobre essa legislação encontra-se em CGEE (2007, capítulo 2).

MENTALIDADE MARÍTIMA

Apesar da reconhecida importância do mar brasileiro no contexto histórico e socioeconômico, ainda há muito desconhecimento entre a população brasileira sobre essa relevância, isto é, não há uma mentalidade marítima desenvolvida e consolidada em nossa sociedade. A conquista do oeste durante a colonização do Brasil, após a chegada dos portugueses pelo mar, teve, como uma de suas consequências, a perda gradual da conexão entre os brasileiros e o oceano.

Pesquisa recente sobre a percepção dos brasileiros a respeito do mar, realizada em 2011 pelo Instituto Análise, indica que grande parte da população reconhece a importância do mar, principalmente por ele ser fonte de alimentos e de lazer. Essa é uma visão parcial sobre a importância socioeconômica do oceano, pois na ZEE há uma grande diversidade de recursos não alimentares e, além disso, o mar brasileiro ofereceu, e oferece, oportunidades de integração nacional em áreas tão diversas quanto ciência, tecnologia e cultura. Em síntese, a sociedade brasileira ainda vê o mar de sua perspectiva terrestre, enfatizando a zona litorânea e esquecendo-se que nossa ZEE representa cerca de 1/3 do território nacional e está pronta para ser desbravada cientificamente, para que possamos efetivamente nos apropriar de sua diversidade e riqueza.

A perda da mentalidade marítima é agravada pela pouca, ou quase nenhuma, ênfase com que o mar brasileiro é apresentado no ensino fundamental e médio. Há muitos temas que podem ser trabalhados nas aulas de ciências, geografia, biologia, física, química e matemática, por exemplo, mas que, em geral, não o são. Por exemplo: as características costeiras do mar territorial, os recursos marinhos da ZEE, os processos de formação e de manutenção de estuários, de praias e de lagoas costeiras, a origem da biodiversidade marinha, a descrição e quantificação dos processos físicos oscilatórios, tais como as marés e as ondas, a origem dos sais e a composição química da água do mar, e muitos outros. Também nas artes, a relação entre as obras de Jorge Amado, Dorival Caymmi e Tom Jobim, entre outros, e o mar pode ser explorada com o intuito de reforçar nos estudantes a noção da importância cultural de sermos um país costeiro com extensa área marítima.

Cursos de divulgação e de especialização voltados aos professores do ensino fundamental e médio podem contribuir para a inclusão das ciências do mar como temas transversais nos currículos tradicionais. Outra forma de expandir a mentalidade marítima é estabelecer a opção *licenciatura* em complementação aos muitos cursos de graduação em oceanografia existentes no Brasil. Devido ao currículo mínimo estabelecido para formar um bacharel em Oceanografia, graduados desses programas têm conhecimentos suficientes para ministrar, por exemplo, aulas de ciências em nossas escolas, desde que tenham, paralelamente à formação em Oceanografia, também disciplinas e treinamento didático-pedagógicos.

A Comissão Interministerial para os Recursos do Mar criou um Programa de Mentalidade Marítima (Promar), que tem como objetivo estimular uma mentalidade marítima na população brasileira, destacando os interesses nacionais e enfatizando a necessidade de um maior conhecimento do mar e de seus recursos, de formas racionais de exploração desses recursos e da necessidade da preservação do meio ambiente marinho. Esse programa, que busca atingir pelo menos 1,2 milhão de brasileiros, tem como uma de suas metas também a inclusão de temas ligados ao mar nas grades curriculares do ensino fundamental e médio.

A falta de mentalidade marítima mais bem consolidada torna vulnerável a integridade física e biológica dos ecossistemas marinhos, dos quais dependem comunidades tradicionais e muitas indústrias e atividades econômicas. As rotas de navegação costeira e nossa abertura para o mar foram fatores determinantes na forja da nossa cultura. Os dois maiores biomas brasileiros são o mar da Amazônia Azul e a floresta amazônica. Esses dois biomas suportam a maior biodiversidade do planeta.

Uma especulação possível é perguntarmos: Como seria o Brasil sem o mar? Mais do que não termos a Amazônia, incluindo sua bacia hidrográfica, que formam o principal bioma terrestre de nosso país, não termos a Amazônia Azul e o seu bioma costeiro e marinho implicaria certamente enormes diferenças, principalmente geopolíticas, socioeconômicas e culturais, comparativamente com o que somos hoje. Em síntese, caso o Brasil não tivesse o imenso território no mar, nossa história, cultura e patamar de desenvolvimento socioeconômico seriam radicalmente diferentes.

RECURSOS DA AMAZÔNIA AZUL

Os oceanos oferecem para a humanidade quatro classes de recursos: vivos, minerais, energéticos e não extrativos.

Recursos vivos

Tradicionalmente a expressão “recursos vivos” é usada para definir a produção pesqueira, ou seja, os peixes, invertebrados (moluscos e crustáceos) e algas comestíveis. Na verdade, a produção pesqueira deveria representar, no Brasil, uma pequena fração dos recursos vivos. A complexidade geomorfológica da costa brasileira abriga um estoque genético de valor imensurável e ainda pouco explorado, uma vez que nossa quase única forma de exploração dos recursos vivos tem sido a pesca extrativista.

Conceitualmente, os principais recursos vivos provêm da pesca e da biotecnologia marinha. As leis que regulamentam a pesca no Brasil distinguem as práticas pesqueiras em duas categorias: pesca comercial e pesca de subsistência. A comercial, como o próprio nome diz, é aquela induzida pela demanda do mercado, e pode ser de pequena escala (artesanal) ou de larga escala (industrial). Em média, a pesca industrial captura anualmente entre 500 e 600 mil toneladas de peixes, crustáceos e moluscos marinhos (Viana, 2013). Parece muito, mas isso representa menos de 1% da produção mundial (MPA, 2010), que é de aproximadamente 100 milhões de toneladas.

A pesca artesanal e de subsistência sustenta aproximadamente um milhão de pescadores e suas famílias. Estes vivem da exploração de manguezais, de recifes de coral, de estuários, lagoas costeiras, fundos arenosos

e rochosos do mar aberto, em busca diária por peixes, crustáceos e moluscos. A pesca industrial em nosso país não prospera em razão de uma série de fatores associados à limitação dos estoques e à infraestrutura.

Podemos dizer que a pesca em nosso país tem maior valor social do que econômico. As características físico-químicas das águas da Amazônia Azul não são totalmente favoráveis ao desenvolvimento da cadeia alimentar marinha, tornando, portanto, nossas costas oligotróficas em sua maior parte, isto é, relativamente pobres em nutrientes e com pequena produção primária.

Tais características oligotróficas devem-se em sua maior parte à posição do Brasil no extremo oeste do Oceano Atlântico. Tanto as costas norte-nordeste quanto as leste-sudeste-sul de nosso país contemplam ao largo, a distâncias de tipicamente 100 km da linha de costa, correntes denominadas de limite oeste: a Corrente Norte do Brasil, na primeira região, e a Corrente do Brasil, na segunda. Grande parte das águas transportadas por essas correntes nos primeiros 100-200 m da coluna de água, denominada água tropical, atravessou o Atlântico inteiro na região equatorial, desde a costa da África, chegando então empobrecida na concentração de nutrientes ao largo da costa brasileira. Essas duas correntes brasileiras transportam ainda, abaixo da água tropical, a chamada Água Central do Atlântico Sul (ACAS), que tem origem diversa e é, sim, rica em nutrientes. Entretanto, tal riqueza fica situada abaixo dos 100-200 m superiores da coluna de água, local onde praticamente não há penetração da radiação solar. Nessa camada escura a fotossíntese é sobremaneira dificultada pela ausência de luz, embora haja nutrientes disponíveis.

A quebra da plataforma continental, região onde se inicia o talude continental, em quase toda a costa brasileira, fica situada no máximo a 200 m de profundidade. Ambas as correntes, Corrente Norte do Brasil e Corrente do Brasil, fluem ao longo do talude continental e na parte externa da plataforma continental, nesse último caso em profundidades em geral pouco inferiores a 200 m. Portanto, em nossas regiões mais costeiras, onde as pequenas profundidades possibilitam a penetração da radiação solar até o fundo do mar, isto é, onde a zona eufótica atinge o fundo, não há, em geral, águas ricas em nutrientes (ACAS). Consequentemente há uma separação espacial entre as águas ricas em nutrientes e as águas iluminadas pelo Sol: onde há luz (zonas costeiras) não há nutrientes suficientes (ausência de ACAS) e, ainda, onde há nutrientes (ACAS abaixo da água tropical) não há luz suficiente (profundidades maiores do que 100-200 m). Na costa do Peru, por exemplo, as águas ricas em nutrientes atingem a superfície do mar nas regiões costeiras, por causa do fenômeno conhecido como ressurgência, acelerando o desenvolvimento da cadeia alimentar pela grande produção de fitoplâncton e tornando esse país situado na costa leste do Pacífico Sul um dos maiores produtores mundiais de pescado.

Assim, apesar da grande biodiversidade da Amazônia Azul, a verdade é que aqui há pouco peixe, isto é, a biomassa é pequena. E esse pouco vem sendo disputado por cerca de um milhão de pescadores “artesanais”, que praticam uma pesca de subsistência e que estão registrados pelas associações e colônias de pesca ao longo da costa brasileira. Esses pescadores dependem quase exclusivamente da pesca, com poucas alter-

ativas para compor a renda familiar. A estabilidade social dessa comunidade está seriamente ameaçada pela degradação ambiental da região costeira, pelos conflitos com a pesca industrial e, ainda, pela especulação imobiliária nas zonas litorâneas.

Em muitos locais, a pesca industrial explora os mesmos recursos que a pesca artesanal recebendo, desde 1970, subsídios governamentais (Abdallah & Sumaila, 2007). No início deste século, mais de 1.600 embarcações industriais pescavam em toda a plataforma continental do Brasil (FAO, 2012) com redes de arrasto de camarões e redes de cerco para captura de cardumes pelágicos, sobretudo sardinha. Em 2009, entretanto, restavam apenas cerca de 900 embarcações. O que explica esse declínio, dentre outras coisas, é o impacto sobre o ecossistema da pesca industrial e, também, da pesca comercial de pequena escala. Esta última arrasta e causa o mesmo tipo de estragos que a pesca industrial, só que em menor escala, em áreas sensíveis e importantes para os ciclos de vida das espécies.

No caso do arrasto camaroeiro, por exemplo, a integridade física e biológica do fundo marinho é seriamente comprometida. As redes varrem e revolvem o assoalho marinho, munidas de correntes, capturando indiscriminadamente qualquer organismo. Dessa forma, a estrutura física e biológica do fundo marinho é destruída, de forma análoga à utilização de tratores em terra firme para a derrubada de florestas e exploração da madeira (McAllister et al., 1999; Thrush & Dayton, 2002; Kumar e Deepthi, 2006). As redes não são seletivas na captura do camarão, que é o alvo comercial. Capturam também uma fauna acompanhante, sem valor comercial, que é descartada de volta

para o mar. Frequentemente esse descarte é acima de 50%, e não raras vezes de 100% (Kaiser, 1998; Johnson, 2002). O impacto indireto é de longo prazo, uma vez que o arrasto destrói a estrutura do sedimento e sua comunidade biológica, comprometendo o ciclo de vida de centenas de animais importantes do ponto de vista ecológico, além do próprio camarão, que depende desse ecossistema natural. Isso explica, em grande parte, o declínio de estoques comerciais e, conseqüentemente, o aumento do preço do pescado. Com o aumento do preço, a corrida pela pesca aumenta, provocando mais impacto ambiental e mais decréscimo do estoque, em um círculo vicioso que só termina quando não há mais alvos de interesse comercial para a pesca, de forma similar ao garimpo em regiões continentais. A redução dos estoques obriga a transferência do esforço pesqueiro para outras áreas, ampliando cada vez mais a escala geográfica do impacto sobre o ecossistema.

A biodiversidade por si só já é um recurso vivo. Por exemplo, tudo o que se admira em um aquário marinho tem valor comercial. Um pequeno peixe ornamental já nasce com valor agregado. A aquariofilia global explora esse filão biotecnológico, movendo até US\$ 30 bilhões por ano. Só que, com poucas exceções, o faz de forma predatória. O roubo de organismos ornamentais e de “rochas vivas” nos bancos de coral do Brasil para exportação é ainda um problema para a conservação da biodiversidade.

A biotecnologia marinha tem enorme potencial no fornecimento de insumos para a indústria médica, farmacêutica, alimentar e de cosméticos. Nosso mar tem, em sua maior parte, características tropicais, com habitats e nichos diversificados. A biotecnologia

é um dos ramos da ciência aplicada que mais se desenvolvem. O mar é uma fonte inexplorada de substâncias bioativas produzidas principalmente por invertebrados sésseis (esponjas, ascídias, micro-organismos), com inúmeras aplicações médicas e industriais. Esses organismos, imóveis que são, se defendem com substâncias que afastam predadores, sendo a base da biotecnologia marinha para extração de substâncias bioativas. Portanto, também são recursos vivos. A biotecnologia marinha é particularmente promissora, mas no Brasil as pesquisas nesse campo ainda são feitas por pequenos grupos acadêmicos.

Infelizmente, a exploração da biodiversidade como recurso vivo também segue o modelo extrativista, em oposição ao muito mais adequado cultivo dos organismos, ao contrário do que ocorre na região continental, no interior do país. Com poucas exceções, a pesca, o turismo e, mais recentemente, a maricultura ainda são atividades impactantes ao meio ambiente e aos ecossistemas, e desordenadas.

Nossa política de ordenamento pesqueiro ainda é deficiente porque as leis existentes, muitas vezes adequadas, nem sempre são obedecidas na imensidão da Amazônia Azul, inclusive pela dificuldade de monitoramento e de fiscalização numa área tão extensa. A legislação que estabelece o defeso espacial e temporal da pesca (período em que a pesca de qualquer tipo fica proibida), ainda que nem sempre leve em conta características do ciclo de vida de cada espécie, tenta proteger estoques pesqueiros e resolver conflitos entre a pesca artesanal e a industrial. Entretanto, a fiscalização nem sempre é suficiente para controlar a pesca predatória em áreas e em períodos legalmente excluídos do arrasto.

Recursos minerais

A exploração de recursos minerais existentes no leito ou no subsolo marinho depende de vários fatores. O principal é a viabilidade econômica. Caso existam recursos semelhantes abundantes em regiões continentais, com custos financeiros de exploração menores, não há possibilidade de investimentos para que a mineração marinha torne-se realidade. Entretanto, tal balanço reflete muitas vezes a situação do mercado a médio prazo, pois sempre há possibilidade de que os recursos continentais entrem em declínio, em rota de esgotamento, com conseqüente aumento do valor do insumo. Esse incremento no valor de mercado pode, em poucos anos, tornar a lavra em regiões marinhas financeiramente atraente. Outro fator que deve ser considerado, e que não está dissociado dos custos de exploração, é a existência de tecnologia confiável e ambientalmente adequada para a exploração do recurso mineral marinho. Como essas tecnologias nem sempre estão prontas, disponíveis no mercado, é necessário arcar, pelo menos no início do empreendimento, com os custos de desenvolvimento de métodos e de sistemas que permitam acesso e lavra dos recursos com o menor impacto ambiental possível. Os custos ambientais são um outro fator determinante, pois as atividades de mineração marinha geralmente revolvem o fundo do mar, impactando diretamente os organismos bentônicos, que vivem junto ao fundo oceânico, e outros, e, através deles, toda a cadeia alimentar no oceano.

De qualquer forma, a exploração de recursos minerais marinhos no Brasil ainda é incipiente, ficando restrita a alguns poucos recursos e a algumas poucas regiões da ZEE. Embora a exploração total de recursos mine-

rais represente quase 4% do PIB nacional e apresente sistematicamente saldo comercial positivo, não há dados concretos sobre qual é a contribuição real dos recursos marinhos para esse número. Entretanto, acredita-se que essa contribuição ainda seja pequena.

Areia e cascalho são os recursos que apresentam maior potencial para exploração marinha na ZEE, excedendo, em volume, o valor de qualquer outro recurso não vivo excluindo óleo e gás (CGEE, 2007, capítulo 3). A indústria da construção civil é a grande utilizadora desses recursos, que são extraídos de regiões costeiras da ZEE para baratear custos, dado o baixo valor do insumo. Por causa principalmente dessa proximidade da costa, os custos ambientais dessa exploração são relativamente altos. As dragagens podem comprometer a estabilidade das regiões costeiras e o aumento da turbidez das águas marinhas pode dificultar o desenvolvimento do fitoplâncton, base da cadeia alimentar nos oceanos. Além disso, há a destruição dos habitats recifais, de moluscos e de crustáceos. Por essas razões, internacionalmente há leis rígidas para o controle da exploração desses recursos. O aspecto estratégico dos recursos arenosos da plataforma continental brasileira foi destacado por vários autores, tais como Martins e Toldo Jr. (2006).

As formas livres de algas calcárias, tais como rodolitos, têm viabilidade econômica para extração através de dragagens (CGEE, 2007, capítulo 3). Contendo altas concentrações de carbonato de cálcio e de magnésio, esses recursos são de grande interesse para a agroindústria, mas são também utilizados pelas indústrias farmacêuticas e de produtos dietéticos, bem como para implantes ósseos, nutrição animal e tratamento de água (Dias, 2000).

Segundo o CGEE (2007, capítulo 3), a ZEE brasileira contém a mais longa plataforma contínua dominada por sedimentos carbonáticos no mundo, estendendo-se desde a costa do Pará até Cabo Frio, no Rio de Janeiro. Apenas ao largo da costa de Pernambuco, Montalverne e Coutinho (1982) estimaram reservas de mais de 1 bilhão de toneladas entre as isóbatas de 20 m e de 30 m. Entretanto, os possíveis impactos ambientais da exploração desse calcário são similares àqueles já discutidos, associados à exploração de areias e cascalhos.

Metais nobres como ilmenita, monazita, zirconita e rutilo ocorrem praticamente em toda a faixa litorânea da Amazônia Azul (Cembra, 2012, capítulo 5). Há exploração comercial desses metais pesados nas costas do Rio de Janeiro e da Bahia, principalmente na área litorânea emersa. Explorações na zona litorânea imersa apresentarão os mesmos impactos ambientais associados ao revolvimento do fundo.

Foram observadas ainda ocorrências de diversos outros minerais na ZEE brasileira, tais como fosfatos, potássio, magnésio, enxofre e carvão. Hidratos de metano foram observados por Tanaka e Silva (2003) na parte norte da Amazônia Azul.

Na área internacional do Atlântico contígua à Amazônia Azul há recursos minerais de grande potencial e interesse para o Brasil, embora a exploração comercial dos mesmos a curto e médio prazos não apresente viabilidade econômica. Esses recursos revestem-se, no presente, principalmente de importância político-estratégica, dada a proximidade dessas reservas à ZEE brasileira (Souza, 2000). Os nódulos polimetálicos, ricos em manganês, cobre, níquel e cobalto, são encontrados a profundidades de milhares de metros, como

na região do platô de Pernambuco e na cadeia Vitória-Trindade (Cembra, 2012, capítulo 5).

As crostas cobaltíferas ocorrem em montes submarinos, como na Elevação do Rio Grande. Além do cobalto, essas crostas contêm quantidades de outras substâncias, tais como titânio, níquel, platina e manganês. Os sulfetos polimetálicos, ricos em zinco, cobre, chumbo, ouro e prata, são outro recurso mineral da Área, ocorrendo principalmente nas regiões das cordilheiras meso-oceânicas. Há indicações ainda da presença desses materiais nas proximidades do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Souza, 2000).

Recursos energéticos

Petróleo e gás natural retirados do mar representam cerca de 40% da matriz energética global. A maior parte das reservas de petróleo nacionais está em campos marítimos, havendo previsão para a produção de 3 milhões de barris por dia para 2020 (Tolmasquim et al., 2007). As descobertas na área do pré-sal da Bacia de Santos, por exemplo, já fornecem cerca de 1 milhão de barris por dia para o nosso país.

Sem desconsiderar toda a pujança da indústria petroleira brasileira, há também recursos energéticos alternativos associados ao mar que estão sendo seriamente considerados por países industrializados, principalmente do hemisfério norte, com o intuito de reduzir suas dependências dos combustíveis fósseis, esgotáveis, e, ainda, contribuir para desacelerar o aquecimento global. Em razão da grande extensão da ZEE brasileira e da variedade dos processos físicos hidrodinâmicos que nela ocorrem, há um grande potencial para aproveitamento de recursos energéticos marinhos além do dueto petróleo-gás.

Em princípio, é possível gerar energia elétrica a partir dos processos marinhos dinâmicos, como ondas, correntes e marés, e termodinâmicos, como gradientes verticais de temperatura e horizontais de salinidade, além dos processos eólicos que ocorrem sobre a ZEE. Internacionalmente, existem projetos e protótipos em estágios avançados de desenvolvimento ou de funcionamento.

O fenômeno de marés, por seu determinismo, tem sido utilizado para a criação de usinas, com aproveitamento dessa energia mecânica dos oceanos através de barragens e de turbinas submarinas. Nas barragens, o desnível entre as águas represadas em regiões litorâneas e aquelas situadas imediatamente ao largo da barragem é aproveitado para transformar essa diferença de energia potencial em energia elétrica, de forma muito semelhante àquela existente nas usinas hidroelétricas continentais. A primeira usina de barragem de maré foi construída no estuário do Rio Rance, no norte da França, em 1966, com capacidade para gerar até 40 MW, energia suficiente para iluminar 130 mil casas. Foi a maior barragem durante muito tempo, até a construção da Sihwa Lake Tidal Power Plant na Coreia do Sul, em 2011, com potência instalada de 254 MW. Uma outra barragem está sendo construída próximo à Ilha de Ganghwa (Coreia do Sul) com capacidade instalada de 812 MW, que poderá produzir o equivalente a 862 mil barris de petróleo por ano. Outros países, como Canadá e China, também possuem usinas desse tipo. Para contribuir com o atendimento ao Protocolo de Quioto, que regula a emissão de carbono para a atmosfera, a Grã-Bretanha estuda como alternativa a possibilidade de gerar um quinto da demanda de eletricidade do país com a construção

de uma usina de barragem no estuário do Rio Severn. Evidentemente, a construção de barragens em regiões costeiras e estuarinas tem custo ambiental elevado por causa da deterioração dos habitats marinhos. Outra forma de utilização da energia das marés é através de turbinas subaquáticas, que aproveitam a energia cinética das correntes de maré gerando até 1.500 kW com uma única turbina, usando a tecnologia atual; dependendo da corrente local, são como verdadeiros “moinhos de vento submersos”.

Ambientes costeiros com grande amplitude de marés na costa brasileira ficam restritos à região Norte, como o Golfão Maranhense e a costa nordeste do estado do Amazonas, ao norte da foz do Rio Amazonas, em razão do fenômeno de ressonância entre a onda de maré do oceano profundo e os modos naturais de oscilação da plataforma continental. Nessas duas regiões as correntes de maré também são intensas, principalmente no Golfão Maranhense, onde chegam a atingir valores superiores a 2 m/s.

O potencial de geração de energia pelas ondas de alta frequência (período típico de 10 s), usualmente geradas pelo vento, em todos os oceanos é estimado em aproximadamente 2 mil GW. Estudos feitos na costa oeste americana estimam que, em média, tais ondas produzam entre 40 e 70 kW/m. Projetos de extração de energia diretamente da oscilação vertical da superfície do mar durante a passagem das ondas, ou das variações de pressão em subsuperfície decorrentes desse mesmo movimento ondulatório, vêm sendo investigados em vários países, inclusive no Brasil.

Desenvolvida na Coppe/UFRJ, a usina de ondas brasileira foi testada no Porto de Pecém, no Ceará, constituindo-se na primeira estrutura da América do Sul a utilizar a energia

das ondas do mar para produção de energia elétrica. Estudos recentes do Instituto Oceanográfico da USP (IO-USP) indicam que, ao largo da costa do estado de São Paulo, o potencial para extração da energia das ondas é, tipicamente, de até 15 kW/m (Gomes, 2014); na zona costeira, entretanto, a região com maior potencial é aquela situada no lado externo da Ilha de São Sebastião, com valores médios de até 10 kW/m. De fato, quase toda a ZEE brasileira possui regime de ondas de alta frequência em faixa de energia entre 10 e 30 kW/m, considerada ótima para sua exploração, capaz de manter a extração sem submeter os equipamentos a grandes tensões.

Além das correntes de maré, no oceano há diversos outros tipos de correntes, geradas por distintas forçantes. Na plataforma continental, em geral, a principal forçante das correntes é o atrito entre o ar (vento) e a camada superficial de água. Em praticamente toda a região mais costeira da Amazônia Azul, as correntes geradas pelo vento são as que possuem maior energia cinética. Essa energia pode ser aproveitada para gerar eletricidade utilizando os mesmos moinhos de vento submarinos já discutidos. Pequenas estações costeiras poderiam transformar a energia cinética das correntes geradas pelo vento em energia elétrica suficiente para abastecer bairros ou cidades menores de forma integral. Novamente, pesquisas recentes do IO-USP mostram que a costa norte do estado de São Paulo, particularmente a região de São Sebastião, é a mais adequada para esse tipo de aproveitamento de energia marinha no estado.

A água do mar tem maiores temperaturas na superfície, com os valores diminuindo em direção ao fundo. Em determinadas regiões da Amazônia Azul, como na Plataforma

Continental Sudeste, as diferenças de temperatura entre a superfície e o fundo podem ser superiores a 10°C em profundidades de cerca de 50 m ou até mesmo menores. O aproveitamento desses gradientes verticais de temperatura envolve o ciclo de evaporação-condensação de uma substância, como a amônia, por exemplo, num processo similar ao Ciclo de Carnot. Nesse caso, a amônia é evaporada pela água quente superficial, movimentando turbinas que geram energia elétrica no processo. Parte da energia gerada é utilizada para bombear águas frias das maiores profundidades, sendo estas empregadas para resfriar a amônia, retornando a mesma ao estado líquido. Experimentos pioneiros realizados com tal processo no final do século XIX e na primeira metade do século XX, principalmente nas regiões costeiras de Cuba e do Brasil (Rio de Janeiro), mostraram que, com a tecnologia então existente, o custo energético para manter o sistema operando era maior do que a quantidade de energia gerada.

A partir de 1974, os Estados Unidos assumiram a liderança na pesquisa de extração de energia a partir de gradientes térmicos oceânicos. O projeto Ocean Thermal Energy Conversion (Otec), além de aplicar o sistema fechado com amônia, também mantém um sistema de bombeamento aberto no qual a água quente da superfície é bombeada para uma câmara de vácuo, evaporando e expandindo-se, movimentando turbinas. A água fria profunda bombeada para o sistema condensa o vapor formando água doce, que é aproveitada para consumo. Em 1979, uma parceria entre o governo americano e empresas privadas viabilizou um pequeno sistema Otec em um navio ancorado ao largo do Havaí. O sistema produziu energia suficiente para iluminar o navio e manter os computadores

ligados. O sistema Otec também canaliza a água fria profunda para sistemas de refrigeração e resfriamento de solos, viabilizando a agricultura de espécies de clima temperado em clima tropical. Aplicações similares ao sistema Otec poderiam ser analisadas para emprego, em princípio, nas ilhas oceânicas da ZEE brasileira, onde as diferenças verticais de temperatura da água podem atingir 20°C; também na Plataforma Continental Média dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina essas diferenças são altas, embora não tão grandes quanto nas ilhas oceânicas. Principalmente porque os desenvolvimentos tecnológicos obtidos pelos engenheiros e empresas brasileiros na exploração de óleo e gás em grandes profundidades poderão ser utilizados para viabilizar novos experimentos na ZEE para aproveitamento desses gradientes verticais de temperatura marinhos.

Gradientes osmóticos são comuns no mar, sobretudo nos estuários, onde o encontro da água doce com a água salgada forma gradientes salinos quase-horizontais marcantes, que podem gerar energia através da osmose. O fluxo de água através de membranas semi-permeáveis para equilibrar a pressão osmótica pode ser usado para girar turbinas. A tecnologia poderia ser estudada para aplicação em nossos maiores sistemas estuarinos, como, por exemplo, o do Rio Amazonas e o da Lagoa dos Patos.

A força dos ventos em terra para geração de eletricidade já é uma realidade no Brasil, com uma participação de 7% na matriz elétrica atual e tendência de crescimento. Sobre a Amazônia Azul, evidentemente, sopram os mesmos ventos de larga escala; entretanto, nas regiões oceânicas os ventos são, em geral, mais intensos e constantes, já

que a superfície do mar é muito mais plana e homogênea do que a do continente. Em muitos países, o caminho natural de desenvolvimento dos aproveitamentos eólicos foi no rumo do continente para o oceano, tanto impulsionado pelos altos custos dos terrenos ou pela busca de maiores potenciais, quanto pela necessidade de geração próximo a centros consumidores costeiros. No final de 2016, a região do Mar do Norte, com seus fortes ventos, já contava com mais de 3 mil turbinas *offshore*, localização facilitada pelas pequenas profundidades da extensa plataforma continental da região. A maior parte dessas estruturas está fixada no leito do oceano, mas já existem modelos e cada vez mais pesquisas em plataformas flutuantes. No Brasil, essa será provavelmente uma alternativa interessante para estados como São Paulo e Paraná, que têm uma grande demanda próximo à costa, mas com pequeno potencial em terra.

As diversas formas de aproveitamento da energia mecânica ou termodinâmica do oceano geram energia limpa, com relativamente pequeno impacto ambiental. Entretanto, os processos de construção das estruturas e dos sistemas necessários para esse aproveitamento certamente terão impactos ambientais locais e, por isso, permissões para implantação e funcionamento pelas agências reguladoras deverão ser rigorosas, necessitando de estudos completos de impacto ambiental.

Recursos não extrativos (ecossistêmicos)

Serviços ecossistêmicos são recursos marinhos inerentes ao meio, não mensuráveis. Do ponto de vista socioeconômico, os recur-

tos não extrativos podem ser tão importantes quanto os demais, mas, em virtude do pequeno índice de mentalidade marítima de nossa sociedade, muitas vezes não são percebidos nem sequer avaliados.

O mar é a nossa principal via de transporte. Pelo menos 95% do comércio exterior é feito por via marítima. A indústria nacional importa matéria-prima e exporta seus produtos essencialmente através do transporte marítimo.

O turismo ao longo do litoral brasileiro é outro recurso não extrativo, baseado na paisagem costeira e nas formas de lazer por ela oferecida. Atualmente, este último recurso está contribuindo com cerca de 10% do PIB nacional, incluindo a hotelaria, gastronomia, pesca esportiva, esportes marinhos, turismo subaquático e outros serviços que sustentam uma parcela significativa da socioeconomia litorânea.

O mar controla o clima global e a temperatura média do planeta em razão da alta capacidade que a água tem de conservar a energia térmica oriunda do Sol, propiciada pelo seu relativamente alto calor específico. Essa capacidade de armazenamento mantém diariamente uma enorme quantidade de calor nos oceanos, que, por sua vez, aquecem a atmosfera, propiciando que as temperaturas médias da Terra fiquem em torno de 14°C e possibilitando a manutenção da vida como a conhecemos. O oceano, na sua camada mais superficial, é aquecido diretamente pelo Sol, enquanto a atmosfera é aquecida essencialmente pelo oceano, isto é, o oceano é aquecido por cima enquanto a atmosfera é aquecida por baixo. Também, quando há excesso de calor na atmosfera, o oceano é capaz de absorver parte do mesmo sem grandes alterações em sua temperatura, regulando

a temperatura do ar. Apenas para comparação, todo o calor contido na atmosfera pode ser armazenado nos primeiros metros da coluna de água oceânica. Este essencial serviço ecossistêmico, propiciado pelo oceano ao planeta Terra, dificilmente será perdido, a não ser que o mar desapareça.

No entanto, alterações no delicado equilíbrio termodinâmico existente entre o oceano e a atmosfera, com pequenos aquecimentos sistemáticos desta última, podem ser catastróficas para a sociedade global. A manutenção do clima na Terra, e das temperaturas que possibilitaram o desenvolvimento da vida em nosso planeta, dependem desse equilíbrio, que é regulado principalmente pela concentração de gases de efeito estufa, como o gás carbônico, na atmosfera.

O oceano ocupa quase 71% da superfície da Terra e, portanto, participa ativamente do ciclo global do carbono, absorvendo e emitindo diariamente milhões de toneladas de gás carbônico através de seus processos físicos e biológicos. A “bomba biológica” oceânica é a capacidade que o mar tem de absorver gás carbônico da atmosfera para formar biomassa vegetal através da fotossíntese das microalgas (fitoplâncton), transportando ao final essa massa para o fundo marinho, onde ela permanece estocada por centenas de anos. O carbono fitoplanctônico flui pela teia alimentar, distribuindo-se por todos os níveis tróficos marinhos. Nesse processo, existe sempre perda de carbono sob a forma de detritos. Ao contrário de uma floresta, onde tudo que morre cai rapidamente e se acumula em uma fina camada de solo, o mar exporta mais detritos. Bilhões de toneladas de detrito marinho sedimentam-se anualmente no fundo dos oceanos, desfazendo-se através de regeneração microbiana

e liberando o gás carbônico. Este último mantém-se dissolvido sob as altas pressões e as baixas temperaturas das grandes profundidades. Este é um processo contínuo que há milhões de anos mantém um reservatório enorme de carbono dissolvido no fundo dos oceanos.

A “bomba física oceânica” ou “bomba de solubilidade” é uma outra forma de absorção de gás carbônico que ocorre nos ecossistemas oceânicos. Trata-se da capacidade que a água do mar tem, regulada pela sua temperatura, de manter uma certa quantidade de gás carbônico dissolvido. Quanto menor for a temperatura da água, maior será a sua capacidade de reter o gás dissolvido. Nas altas latitudes polares a água da superfície é muito fria, permitindo o armazenamento de grandes quantidades de gás carbônico atmosférico. Como o processo de resfriamento superficial nessas latitudes é praticamente constante, essa água torna-se mais densa e desloca-se verticalmente para níveis mais profundos, em processo contínuo. Por continuidade, as águas que afundam em regiões de altas latitudes têm que se deslocar quase horizontalmente em direção ao equador terrestre, transportando com elas o gás carbônico armazenado para grandes profundidades em todas as bacias oceânicas. Eventualmente, a água fria profunda com alta concentração de gás carbônico pode retornar à superfície em latitudes tropicais, em razão da divergência das correntes superficiais causada pela variabilidade espacial dos ventos que sopram sobre a superfície do mar. Regionalmente, esse processo de ascensão de águas do fundo, frias e ricas em gás carbônico, também denominado ressurgência, pode ocorrer de forma praticamente contínua, como nas costas do Peru e Chile

ou na costa leste da África, por exemplo. Ao atingirem a superfície, essas águas são aquecidas pela radiação solar, diminuindo sua capacidade de armazenar gás carbônico por causa da elevação da temperatura. Nesses locais, o excesso de gás carbônico é devolvido para a atmosfera.

O ciclo do gás carbônico através da “bomba física oceânica” é lento, demorando centenas de anos para se completar, ou seja, para entrar nos oceanos nos mares gelados de altas latitudes e sair de volta para a atmosfera nos mares quentes das regiões tropicais. Evidentemente, quanto mais gás carbônico é introduzido na atmosfera pela queima de combustíveis fósseis, por exemplo, maior será a quantidade desse gás mantido pela “bomba física” no interior do oceano, diminuindo os efeitos dos gases-estufa de elevar a temperatura do nosso planeta. Entretanto, não sabemos ainda quanto o mar suportará desse excesso de gás carbônico na “bomba física”. Evidências recentes sugerem que a capacidade de absorção de gás carbônico atmosférico pelo oceano está chegando ao limite, o que terá como consequência o acúmulo ainda maior desse gás na atmosfera.

O aquecimento global pode derreter as calotas de gelo polares, com evidências já irrefutáveis na Groenlândia e no Alasca. Além da perda de hábitat polar, fundamental para a sobrevivência dos animais marinhos do topo da pirâmide alimentar (ursos, focas e baleias) e para a integridade da teia alimentar dos mares polares, o derretimento das geleiras poderá aumentar a fonte de água doce na superfície dos oceanos. No Atlântico Norte, por exemplo, a superfície do mar poderá se tornar menos salina, dificultando o transporte de águas superficiais tropicais quentes em direção ao norte

pela Corrente do Golfo, que flui pelo lado oeste dessa bacia e que se separa da costa e deflete para leste, atingindo a Europa. Essa advecção de água quente reduz o rigor do inverno em países do norte da Europa e a sua diminuição é uma das explicações para a “Pequena Era do Gelo” que ocorreu entre os séculos XVII e XVIII, quando a intensidade da Corrente do Golfo foi cerca de 10% menor e a temperatura nesses países, aproximadamente 1°C menor.

Cerca de 90% da água que existe na superfície da Terra está congelada em altas latitudes, principalmente no continente Antártico, nas terras ao redor do Oceano Ártico e nas grandes cordilheiras da Ásia e das Américas. A fusão de parte desse gelo pelo aumento da temperatura causado pelo aquecimento global terá como consequência pequeno aumento do nível médio do mar, destino final da água líquida gerada. Uma consequência imediata dessa elevação da superfície do mar seria o alagamento de muitas das regiões costeiras baixas e, também, a intensificação dos processos de ressacas na costa sudeste do Brasil.

CONSERVAÇÃO E PROTEÇÃO DE RECURSOS MARINHOS: REALIDADE OU UTOPIA?

A conservação marinha envolve processos complexos e de implementação lenta. O incremento da mentalidade marinha na nossa sociedade, principalmente a partir dos ensinamentos fundamental e médio, permitirá a gradual mudança de postura dos brasileiros frente à Amazônia Azul, que abriga um bioma único, indivisível e frágil, tanto diante da contaminação ambiental quanto

das mudanças climáticas globais previstas para as próximas décadas.

Ainda há poucas pessoas que compreendem os estragos que, por exemplo, uma rede camaroeira faz na biodiversidade do sedimento submerso, ou aqueles causados pela substituição de manguezais, criadouros do mar, por tanques de camarões exóticos que infectam a biodiversidade local com seus vírus também exóticos, ou ainda uma das fontes de contaminação marinha que são os fármacos (anticoncepcionais, antidepressivos, anti-inflamatórios, por exemplo), os cosméticos e os produtos de higiene pessoal. Ao final, parte dos resíduos gerados pela utilização desses processos e produtos pela população que vive em regiões costeiras acaba penetrando no mar, que, embora tenha um volume enorme e uma capacidade de depuração gigantesca, não pode ser tratado como se infinito fosse.

O capítulo XVII da Agenda 21 recomenda o uso sustentável do mar e de seus recursos por meio de várias ações governamentais e sociais, dentre elas, a criação de Planos Nacionais de Unidades de Conservação Marinha, genericamente chamados de Áreas Marinhas Protegidas (AMPs). São espaços aquáticos, geralmente costeiros, nos quais a estrutura biológica e os processos naturais que os mantêm são protegidos por lei, por meio da restrição de atividades antrópicas potencialmente impactantes, como a pesca sem manejo integrado e ecossistêmico. O ecossistema marinho é evidentemente vulnerável a todo tipo de poluente orgânico persistente, aos metais pesados oriundos das atividades industriais na zona costeira e ao lixo sólido não biodegradável. Somada a isso, a perda de habitats sensíveis causada por obras costeiras mal planejadas compro-

mete ainda mais a diversidade biológica e a diversidade cênica da zona costeira.

Aos poucos a sociedade global vai se conscientizando sobre as questões ambientais, principalmente aquelas associadas às mudanças climáticas que nos afetam mais diretamente com a ameaça do colapso dos estoques pesqueiros comerciais, como a Conferência Mundial para o Desenvolvimento Sustentável em 2002, o Congresso Mundial de Parques em 2003 e, recentemente, a Convenção de Diversidade Biológica, por meio das metas de Aichi (Japão), recomendou a criação de um sistema mundial de AMPs e a proteção integral de no mínimo 20% dos oceanos contra a pesca predatória até o fim de 2020. Atualmente, existem cerca de 1.300 AMPs ao redor do mundo, número que parece elevado, mas que representa na verdade apenas 1% dos oceanos.

No Brasil, existem inúmeras unidades de conservação terrestres ao longo da zona costeira, sobretudo na região Sudeste-Sul. São mais de 30 só nos estados de São Paulo e Paraná. Mas, novamente, no espaço marinho a situação é crítica e segue o mau exemplo global, tendo apenas 0,6% do espaço oceânico protegido. Aqui, as AMPs existentes têm a categoria de parques, reservas e APAs (veja as definições no Sistema Nacional de Unidades de Conservação – Snuc), tais como Fernando de Noronha, Abrolhos, Atol das Rocas, Ilha do Arvoredo, APA dos Corais, etc. Juntas, somam 1,57% de toda a extensão de nosso mar territorial e ZEE.

Vale ressaltar que grande parte do esforço global de conservação marinha está associada ao esgotamento dos recursos pesqueiros. Na verdade, é necessário retirar a questão pesqueira do centro das atenções no palco da conservação marinha. Os oceanos não devem

ser conservados apenas porque os estoques comerciais de peixes estão condenados a se extinguirem nas próximas décadas caso a captura continue nos níveis atuais. É importante lembrar que, por exemplo, os oceanos, através da fotossíntese, produzem pelo menos metade do oxigênio que respiramos. Saber que eles aquecem a atmosfera, regulam a temperatura do ar e que são responsáveis pela manutenção do clima que herdamos, que permitiram a proliferação da vida e o grande desenvolvimento socioeconômico das últimas décadas. Lembrar que os oceanos todos os anos fornecem quase 100 milhões de toneladas de proteína animal para a humanidade. Saber também que os oceanos retardam o aquecimento global, absorvendo quase um terço da emissão anual de gás carbônico, resultante principalmente da queima de combustíveis fósseis. E, no entanto, apesar de todos esses serviços ambientais ofertados gratuitamente, recebem em troca, anualmente, mais de seis bilhões de toneladas de lixo sólido e mais alguns bilhões de litros de água contaminada com um coquetel de poluição venenosa produzida pela atividade humana ao longo das zonas costeiras.

Existem métodos diretos e indiretos para proteger os recursos marinhos do mar territorial e da ZEE brasileiros, explorando-os com responsabilidade socioambiental e perpetuando esse legado para as gerações futuras. Por exemplo: manter o esforço de pesca abaixo da capacidade máxima sustentada, extinguir a pesca predatória e usar tecnologias alternativas de baixo impacto para a produção artificial de recursos vivos podem ser exemplos de métodos diretos. Métodos indiretos podem ser exemplificados com o aumento da educação ambiental e da mentalidade marítima da população brasileira,

particularmente daquela que vive em regiões costeiras, aumento da renda dessas comunidades costeiras, desviando-as da pesca quando necessário, e o controle da poluição terrestre que acaba atingindo o mar.

Uma das alternativas para aumentar a produção de proteína animal marinha e aliviar os estoques pesqueiros em declínio é a maricultura. Entretanto, no Brasil, a maricultura tradicional está se desenvolvendo com um custo ambiental muito elevado, em razão da poluição marinha que ocasiona, e, além disso, muitas vezes apresenta conflitos com o desenvolvimento urbano, o turismo e o transporte na zona costeira. A criação de camarões, ostras e mexilhões começou timidamente em meados de 1980, nas costas de Santa Catarina, e se espalhou por estuários e zonas costeiras abrigadas do litoral brasileiro, aumentando (um pouco) a renda de centenas de famílias de pescadores. Os impactos causados por essa indústria, entretanto, prejudicam suas próprias atividades.

Uma possível solução alternativa e ambientalmente sustentável é produzir em áreas situadas a dezenas de quilômetros das costas. Essa maricultura de moluscos e algas em mar aberto é uma alternativa promissora, com baixo custo ambiental, uma vez que a capacidade de depuração das águas da plataforma aberta é incomparavelmente maior do que aquela das águas de áreas costeiras, em geral confinadas, onde a advecção e a difusão dos poluentes são restritas.

Podemos dizer que o que a pesca retira, o repovoamento devolve e recupera. A aplicação de conhecimentos robustos adquiridos pelas pesquisas oceanográficas e dos processos biológicos de uma determinada região é fundamental para a recuperação de estoques pesqueiros em declínio. O repovo-

amento consiste na produção de juvenis de espécies exploradas comercialmente para serem reintroduzidas na natureza, aumentando o recrutamento e recuperando estoques. É um método eficiente de recuperar estoques naturais degradados, usado em diversos países, especialmente no Japão. O repovoamento de moluscos, crustáceos e peixes de valor comercial é factível regionalmente onde há conhecimento definido dos ecossistemas e dos processos oceanográficos. Esse repovoamento deveria ser incentivado nas regiões estuarinas e de lagoas costeiras de todo o país que ainda mantêm razoáveis condições ambientais.

A manipulação do ambiente com habitats artificiais também é uma tecnologia usada em vários países, e também no Brasil, para a proteção dos recursos marinhos, repovoamento de estoques degradados e conservação da biodiversidade. Estruturas de grande porte feitas de concreto ou navios descomissionados, quando assentados no fundo marinho em locais apropriados, oferecem habitats novos, nos quais se desenvolve uma comunidade biológica semelhante à encontrada nos habitats rochosos adjacentes. Essa nova comunidade pode ser explorada economicamente, diminuindo a pressão do homem sobre as comunidades naturais. A manipulação artificial do habitat torna-o mais favorável como abrigo e concentração de alimento do que o próprio meio adjacente. Habitats artificiais também têm forte aplicação turística, servindo como mitigadores de impactos turísticos nos habitats naturais. Os norte-americanos conseguiram diminuir em 50% o impacto do turismo nos recifes de coral de sua ZEE, atraindo turistas para habitats artificiais, principalmente navios descomissionados e afundados propositada-

mente, mas preparados para isso de acordo com protocolos rigorosos de limpeza e eliminação de riscos ao mergulho esportivo.

Além de atraírem peixes, habitats artificiais colonizam-se rapidamente e podem ajudar a preservar as populações naturais.

BIBLIOGRAFIA

- ABDALLAH, P. R.; SUMAILA, U. "An Historical Account of Brazilian Public Policy on Fisheries Subsidies", in *Marine Policy*, 31(4), 2007, pp. 444-50.
- CEMBRA (Centro de Excelência para o Mar Brasileiro). *O Brasil e o Mar no Século XXI*. 2ª ed. Rio de Janeiro, s. e., 2012.
- CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos). *Mar e Ambientes Costeiros*. Brasília, s. e., 2008.
- DIAS, G. T. M. "Granulados Bioclásticos: Algas Calcárias", in *Revista Brasileira de Geofísica*, 18(3), 2000, pp. 307-19.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). "The State of World Fisheries and Aquaculture", 2012.
- GOMES, C. P. "Caracterização do Regime de Ondas da Costa Brasileira: Base para o Desenvolvimento de um Gerador Elétrico para Extração de Energia de Ondas". Trabalho de graduação. São Paulo, Instituto Oceanográfico da USP, 2014.
- KUMAR, A. B.; DEEPTHI, G. R. "Trawling and By-Catch: Implications on Marine Ecosystem", in *Current Science*, 90(7), 2006, pp. 922-31.
- MARTINS, L. R.; TOLDO Jr., E. E. "Estoque Arenoso da Plataforma Continental: Um Recurso Estratégico", in *Gravel*, 4, 2006, pp. 37-48.
- MPA (Ministério da Pesca e Aquicultura). *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura*. Brasília, 2010.
- SOUZA, K. G. "Recursos Minerais Marinhos Além das Jurisdições Nacionais", in *Revista Brasileira de Geofísica*, 18(3), 2000, pp. 454-5.
- TANAKA, M. D.; SILVA, C. G. "Gas Hydrates on the Amazon Submarine Fan, Foz do Amazonas Basin, Brazil", in *Proceedings of the American Association of Petroleum Geologists Annual Meeting*. Salt Lake, s. e., 2003.
- THRUSH, F.; DAYTON, P. K. "Disturbance to Marine Benthic Habitats by Trawling and Dredging: Implications for Marine Biodiversity", in *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33, 2002, pp. 449-73.
- TOLMASQUIM, T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. "Matriz Energética Brasileira", in *Novos Estudos*, 79, 2007, pp. 47-69.
- VIANA, J. P. "Recursos Pesqueiros do Brasil: Situação dos Estoques, da Gestão e Sugestões para o Futuro", in *IPEA Boletim Regional, Urbano e Ambiental*, 7, 2013, pp. 45-59.