

MAR BRASIL

FREDERICO BRANDINI

FOTOS MARCELO SKAF

PREFÁCIO JULIANA L. GONÇALVES



O objetivo desta publicação é o de ampliar os horizontes dos conhecimentos sobre oceanos entre o público geral, espalhando essa paixão nutrida por oceanógrafos e ambientalistas ao maior número de pessoas possível. Torcendo para que daqui poucos anos estas páginas estejam defasadas frente a um futuro colorido e promissor para os oceanos, em contraste com um passado e um presente em tristonhos tons de cinza.



MAR BRASIL

Associação MarBrasil

Presidente: Ariel Scheffer da Silva

Vice-Presidente: Camila Domit

Primeiro Secretário: Frederico Pereira Brandini

Conselho

Alexander Turra

Allan Paul Krelling

Jack Holmer

Maria Elizabeth Jote

Ubirajara Barbosa Alves

Conselho Fiscal

Luciana Giles da Silva

Vinicius Siarcos Sanchez

Equipe Programa Rebimar

Amanda Albano Alves

André Pereira Cattani

Camilla Beatritse Bezerra Bispo

Dayanne Cristina Gomes

Diego Costa Nogueira

Elair Siuch do Nascimento Mota

Fabiano Willians Satis Taner

Janaina de Araujo Bumbeer

João Paulo de Melo Portes

Juliano José Dobis Carneiro

Lilyane de Oliveira Santos

Marcelo Soeth

Marc Boada I Saña

Marcos Vinicius Araujo Neves

Mauricio de Castro Robert

Nathalie Martins Alves Cordeiro

Pedro Amadeus Weiser

Robin Hilbert Loose



MAR BRASIL

FREDERICO BRANDINI

FOTOS MARCELO SKAF

PREFÁCIO E COMENTÁRIOS JULIANA L. GONÇALVES

Dedico as crônicas deste livro ao jornalista

Marcos Sá Corrêa.

Meu caminho da divulgação científica tomou um novo rumo quando eu o conheci em uma viagem ao Pantanal e recebi seu convite para escrever sobre o mar no portal que editava na época, *O Eco*.

Marcos Sá Corrêa entendia pouco sobre o ecossistema marinho. Mas sua curiosidade ia muito além da praia e abaixo da superfície. Ele ouvia atentamente minhas narrativas sobre o valor intrínseco do mar para a socioeconomia brasileira. E principalmente o papel dos oceanos nas mudanças climáticas globais. Sua cultura universal e seu repertório ambiental bastavam para que, com algumas informações básicas, ele fosse capaz de traçar analogias e paralelos conceituais com o sistema terrestre. Em raras ocasiões, tive o prazer de ouvir seus casos bem-humorados e seus comentários inteligentes sobre meio ambiente e sociedade.

Deixo aqui o meu obrigado a esse grande profissional, porque sem ele estas crônicas jamais teriam sido escritas.

FREDERICO BRANDINI



REALIZAÇÃO



APOIO



PATROCÍNIO



Ficha técnica

ASSOCIAÇÃO MARBRASIL 2016
Presidente ARIEL SCHEFFER DA SILVA
Direção Executiva JULIANO JOSÉ DOBIS CARNEIRO
Coordenação Programa Rebimar LILYANE DE OLIVEIRA SANTOS
Editora AUANA 2016
Publisher ANA AUGUSTA ROCHA
Textos FREDERICO BRANDINI e JULIANA LOURENÇO GONÇALVES
Imagens MARCELO SKAF
Design gráfico e arte final CIRO GIRARD
Revisão JONATHAN BUSATO
Produção Gráfica HELOISA VASCONCELLOS
Impressão PANCROM
São Paulo – Brasil

© 2016 by ASSOCIAÇÃO MARBRASIL
Direitos desta edição reservados à ASSOCIAÇÃO MARBRASIL
www.marbrasil.org / e-mail: marbrasil@marbrasil.org

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Brandini, Frederico

Mar Brasil / Frederico Brandini ; fotos Marcelo Skaf. -- São Paulo : Auana Editora, 2016.

"REBIMAR Programa de Recuperação da Biodiversidade Marinha"

1. Água do mar - Poluição 2. Biodiversidade marinha - Conservação - Brasil 3. Brasil, Litoral - Descrição 4. Ecologia costeira 5. Educação ambiental 6. Mar - Brasil - Fotografias 7. Programa REBIMAR I. Skaf, Marcelo. II. Título.

16-04894

CDD-551.46

Índices para catálogo sistemático:

1. Biodiversidade marinha : Conservação :
Brasil 551.46

SUMÁRIO

• APRESENTAÇÃO	Ariel Scheffer da Silva	
• PREFÁCIO	Juliana Lourenço Gonçalves	
• MEU MAR	Frederico Brandini	
• A DIVERSIDADE BIOLÓGICA DO AMBIENTE MARINHO		49
	Lanternas vivas / Amazônia Azul... Uma ova! / Se nadar o bichin pega! Se boiar o bichin come! / Rios de areia / A natureza escondida / Mar Dulce Mar	
• O IMPACTO DO HOMEM SOBRE A BIODIVERSIDADE MARINHA		103
	A história de um mar vazio / O “senhor das pedras” – um gigante ameaçado / E agora, Brigitte? / Artimanhas marinhas / O salmão no banco dos réus / Estupidez no fundo do mar	
• POPULAÇÕES TRADICIONAIS		139
	Pescadores pedem socorro / Velas de Icapuí / SOS lagostas! / A invasão das marambais metaleiras	
• CLIMA E CIRCULAÇÃO OCEÂNICA		157
	Mar e aquecimento global / A salinização costeira / O último dos carnívoros / A Latitude dos Cavalos / O maremoto de Valdívia: uma tragédia esquecida / Passe livre para os rios / Problema antecipado	
• MAR E ENERGIA		203
	Biodiesel, a bola da vez / Energia do mar / Soluções para o aquecimento global	
• POLUIÇÃO MARINHA		219
	De olho no óleo / A poluição da beleza e da cura / Adriana e as tartarugas – heroínas anônimas / <i>Nibs</i> – o campeão do microlixo marinho / Diluição não é solução / Os novos capitães da areia / Os ecos do mar / Biopoluição irreversível / Áreas marinhas desprotegidas	
• CONSERVAÇÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL		271
	Abrindo os olhos para o mar / O mar dos maias / Mar <i>in vitro</i> / Oceanografia em uma sala de aula norte-americana: do giz ao <i>PowerPoint</i>	
• BIODIVERSIDADE MARINHA, PESCA E SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NA COSTA BRASILEIRA – O EXEMPLO DO PROGRAMA REBIMAR		317
• AGRADECIMENTOS E REFERÊNCIAS		333

APRESENTAÇÃO

Biodiversidade é um conceito que ultimamente tem sido muito falado, mas, infelizmente, pouco compreendido pela sociedade brasileira. Quando se trata de biodiversidade marinha, de sua importância para nossa cultura e economia e de seu valor intrínseco, a compreensão é ainda menor. Consequentemente, os impactos negativos sobre os ecossistemas continuam, e a possibilidade de extinção de espécies aumenta.

A Associação MarBrasil, em seu Programa de Recuperação da Biodiversidade Marinha – REBIMAR, patrocinado pela Petrobras por meio do Programa Petrobras Socioambiental, vem trabalhando intensivamente em prol da conservação marinha no Brasil. Os esforços vão das pesquisas científicas e desenvolvimento de tecnologias inovadoras de conservação marinha à educação e comunicação. Estes dois últimos de grande importância para sensibilizar e engajar a sociedade brasileira na causa da conservação de nosso patrimônio natural.

E é daí que vem a história deste livro. O conhecimento científico, a vivência e a visão sistêmica de Fred Brandini, somados ao seu espírito empreendedor-conservacionista, propiciam tratar do tema biodiversidade marinha com profundidade, sensibilidade e encantamento, itens essenciais para atingir nosso público.

Em suas crônicas “descoladas”, agradáveis e de fácil leitura, Fred ilustra as riquezas de nosso mar, expõe os usos e abusos dos recursos e ecossistemas marinhos e costeiros no Brasil e traz ideias sustentáveis, algumas das quais já vêm sendo implementadas no REBIMAR.

Esperamos que você, leitor, inspire-se nas histórias do autor e nas imagens do fotógrafo e oceanógrafo Marcelo Skaf para ajudar a conservar nossa biodiversidade marinha. Boa leitura!

ARIEL SCHEFFER DA SILVA

PRESIDENTE DA ASSOCIAÇÃO MARBRASIL

HISTORICAMENTE, O IMPACTO
AMBIENTAL NA ZONA COSTEIRA
COMEÇOU COM A INVASÃO DE
ESPÉCIES EXÓTICAS AGARRADAS
NO CASCO DAS CARAVELAS.

ASSIM QUE SENTIAM O
DECRÉSCIMO DA SALINIDADE
NA COSTA BRASILEIRA,
LANÇAVAM SUAS LARVAS
INVASORAS, CONTAMINANDO
A TEIA ALIMENTAR LOCAL.

HOJE FAZEM PARTE DA
PAISAGEM SUBMARINA
DE NOSSO LITORAL.







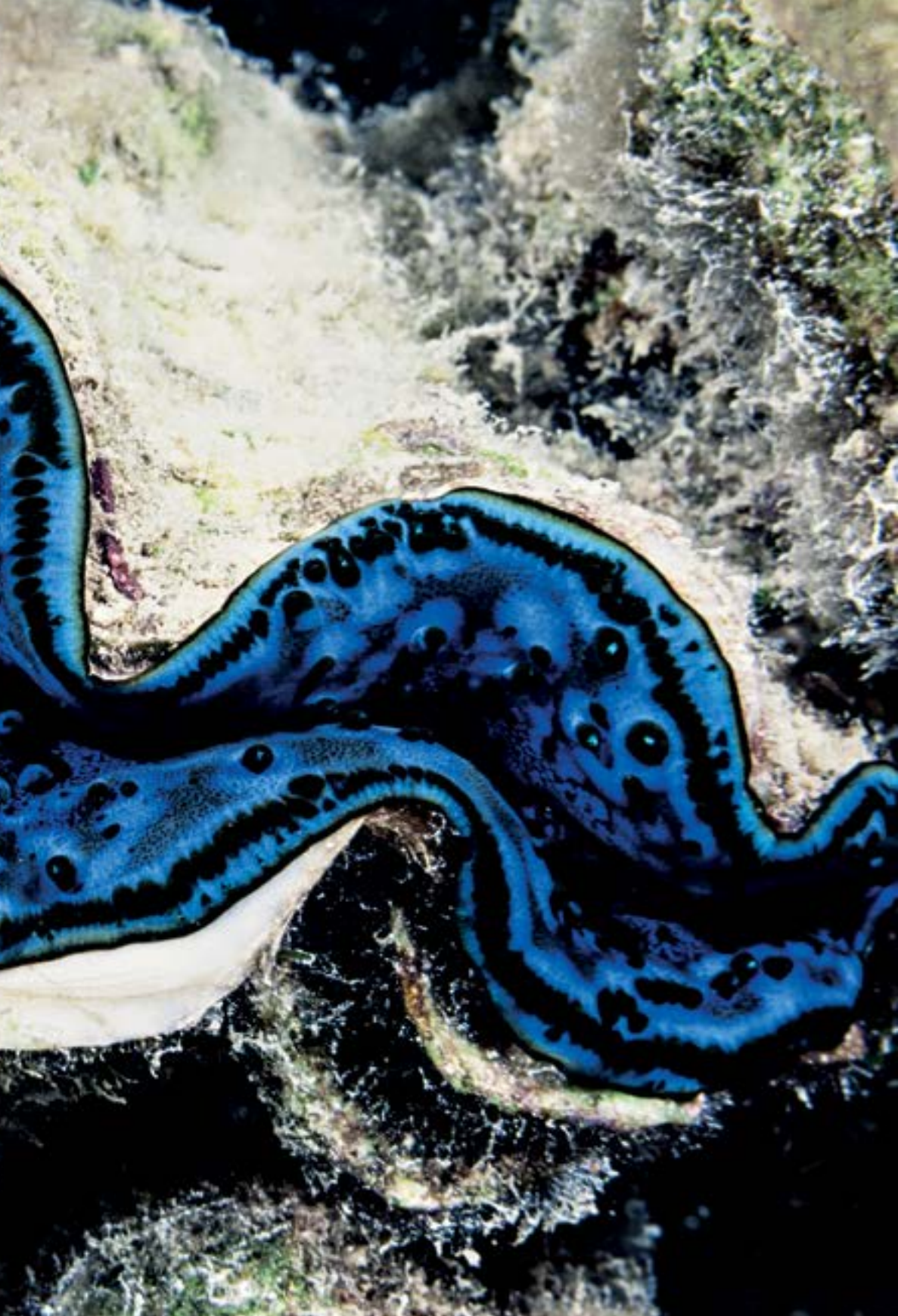






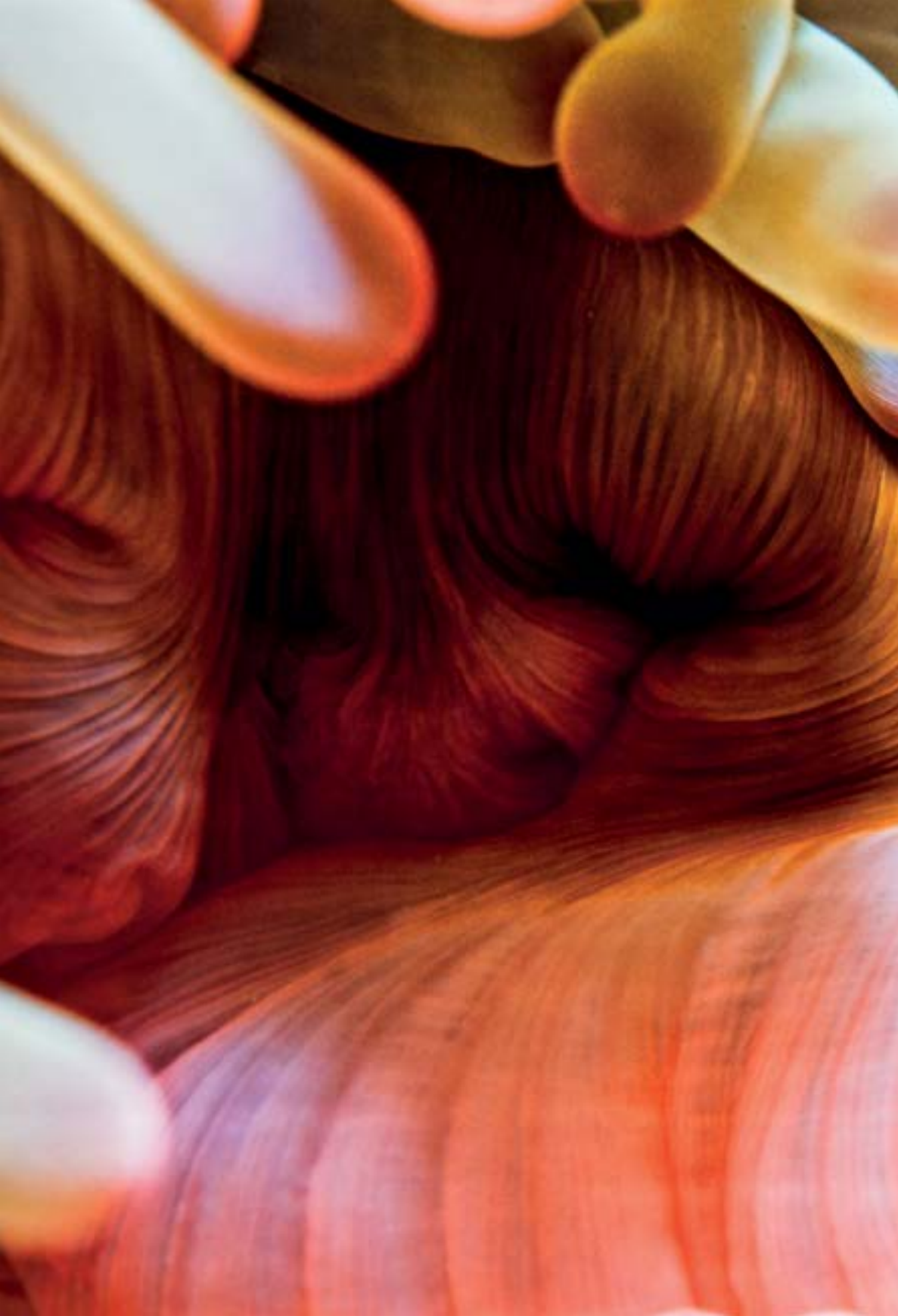








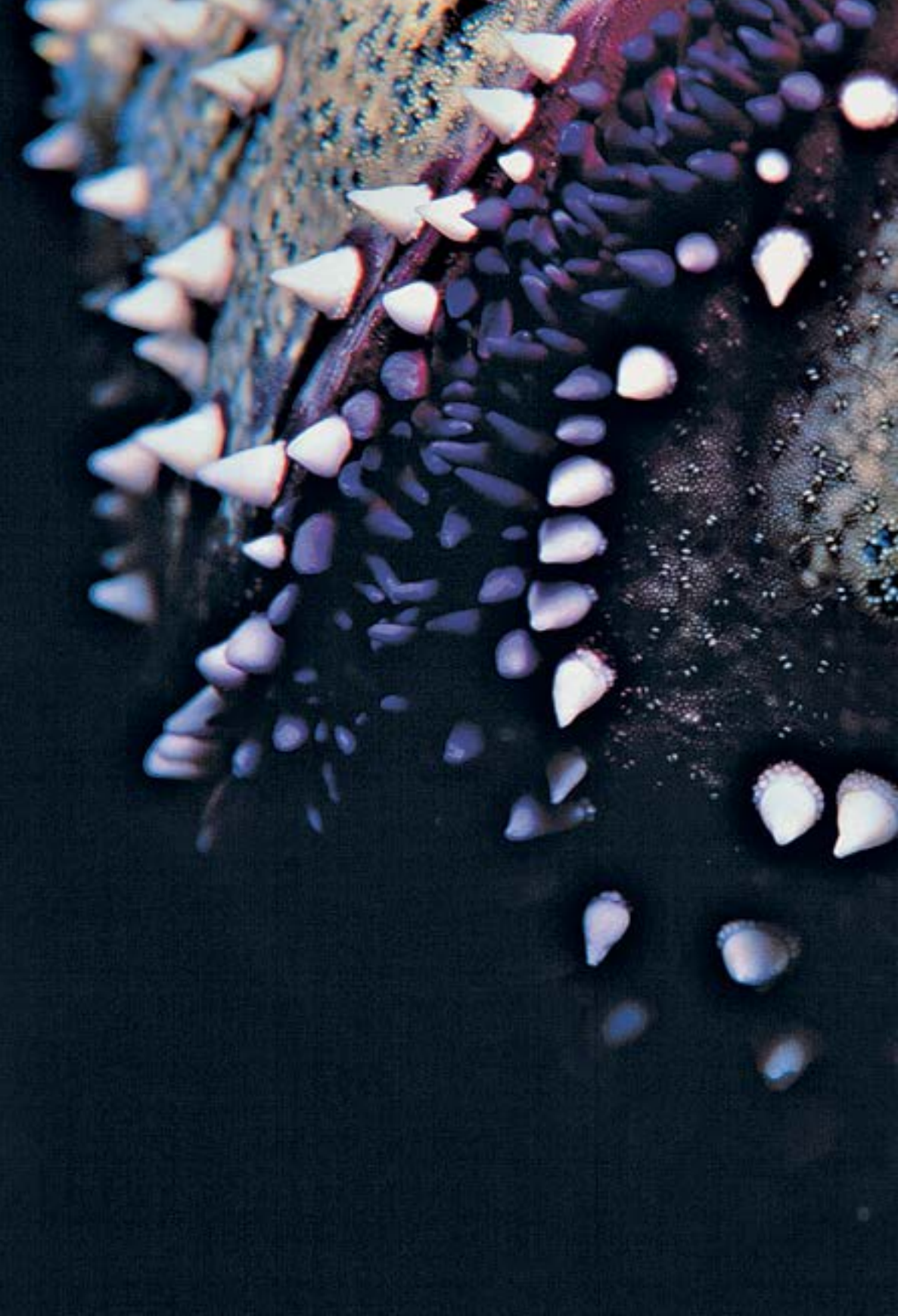












PREFÁCIO

Frederico Brandini nos inspira a querer mergulhar nas profundezas dos oceanos embebidos pelo tom de paixão com o qual versa sobre eles. Pude desfrutar de suas aulas quando fui sua aluna no curso de graduação em Oceanografia pela Universidade de São Paulo, e agora é com muita alegria que prefacio este livro, conduzindo-os por um pequeno passeio introdutório sobre os conteúdos que irão encontrar folheando estas páginas. De uma maneira instigante e inevitavelmente descontraída Fred destila informações sobre processos oceanográficos, em um tom simples e didático para facilitar a compreensão de temas às vezes não tão familiares a todos os leitores. Interliga pontos, solidifica pontes, tece redes e vai cerzindo uma teia de investigação e saberes sobre aquilo que tanto nos fascina e intriga desde os primórdios: o oceano.

Durante uma década, Fred Brandini contribuiu com colunas sobre temas relacionados aos oceanos no portal de notícias de meio ambiente

O *Eco*. Após conversas informais regadas a cafezinhos e movidas a pizza de brócolis, pensamos no quão valiosas eram essas colunas perdidas na avassaladora quantidade de terabytes da rede, chegando à conclusão de que elas deviam crescer e povoar, com tinta, belas páginas de papel. Assim, poderíamos potencializar o alcance de novos leitores, ampliando o protagonismo dos oceanos no imaginário coletivo. Este livro pretende ser uma ferramenta que auxilie tanto na inspiração de estudantes da área como na das pessoas em geral que se sintam seduzidas pelo tema. Concebido pelo resgate de todas as colunas já escritas no portal, *Mar Brasil* foi nutrido por uma revisão rigorosa de conteúdos – a fim de atualizar, contextualizar e refletir sobre mudanças na cena ambiental atual ou no pensar e sentir do próprio Fred de lá para cá. Os textos receberam uma carinhosa revisão conjunta nossa e agora figuram nestas páginas, almejando atingir novos olhares e fomentando mais críticas, instigando presentes e futuros oceanógrafos e entusiastas dos oceanos.

Não posso deixar de lembrar a importância que estas colunas tiveram na minha formação de oceanógrafa, e com certeza na de muitos outros colegas. Encontrei nos textos e aulas do Fred sólidas provocações que reafirmam a necessidade de pensar de maneira transversal e crítica. De refletir sobre a função de cada um como indivíduo, sobre nosso compromisso ambiental e social a partir do exercício de uma profissão e sobre nossa responsabilidade, como cidadãos, para com o presente e com o futuro.

As colunas foram distribuídas em capítulos de acordo com seus conteúdos, em detrimento de uma ordem cronológica. Desta maneira, o primeiro capítulo leva o nome de *A diversidade biológica do ambiente marinho*, abordando aspectos mais gerais e diver-

dos oceanos, responsáveis pela cobertura de praticamente 70% da superfície terrestre e essenciais na manutenção da vida e no equilíbrio do planeta como um todo.

O capítulo dois, *O impacto do homem sobre a biodiversidade marinha*, trás à tona a problemática e estado atual da aquicultura, que, desde o desenvolvimento das primeiras ferramentas de pesca durante o Neolítico, sempre esteve presente na vida do homem, uma vez que o peixe sempre foi e continua sendo uma excelente fonte de nutrição, contribuindo para a segurança alimentar em numerosas regiões.

Já o terceiro capítulo versa sobre as *Populações tradicionais*, definidas como populações que mantêm um modelo de ocupação do espaço e uso dos recursos naturais voltado principalmente para a sua subsistência e de base sustentável. Na zona costeira, a maior parte das populações tradicionais encontradas são de pescadores (chamados caiçaras nos estados de São Paulo e do Paraná), indígenas e quilombolas, sendo comuns também populações oriundas da mistura de indígenas e quilombolas com descendentes de europeus, muitas delas fragilizadas socioeconomicamente e marginalizadas, sobretudo em função da especulação imobiliária na costa, do empobrecimento dos recursos pesqueiros, da competição com a pesca industrial e da ausência de políticas públicas que as levem em conta.

Clima e circulação oceânica são os temas do capítulo seguinte, que conta com explicações sobre os mecanismos climáticos globais e as respectivas ameaças a esse equilíbrio. Temperatura e salinidade das águas influenciam profundamente na circulação das massas de água ao redor do

globo, distribuindo calor e garantindo o atual clima que conhecemos. Essa circulação oceânica global também é resultado de um complexo modelo de forças dos ventos, que domina a circulação dos oceanos superiores, sendo parte intrincada do regime climático planetário.

A crise energética do século XXI encontra na zona costeira um leque de alternativas para a redução da sua dependência de matrizes não renováveis, e esse é o assunto do quinto capítulo, *Mar e energia*. Em um contexto em que as energias fósseis estão cada vez mais caras, as oportunidades de se obter energia por meio dos ventos costeiros ou *offshore*, ondas, gradientes de salinidade e temperatura, entre outros, se mostram cada vez mais reais e possíveis. Esse capítulo aborda algumas formas de geração de energia em fase de teste e/ou implantação, bem como as vantagens ou dificuldades associadas à geração e popularização das tecnologias mencionadas.

O capítulo seis, *Poluição marinha*, discute aspectos sobre a candidata a maior vilã dos oceanos na atualidade. Na crendice de que o poder de diluição do oceano é infinito, vale lançar tudo. O mar virou o destino final de todas as coisas inservíveis que o ser humano produz. Elementos poluentes podem chegar de diversas maneiras, bem como assumir distintas formas, desde minúsculas moléculas a restos da construção civil e navios contaminados naufragados. Mas a pior poluição é aquela que não podemos ver, imperceptível e nada empática. Poluição crônica e latente que, de maneira invisível, intoxica e mata os oceanos pouco a pouco. São um exército de componentes das indústrias médicas, farmacêuticas, estéticas e tantas outras, assunto que recebe especial atenção em um dos textos do capítulo.

Inúmeras são as estratégias adotadas para conservar a sociobio-

diversidade da zona costeira. Em se tratando de oceanos, o fato de serem ambientes altamente dinâmicos e interconectados requer ações tomadas em conjunto nas mais variadas esferas públicas, com participação ativa da sociedade civil e cobrança em relação às atividades das empresas. Sabemos ser impossível traçar qualquer estratégia de conservação eficaz sem a participação da espécie com maior sucesso de adaptação no planeta Terra: a nossa. Desta maneira, falar de educação ambiental é falar de conservação, almejando o dia em que enxergaremos a riqueza da nossa zona costeira como muito mais que sol e praia. Este é o assunto do sétimo capítulo, *Conservação e educação ambiental*.

Curiosamente, muito do que foi escrito há mais de dez ou quinze anos continua atual. Torcemos para que, daqui poucos anos, estejamos com nosso conteúdo desatualizado frente a um futuro mais colorido e promissor para os oceanos, em contraste com um passado e um presente em tristonhos tons de cinza.

JULIANA LOURENÇO GONÇALVES

OCEANÓGRAFA

MEU MAR

Era início de dezembro, verão de 1962, Ubatuba, litoral norte de São Paulo. Meu pai me acordou às sete horas da manhã insistindo para que eu fosse até a praia em frente de casa. Queria me dar um presente. Nós tínhamos chegado tarde na noite anterior, e, após descarregar todas as tralhas e provisões para três meses, eu estava morto de sono. Mas a palavra “presente” era tudo o que uma criança de oito anos precisava para vencer a preguiça. Quando as minhas pupilas se contraíram para acomodar o excesso de luz solar, vi uma canoa de madeira que meu pai havia encomendado um mês antes do início das férias ao Fabiano, um velho amigo pescador e antigo proprietário do terreno.

A canoa tinha uns três metros de comprimento, e havia sido feita com um único tronco de uma árvore que, se já não está extinta, deve estar ameaçada como várias outras espécies vegetais e animais da Mata Atlânti-

ca. Desde pequeno sempre tive uma certa afinidade com água e atividades náuticas, e não foi difícil sair remando naquela “piroga” escura e cheirando a óleo queimado (“pra conservar a madeira!”, dizia o Fabiano). Ela também despertou minha vocação para a pesquisa marinha. Durante aquelas férias, costumava sair bem cedo, atravessando a arrebentação ainda fraca das manhãs de verão, e remar por uns 800 metros até o costão rochoso que separava a Enseada do Perequê Mirim. A excursão normalmente demorava até baixar a fome ao meio-dia ou até mais tarde, quando levava algumas bananas, bolacha de água-e-sal e água. Meus equipamentos eram máscara, “snorkel”, “pé-de-pato” e fisga de três pontas. Prendia a respiração e mergulhava por entre as pedras. Me sentia como Mike Nelson, do seriado *Viagem Submarina*.

Mas o fundo marinho não era P&B. Ao contrário, a diversidade de cores, formas e tamanhos dos animais e das algas, entre a superfície e os cinco metros, que era o máximo que meu fôlego permitia, eram surpreendentes e intrigantes para um menino de oito anos. Eram esponjas, anêmonas, estrelas, caracóis e ouriços. Quando dava tempo, pegava os animais na mão por alguns segundos e soltava ou levava para a canoa. Quando subia pra abastecer o pulmão, via cardumes de peixe-agulha e águas-vivas transparentes. Às vezes surgia alguma coisa que me dava “cagaço” até ser identificada, principalmente nos dias em que a água estava mais turva após as chuvas. Normalmente era um peixe um pouco maior, uma tartaruga ou um pedaço de *Sargassum*, a alga marinha mais comum da região. Até os oito anos não me lembro de nada que me fizesse sentir tão livre e tão dono do mundo. Aquele era meu universo aquático. No final de inúmeras férias consecutivas, eu conhecia cada canto, cada pedra e cada buraco daqueles 300 metros de costa.

A experiência em Ubatuba foi forte e influenciou meu rumo profissional. Naquela época não se falava em proteção ambiental de qualquer parte do território nacional, muito menos do mar, cuja extensão e recursos eram considerados “inesgotáveis”. Formei-me biólogo e hoje sou oceanógrafo; obviamente, minha experiência com pesquisa marinha ultrapassou há muito meu universo infantil. A costa brasileira tem aproximadamente 8500 km de extensão, ao longo dos quais coexistem praticamente todos os ecossistemas marinhos. São praias arenosas, costões rochosos, lagoas costeiras, manguezais, recifes de algas calcárias e corais, estuários de pequeno e grande porte, ilhas oceânicas e o único atol do Atlântico Sul, o Atol das Rocas. A diversidade de paisagens e de comunidades biológicas é uma das maiores do mundo e suporta grande parte da socioeconomia costeira. Cerca de 70% da população brasileira vive perto do mar, e, direta ou indiretamente, utiliza seus recursos de diversas formas. Quem passa férias no litoral sabe disso. A pesca artesanal, esportiva e industrial, o turismo e os recursos minerais, incluindo petróleo, transporte naval, obras oceânicas e construções ao longo da orla marítima, representam uma fração significativa do PIB nacional.

Portanto, se o Brasil não tivesse mar, nossa vida seria completamente diferente. E eu digo que seria pior. Desde os tempos de universitário, venho acompanhando de perto o impacto negativo que o desenvolvimento socioeconômico dos últimos 30 anos provocou, e ainda provoca, em nosso mar. A total falta de reconhecimento por parte de quase todas as esferas da administração pública, dos políticos, empresários e educadores sobre a importância do mar para a sociedade brasileira ameaça a integridade física e biológica dos ecossistemas marinhos.

Historicamente, o impacto ambiental na zona costeira começou com a invasão de espécies exóticas agarradas no casco das caravelas. Assim

que sentiam o decréscimo da salinidade na costa brasileira, lançavam suas larvas invasoras, contaminando a teia alimentar local. Hoje fazem parte da paisagem submarina de nosso litoral.

Seguiu-se o início do desmatamento da Mata Atlântica no período colonial e, mais recentemente, das margens dos rios que deságuam no mar. Com a expansão urbana e industrial, veio a poluição. As baías de Todos os Santos (BA), Guanabara (RJ) e de Santos (SP), ainda parcialmente margeadas por manguezais moribundos e fedorentos, são as mais comprometidas do ponto de vista ambiental pela quantidade de contaminantes orgânicos e inorgânicos lançados anualmente, principalmente metais pesados, que se acumulam no sedimento e na teia alimentar. A vulnerabilidade desses ambientes está associada à circulação. Em baías, a água circula muito menos se comparada ao mar aberto, e os contaminantes se acumulam em níveis intoleráveis para a saúde do ecossistema marinho. Só sobrevivem os mais resistentes, denominados “oportunistas” pelos biólogos, que dominam as comunidades do fundo, diminuindo a diversidade de espécies. As baías de Paranaguá (PR), Babitonga (SC), Baía Norte em Florianópolis e Lagoa dos Patos também começam a ser ameaçadas pela expansão urbana e portuária dos últimos anos.

Manguezais são fundamentais para a sobrevivência de inúmeras espécies de peixes e crustáceos na zona costeira. São a principal fonte de recursos e meio de vida de inúmeras famílias de pescadores artesanais. Os manguezais foram sempre ameaçados pela expansão urbana na zona costeira, e agora, apesar de protegidos por lei federal, estão sendo devastados no Nordeste pela maricultura do camarão do Pacífico, uma espécie exótica que já foi encontrada nos arrastos de pesca. Não adianta alertar os maricultores, na maioria industriais, sobre o que aconteceu no Equador, que cometeu o erro de devastar seus manguezais para substituí-los por fazendas de camarão.

Como nas monoculturas, o desequilíbrio ambiental trouxe doenças que devastaram grande parte da produção, além de prejudicar a pesca artesanal.

Os estuários concentram a drenagem continental no mar. Todos os erros cometidos contra os habitats terrestres e aquáticos ao longo de todas (sem exceção) as principais bacias hidrográficas brasileiras são automaticamente transferidos para o mar. Pesticidas e herbicidas, detergentes e esgoto domésticos são levados para o mar. O excesso de sedimento na água dos rios devido à erosão provocada pelo desmatamento das margens sufoca os recifes de corais e assoreia substratos outrora ricos em diversidade biológica. Na década de 1970, o Programa Proálcool acelerou ainda mais o desmatamento e o aumento da carga de sedimentos na costa, substituindo a Mata Atlântica por monoculturas de cana-de-açúcar.

A perda de biodiversidade, consequência de todos esses impactos antropogênicos, somada à pesca desordenada, excessiva e predatória, esgota cada vez mais os recursos vivos marinhos. Principalmente o arrasto de camarão, que revolve totalmente o sedimento, destruindo tudo no caminho para capturar esse maldito crustáceo, cujo valor comercial causa a devastação de toda biodiversidade do fundo. A rede não seleciona e captura tudo pela frente, deixando um rastro de desordem e devastação biológica relativamente catastrófica do ponto de vista ambiental.

O chamado *by-catch*, também conhecido como “descarte da pesca”, são adultos e juvenis de invertebrados e peixes de fundo importantes para a pesca artesanal. Na região Sul do Brasil o descarte varia entre 50 e 70% da biomassa total capturada pela rede. Ou seja, para pegar uns poucos camarões destrói-se o resto do fundo do mar, inclusive a integridade física e biológica necessária para o camarão. O arrasto de fundo é a maneira mais estúpida de exploração dos recursos marinhos, e deveria ser banido da pla-

taforma continental do país. Quem vai pagar a conta da destruição que vem sendo provocada pelo arrasto nos últimos 30 anos é a população diretamente envolvida com a socioeconomia costeira.

E o problema vai ainda mais longe. No mar, assim como no ar, não existem barreiras físicas suficientemente fortes para evitar a dispersão de contaminantes em qualquer escala espacial e temporal. Ainda que lentamente, o mar circula em escala global. A circulação de superfície, representada pelas correntes marinhas, é provocada pelos ventos. A circulação profunda, mais lenta e geograficamente mais abrangente, é provocada por diferenças de densidade entre as massas de água que ocupam as principais bacias oceânicas. Entre os cientistas oceanógrafos é conhecida como “circulação termohalina”; nos polos a água é gelada e mais salgada, portanto mais densa, ou seja, mais pesada. A massa de água polar afunda e escorrega pelo assoalho marinho do Continente Antártico em direção ao norte, ressurgindo no lado direito dos oceanos, nas latitudes tropicais do Peru e da Namíbia no hemisfério Sul, e dos Estados Unidos no hemisfério Norte.

Portanto, nossa responsabilidade com a vida marinha e com a saúde dos oceanos não termina na porta de casa, ou melhor, no nosso quintal, já que o Brasil dá as costas para o mar. A poluição se estende além das fronteiras nacionais, podendo prejudicar a economia e a saúde de comunidades costeiras dos países vizinhos. Talvez o melhor exemplo seja o DDT. Esse pesticida sintético amplamente usado na agricultura americana e no controle do mosquito da malária nas décadas de 1950 e 1960 contaminou a teia alimentar, os hambúrgueres, a população americana, e até os peixes na *Antártida*. Seu uso foi proibido nos EUA em 1970. A gravidade do acidente de Chernobyl em abril de 1986 foi exaustivamente comentada no noticiário internacional. Os “Chernobyls” do mar talvez sejam piores. Não os catastróficos, como os re-

centes derrames acidentais de óleo, mas o processo acumulativo da contaminação crônica de toda a zona costeira. Essa é a pior forma de contaminação, porque deforma aos poucos o ecossistema costeiro sem que ninguém perceba. Acontece com frequência em todas as plataformas continentais, principalmente nas dos países mais industrializados. Tudo bem, temos que conviver com o progresso. Mas também não podemos continuar a tapar o sol com a peneira. Com exceção dos oceanógrafos, seus equipamentos e sensores físicos e químicos, somos totalmente cegos no mar, e não percebemos a gravidade da contaminação dos ambientes marinhos a nível local, regional e global. A quantidade de porcaria que os estuários brasileiros jogam no mar anualmente é imensurável, e infelizmente passa despercebida durante a maior parte de nossa vida cotidiana. Parece que não nos afeta diretamente (será?).

Estive recentemente em Ubatuba e, por curiosidade ou saudosismo, mergulhei nas mesmas pedras da minha infância, quase 40 anos depois. Não me lembrava mais dos detalhes, dos cantos, das pedras, dos buracos e das trilhas de areia por entre as pedras. Sei que eles ainda estão lá. Mas as cores e as formas de vida daqueles 300 metros de costeira já não são as mesmas. Aquele universo aquático em Ubatuba de outrora agora só existe na memória dos meus oito anos.

Evidências indicam que a primeira forma de vida surgiu nos oceanos nas proximidades de uma fonte hidrotermal, cerca de 3,5 bilhões de anos atrás. Essas evidências surgem na forma de estromatólitos, estruturas rochosas produzidas por micróbios (em sua maioria cianobactérias fotossintetizantes) por meio do acúmulo de lama em biofilmes, encontrados no sul da África e Austrália, juntamente com microfósseis. Os organismos vivos marinhos englobam desde as mais minúsculas microalgas e protozoários presentes no plâncton até os maiores animais vivos conhecidos, como as baleias. Suas estratégias de vida, desenvolvidas para que se adaptem à miríade de ecossistemas encontrados no ambiente marinho, criam uma série de criaturas únicas, curiosas e misteriosas. Entretanto, as dificuldades envolvidas nos estudos oceanográficos fazem com que muita dessa riqueza ainda permaneça sob o manto do desconhecimento. J.L.G.

A DIVERSIDADE BIOLÓGICA DO AMBIENTE MARINHO

LANTERNAS VIVAS

Acho que James Cameron um dia quis ser oceanógrafo. Após dirigir e afundar o Titanic no oceano Atlântico Norte, o diretor e produtor de *Avatar* mais uma vez buscou no ambiente marinho a inspiração para criar os personagens e cenários de seus filmes. Além das árvores titânicas, fazem parte do seu ecossistema incrivelmente criativo da floresta de Pandora megacriaturas meio vegetais meio animais que se contraem ao serem tocadas, igualzinho a um poliqueta marinho. Plagiou cuspida e escarradamente (no bom sentido, é claro) a contração pulsativa das medusas marinhas locomovendo-se em suspensão na água, com aquelas medusinhas incandescentes, as tais sementes da Árvore da Vida.

Mas o genial diretor inspirou-se no mar principalmente porque usou e abusou de uma propriedade biológica quase exclusivamente marinha

na decoração de seus cenários épicos e biotecnológicos: a bioluminescência. Bioiluminou com fileiras de pontinhos luminosos a pele azul dos Na'Vi, seus personagens nativos habitantes das florestas de Pandora, meio humanos meio panteras, com três metros de altura e um belo rabo felino. O padrão de distribuição das luzinhas no rosto e nas costas dos Na'Vi lembra muito as fileiras de fotóforos sobre a pele de peixes marinhos de zonas profundas mesopelágicas (2000-1000 metros), como os do gênero *Porichthys*, os mictofídeos e o peixe pescador. Além do mais, o rabo dos Na'Vi tem a ponta ramificada em tentáculos encapsulados por uma estrutura fálca de cor avermelhada, certamente inspirados nos pogonóforos gigantes, um grupo de vermes abissais sem boca nem trato digestivo que domina a paisagem das fontes hidrotermais, onde se alimentam pela simbiose com bactérias quimiossintetizantes redutoras de sulfetos. Parece mesmo ficção científica.

A natureza me apresentou à bioluminescência logo na infância, enquanto admirava vagalumes anunciando as primeiras noites de verão em Ubatuba. Depois, nadando no mar de noite, muito antes de ter visto o filme *Tubarão*, enquanto chacoalhava a água abaixo da superfície ou arrastava o pé na areia molhada da maré baixa, estimulando mecanicamente a emissão de luz verde-azulada das *Noctiluca scintillans*, um bicho unicelular do grupo dos dinoflagelados e comedor voraz de ovos de peixes. Estes são os verdadeiros responsáveis pelo show de bioluminescência da famosa Baía Fosforescente em Porto Rico, que ilumina os rastros da natação dos golfinhos, encantando os turistas.

Não confunda bioluminescência nem com fluorescência nem com fosforescência. Fluorescência é a emissão de fótons por determinadas moléculas como a clorofila, que se excita ao absorver fótons da luz solar e os retransmite imediatamente para o meio externo quando relaxa voltando ao

estado anterior. Fosforescência é a propriedade de certas substâncias químicas de emitir luz no escuro, como algumas tintas usadas em placas de sinalização, ponteiros de relógio e a tecla do interruptor de luz. Em nenhum desses casos ocorre produção luminosa real.

Na bioluminescência a luz é produzida quimicamente como resultado da oxidação de uma proteína reativa chamada luciferina (adivinha se o nome não vem de Lúifer?), que se transforma em oxiluciferina. Essa oxidação é catalisada pela enzima luciferase. O sistema luciferina-luciferase é quase universal na bioluminescência. Em alguns casos ambos, substrato e enzima, combinam-se com o oxigênio, formando um terceiro composto: uma fotoproteína que nada mais é do que uma “bombinha molecular de luz” pronta pra explodir, cujo pavio é o estímulo de um íon específico, normalmente o cálcio, um dos elementos químicos mais abundantes na água do mar. Esse mecanismo de emissão luminosa pode, portanto, ser controlado pelo sistema nervoso ou hormonal dos animais marinhos para atrair, espantar, seduzir e enganar predadores, presas e parceiros sexuais.

De fato, a principal fonte de luz dos oceanos é a bioluminescência. Faz sentido, uma vez que 99% do espaço oceânico sempre esteve permanentemente no escuro total, desde os primórdios da formação dos mares, e a bioluminescência deve ter representado alguma vantagem para a sobrevivência dos organismos que a produziam. Só a vida em suspensão na água poderia economizar energia suficiente para ser gasta na emissão de luz, coisa que seria inconveniente em pássaros e mamíferos, que precisam economizar energia para voar, correr, manter a temperatura do corpo etc. Ela ocorre em quase todos os filos marinhos, exceto nos vegetais, répteis, aves e mamíferos. É mais frequente no zooplâncton, os animais da comunidade planctônica representados por protozoários e invertebrados com mo-

bilidade restrita, e portanto transportados passivamente pelas correntes.

Curioso como a natureza evoluiu a mesmíssima reação bioquímica em animais marinhos tão diferentes, como lulas, peixes, bactérias e protozoários, sem nenhuma relação taxonômica entre si. Quanto mais no vagalume, que não tem nada a ver com o mar. O mais curioso é não apenas o fato de a bioluminescência ter surgido no mínimo 40 vezes em ramos distantes da árvore cronológica evolutiva – a verdadeira “Árvore da Vida” –, como também serem sempre os mesmos tipos de moléculas envolvidas no processo. Ou seja, o sistema luciferina-luciferase aparece em momentos e ramos distintos da árvore evolutiva da biosfera. As moléculas específicas para cada grande grupo biológico podem ter pequenas diferenças estruturais, mas mantêm sempre a mesma capacidade de emitir luz quando a reação é estimulada mecanicamente ou hormonalmente na presença de oxigênio.

A bioluminescência sofre de “resiliência evolutiva”. Ou seja, se todos os organismos que hoje produzem bioluminescência na terra, no ar ou no mar se extinguissem de uma só vez, e com eles a reação [luciferina + oxigênio (+ luciferase) = oxiluciferina + luz], haveria uma enorme probabilidade de ela surgir de novo em poucos milhões de anos, em bactérias ou em qualquer outro grupo animal. É um processo biológico singular que a natureza insiste em recriar e manter eternamente, envolvendo sempre os mesmos compostos reativos. Isso nos leva a crer que ou a bioluminescência é uma propriedade necessária para a sobrevivência das espécies que a produzem, não se sabe ainda muito bem por quê, ou é apenas um fruto teimoso da Árvore da Vida.

É fácil para a natureza recriar a bioluminescência nas condições ambientais estáveis das profundezas marinhas, um hábitat onde, apesar da altíssima pressão, quase não há variações de temperatura e salinidade, pou-

ca turbulência, nenhuma corrente intensa e, evidentemente, ausência total de luz. Isso é o oposto do que ocorre na “zona eufótica”, como é chamada a camada superficial do mar iluminada pelo sol, onde a fotossíntese das algas produz a matéria orgânica que abastece quase toda a teia alimentar marinha. Além disso, se comparado com rios e lagos, o mar profundo é muito mais transparente, uma condição *sine qua non* para transmitir a luz, e tem muito mais íons essenciais para as reações bioquímicas (como o cálcio). Todas essas propriedades ambientais justificam perfeitamente a origem e a ocorrência diversificada da bioluminescência no mar. Em água doce, ocorre apenas em um gênero de caracol e em larvas de alguns insetos. Em habitats terrestres, além do já famoso vagalume, ocorre em vários gêneros de fungos que colonizam troncos de árvore em decomposição, e raras espécies de besouros, minhocas, centopeias, mosquitos e caramujos.

Obviamente presume-se que na hierarquia evolutiva a capacidade de produzir quimicamente luz tenha surgido primeiro nas bactérias marinhas primitivas, antes até da reação da fotossíntese que produz oxigênio. Antes de surgirem os vegetais, não havia oxigênio livre na atmosfera, que, como na Pandora de Cameron, era basicamente formada por metano e amônia. Só não deu tempo dos Na’Vi evoluírem aqui porque a radiação UV literalmente fritava qualquer organismo vivo que pusesse a cara pra fora do mar, quanto mais aqueles que ousassem evoluir fora d’água. Os raios UV da nossa Gaia primitiva eram tão intensos que penetravam mais fundo na água do mar, provocando mutações genéticas nas bactérias. Daí a hipótese sugerindo que a função do sistema bioluminescente das bactérias primitivas, cuja intensidade luminosa era tão fraca que o olho humano não teria sido capaz de enxergar, fosse reparar, através de uma fotorreação qualquer, as moléculas de DNA danificadas pela mutação, mantendo intacta a estrutura do genoma bacteriano.

Outra hipótese, esta associada à afinidade bioquímica entre a bioluminescência e a respiração. Ambas usam os mesmos aparatos bioquímicos e compostos intracelulares usados na oxidação do alimento ingerido para obter a energia química que todos os seres vivos necessitam para sobreviver. Sem a tal da adenosina trifosfato (a ATP), uma bactéria não se divide, e você nem pisca. Quando algo de errado ocorria em uma determinada etapa do processo respiratório, em vez da produção de energia química para ser usada no metabolismo celular, a mitocôndria produzia energia luminosa, que era imediatamente excretada pra fora da célula.

Finalmente, a explicação para a evolução da bioluminescência nas bactérias marinhas pode ter sido a necessidade de se livrar de radicais livres, moléculas de oxigênio extremamente reativas que, evidentemente, começaram a se concentrar após a produção em massa de oxigênio pela fotossíntese. Também não havia oxigênio na água do mar, onde os processos vitais eram exclusivamente anaeróbicos. Agora imagine um ser anaeróbico deparando-se com uma molécula de oxigênio querendo oxidá-lo, como fazem os radicais livres, gerando células cancerígenas. A bactéria tinha que se defender dessa molécula mortal aprisionando-a em algum composto inerte. Talvez a luciferina tenha evoluído justamente para isso. Um mecanismo primitivo de defesa que antecedeu a respiração aeróbica (?). É óbvio que a evolução da respiração aeróbica foi induzida pela presença do então abundante oxigênio, que, após oxidar todos os metais dissolvidos na água do mar, só se tornaria inerte mais tarde, ao oxidar os alimentos no sistema aeróbico do qual se extrai a energia química para as funções metabólicas. Entretanto, a fotorreação da bioluminescência teria permanecido na era aeróbica porque, mesmo não sendo mais tão necessária para anular o poder oxidante das moléculas de oxigênio, ela não induzia a seleção natural, por não fazer mal algum.

A persistência da bioluminescência na base da Árvore da Vida primitiva criou as oportunidades de evolução no reino animal, desenvolvendo-se em milhares de espécies da metade dos filões taxonômicos que existem hoje na biosfera terrestre. Na verdade, a origem evolutiva da bioluminescência no reino animal é uma incógnita para os evolucionistas. Um dos enigmas da teoria da evolução. Por que essa característica animal pulou de galho em galho na árvore filogenética, em vez de seguir uma linha evolutiva definida? Afinal, a emissão de luz só faz sentido coevoluindo com o olho, que, aliás, é outro caso que Sir Darwin preferiu incluir nas exceções da seleção natural, juntamente com os órgãos elétricos das enguias; o velho Charles nunca conseguiu entender qual vantagem o órgão primitivo precursor do olho, isto é, um “meio olho”, teria na sobrevivência de um animal, evoluindo por seleção natural em um olho completo com toda sua complexidade biológica, física e mecânica.

A bioluminescência surgiu muito mais tarde no reino animal, provavelmente por meio da simbiose com bactérias bioluminescentes, uma associação que ainda persiste em peixes e lulas. Alguns desses animais mantêm uma cultura de fotobactérias (*Vibrio fischeri*) em fotóforos específicos, às vezes próximos ao olho para iluminar o alimento (uma lanterninha), às vezes em glândulas no trato digestivo, já pensando em expelir uma gosma luminosa para enganar o predador. Algumas espécies de lulas usam seus fotóforos para controlar a cor da epiderme; conforme aumenta a intensidade de luz na água ao migrarem verticalmente na direção da superfície, elas compensam iluminando-se para eliminar a sombra de seus corpos, tornando-se invisíveis para os predadores. Mas a simbiose não é o mecanismo dominante de emissão de luz no mar. Na maioria das vezes o sistema luciferina-luciferase é encontrado nos fotóforos do animal bioluminescente sem qualquer rela-

ção simbiótica com bactérias. Em alguns casos, como nos peixes do gênero *Porichthys*, os elementos químicos essenciais da bioluminescência podem ser obtidos através da dieta de organismos planctônicos bioluminescentes.

Sempre se especulou que a vantagem para o predador luminoso é atrair presas. Como no caso do peixe pescador, bem ilustrado ameaçando Nemo e Dory no filme da Pixar. Ou a presa luminosa enganar o predador, como fazem algumas lulas e poliquetas, que “vomitam luz” ao comprimir uma determinada glândula para ejetar uma gosma bioluminescente, confundindo o inimigo enquanto escapam pela porta dos fundos. Como o copépodo marinho (*Metridia lucens*), que descarrega algo semelhante que continua brilhando por cerca de 20 segundos, tempo suficiente para fugir enquanto o predador se distrai com o showzinho pirotécnico. Também se presume que a bioluminescência em peixes e crustáceos sirva para a comunicação. Sobre tudo para reprodução, que aliás é basicamente o que interessa no encontro de animais do sexo oposto. Exceto nos pinguins imperadores, alguns periquitos, algumas poucas aves e mamíferos que não me lembro e, obviamente, nos humanos (pelo menos na maioria), os quais, mais do que fazer sexo para procriar, acasalam-se para cuidar do pequenino resultado. Pela lei da selva, na maioria dos encontros entre macho e fêmea, se não for para reproduzir e perpetuar a espécie, o pau come de novo em sentido figurado, mas pela disputa de alimento.

O homem também adotou essa propriedade de produzir sua própria luz. Antes do “Antropoceno” (ou surgimento do ser humano), nosso planeta tinha apenas dois hemisférios geográficos (Norte e Sul), e só havia duas fontes naturais de luz: a das estrelas, incluindo evidentemente o Sol, e a da biosfera bioluminescente que dominava as profundezas do mar. Entretanto, mais de um século após a invenção da lâmpada, o planeta passou a ter

outros dois tipos de hemisfério: um iluminado com luz solar natural e outro com luz artificial. Ao contrário dos hemisférios geográficos, que são estáticos, esses novos hemisférios se alternam constantemente pelo movimento de rotação da Terra, e neles viajamos sem parar a mais de 1.600 km/h. De dia estamos em um, de noite no outro. A emissão da “bioluminescência humana” com luz elétrica a partir da superfície terrestre é cada vez maior, e ainda não sabemos ao certo o impacto ambiental direto que isso pode estar causando, além dos muitos impactos indiretos associados à geração e distribuição de energia, como a construção de redes de transmissão, represamento de rios e alagamentos para barragens de hidrelétricas, além da queima de óleo de pior qualidade nas termelétricas. Assim como a poluição química, sólida, visual e sonora, o aumento da poluição luminosa acompanha de perto o crescimento urbano e industrial.

A iluminação de ambos os hemisférios por 24 horas faz parte do nosso cotidiano, mas não para os outros animais. Os bichos evoluíram durante milhões de anos sob a luz do luar e das estrelas. E em pouco mais de apenas um século se viram rodeados de luzes artificiais vindas de todas as direções, com cores e intensidades variáveis. Elas interferem principalmente no ciclo de vida de tartarugas e aves migratórias. As tartaruguinhas, quando quebram a casca do ovo, são atraídas pela iluminação (fototropismo positivo), e não sabem se seguem aquele reflexo das estrelas no mar ou aquele poste, aquela lua ou aquele holofote da quadra de tênis, ficando perdidas e expostas à ação dos predadores. As aves migratórias necessitam da luz das estrelas para a navegação. O excesso de iluminação noturna provoca dois graves danos: de um lado, as aves esbarram em fontes luminosas fortes, como faróis e antenas; de outro, outras áreas fortemente iluminadas acabam afetando suas rotas. Talvez sintam que estão voando de cabeça pra baixo ao

se deparar com milhares de novos pontos luminosos na superfície terrestre ao longo de suas rotas anuais.

Quanto aos mamíferos, a iluminação artificial representa um sinal de ocupação antrópica, e portanto pode representar um atrativo ou, em outros casos, uma barreira. Especialmente para os pequenos mamíferos, linhas contínuas de iluminação artificial, como rodovias, podem representar uma barreira que divide o ecossistema, impedindo a circulação e acentuando a fragmentação dos ambientes, isolando as populações. As baleias migram todos os anos desde os locais de alimentação para os de reprodução em águas mais quentes. É lógico supor que o principal fator que controla o rumo dessa migração seja o gradiente de temperatura e, secundariamente, a navegação por orientação magnética ou astronômica. Sinceramente não sei se é assim que elas decidem se vêm para o Brasil ou para a Austrália. Talvez os navios iluminados e a construção de faróis e cidades costeiras também tenham interferido em sua migração nos últimos séculos. Não pretendo levá-los com a corrente da especulação, pois talvez nada disso faça sentido. Afinal, todos os anos a jubarte vem para Salvador, apesar da iluminação costeira. Mas uma coisa é certa: o espectro da luz visível do planeta sofreu mudanças irreversíveis nos últimos séculos. A resposta da natureza a essas alterações pode levar séculos e até milhões de anos para chegar, quem sabe evoluindo em um avatar vingador, bioiluminado da cabeça aos pés para ofuscar as luzes de Paris e os fogos de Copacabana.

AMAZÔNIA AZUL... UMA OVA!

Quem se lembra de algum capítulo de livro ou apostila de geografia do ensino médio que desse mais detalhes sobre as características costeiras e do mar territorial? Como se formam os estuários, as lagoas costeiras ou as praias? Qual o mecanismo que provoca as marés ou as ressacas? Como se formam as ondas? Como é e qual a importância da biodiversidade marinha? O fato é que, aqui no Brasil, nada se ensina sobre o mar durante os ensinamentos fundamental e médio. O resultado desse autismo generalizado da sociedade brasileira em relação ao mar perpetua a ignorância inocente dos brasileiros sobre nossa própria condição de país costeiro, e sobre o que o mar representa para a nossa economia e desenvolvimento social. Gerações e gerações de brasileiros nascem, vivem e morrem sem saber absolutamente nada da importância do mar territorial e como ele pode afetar a rotina diária de cada um, mesmo daqueles que vivem no interior. Os valores históricos, culturais e socioeconômicos do mar e da zona costeira são tão óbvios que não chamam muito a atenção.

Indubitavelmente, os dois maiores biomas brasileiros são o mar (a zona costeira) e a floresta amazônica, nos extremos leste e oeste do território nacional, respectivamente. Juntos com o cerrado, o Pantanal, o semiárido nordestino e a Mata Atlântica, os biomas oceânico costeiro e amazônico suportam a maior biodiversidade do planeta. Essa heterogeneidade de habitats e as enormes biodiversidades continental e oceânica nos foram legadas por dois acordos internacionais.

O primeiro foi o Tratado de Tordesilhas, estabelecendo o limite ocidental da expansão territorial do Brasil colônia e que foi se estendendo até compor o mapa de hoje. O segundo foi a Convenção das Nações Unidas

sobre os Direitos do Mar, vigente desde novembro de 1994, que estabeleceu o limite oriental do mar territorial de qualquer país costeiro desde a praia até 12 milhas; a partir daí, tem-se a Zona Econômica Exclusiva (ZEE), representada pela plataforma continental, até 200 milhas oceano adentro. Se a plataforma ultrapassar esse limite, a Convenção admite no máximo 350 milhas de ZEE. Ambos, o mar territorial e a ZEE, formam a área do mar jurisdicional do país.

Já desde o ensino médio ensina-se que a área continental brasileira é de aproximadamente 8,5 milhões de quilômetros quadrados (km²). E temos cerca de 3,5 milhões de km² de área oceânica, podendo chegar a 4,5 milhões considerando uma área adicional requerida às Nações Unidas como ZEE ao redor das ilhas oceânicas e do remoto arquipélago de São Pedro e São Paulo, na região marinha do Nordeste, logo acima do Equador. Ou seja, se as Nações Unidas forem benevolentes com os argumentos da diplomacia brasileira em relação aos nossos direitos no Atlântico, o mar brasileiro poderá corresponder a mais de 50% da área continental! Trata-se de uma área enorme e cheia de recursos importantes do ponto de vista socioeconômico, fundamental para a estabilidade dinâmica do clima e qualidade ambiental da costa brasileira.

A Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) lançou (com a melhor das intenções) uma campanha publicitária de valorização dessa imensa região oceânica, chamando-a de “Amazônia Azul”. E a própria Amazônia está sendo chamada pelo mais novo pleonasma da língua portuguesa: Amazônia Verde! As razões são óbvias e justas. Visam trazer um pouco do foco nacional sobre a importância e as riquezas do mar brasileiro. Fazer com que o mar seja mais discutido e cuidado quanto aos problemas ambientais e que haja mais recursos no orçamento para pesquisa e desenvol-

vimento de políticas públicas de uso, gestão compartilhada (sim, é possível) e exploração racional do mar brasileiro. No entanto, é lastimável, pra não dizer um ato de desespero, ter que emprestar o nome da Amazônia ao mar, um bioma tão magnífico e rico em biodiversidade e recursos econômicos quanto a própria.

Para uma determinada nação, ter ou não ter florestas úmidas tropicais pode significar alguma diferença em seu desenvolvimento, dependendo do grau de instrução do seu povo. Diferença que normalmente tanto privilegia como marginaliza uma fração muito pequena da população, uma vez que a densidade demográfica em florestas (na Amazônia em particular) é a menor do país. Entretanto, ter ou não ter (eis a questão) mar significa necessariamente uma enorme diferença para um país do ponto de vista geopolítico, e, conseqüentemente, socioeconômico. Por razões históricas e de estratégia industrial, a maior parte da população mundial concentra-se ao longo das margens continentais, a menos de cem quilômetros da costa, sobretudo em regiões estuarinas e lagoas costeiras com fácil acesso ao mar. Se o Brasil não tivesse mar, nossa história, cultura e patamar de desenvolvimento seriam radicalmente diferentes.

RECURSOS DE UM BIOMA

Para que se possa entender melhor o valor de um determinado bioma, é preciso analisar os recursos naturais que ele é capaz de oferecer para a sociedade. Os recursos marinhos são classificados em quatro categorias: minerais, vivos, energéticos e não extrativos. Começando pela exploração de minérios de valor industrial, abundantes no mar, tais como cascalhos, areias e argilas para a construção civil, calcário para a agroindústria, além de metais nobres como ouro, platina, magnetita, cassiterita, óxidos de titânio etc. Petróleo e gás natural são os principais recursos energéticos, tão divulgados

nos noticiários com a descoberta das reservas do pré-sal. Mas o foco é dado aos produtos, e não a quem ou o que os fabricou. Nossa matriz energética é pelo menos 40% baseada em combustível fóssil e quase todo ele é retirado do mar. Recursos energéticos alternativos, tais como a força das marés, das ondas ou dos ventos costeiros estão sendo seriamente considerados por países industrializados do hemisfério Norte para reduzir sua dependência dos combustíveis fósseis esgotáveis e contribuir para desacelerar o aquecimento global. No Brasil, algumas iniciativas nesse sentido são o parque eólico de Osório (RS) e os “Campos Neutrais” localizados em Santa Vitória do Palmar e Chuí (RS), cuja previsão é de geração de 583 megawatts (MW), estabelecendo-se como o maior complexo eólico da América Latina (o título anteriormente pertencia ao parque de Osório). O Programa de Aceleração do Crescimento, o tal PAC, deveria considerar seriamente o potencial dos ventos que sopram sem parar como fonte alternativa de energia elétrica para a zona costeira das regiões Norte e Nordeste. Duvido que alguém tenha pensado nisso. Ou que, caso tenham pensado, a ideia não tenha sido soterrada pelo *lobby* da indústria dos combustíveis fósseis.

Os principais recursos vivos são a pesca e a biotecnologia marinha. A pesca artesanal 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 de peixes, crustáceos e moluscos. A pesca industrial está em decadência devido ao esgotamento dos estoques; já a biotecnologia marinha no país ainda é avaliada em âmbito acadêmico, e está longe de esgotar todo o seu potencial médico, farmacológico, alimentar e cosmético, típico dos mares tropicais com habitats e nichos diversificados.

Do ponto de vista socioeconômico, recursos não extrativos são

tão ou mais importantes que os demais, e a nossa irrisória cultura marítima não os percebe e não desenvolve métodos precisos de avaliação. 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 pelo transporte marítimo. O turismo ao longo do litoral brasileiro é outro recurso baseado na paisagem costeira e nas formas de lazer por ela oferecida. Atualmente, deve estar contribuindo com pelo menos 7% do PIB nacional, incluindo a hotelaria, gastronomia, pesca esportiva, esportes e turismo subaquático, que sustentam uma parcela significativa da socioeconomia litorânea.

Do ponto de vista ambiental, o papel do mar na fixação de carbono atmosférico e no controle do clima global é tão imensurável quanto o do bioma amazônico. Entretanto, a Amazônia e todas as florestas tropicais do planeta sempre foram os principais alvos do movimento conservacionista internacional, com o mar geralmente em segundo plano, recebendo alguma atenção da mídia nas raras ocasiões em que os ativistas radicais do Greenpeace abordam heroicamente navios pesqueiros asiáticos, verdadeiros piratas da biodiversidade marinha.

Os recursos da floresta amazônica não interferem muito no modelo econômico brasileiro. Arrisco dizer que sua parcela para o PIB nacional é insignificante. Mas isso não importa, porque essa não é a função de uma floresta tropical, cujo valor está para a humanidade como um filho está para sua mãe. Não tem preço. Mas os únicos recursos econômicos que atualmente se extraem da Amazônia são o contrabando de madeiras nobres, milhares de hectares condenados a virar carvão vegetal para as churrasqueiras, biopirataria e tráfico de animais, junto com queimadas descontroladas pra substituir árvores centenárias e animais exóticos por plantio de soja

para chinês e pasto, alimento do rebanho de gado brasileiro cada vez maior.

Com razão o público se revolta quando os noticiários acusam e denunciam os desmatamentos. Enxergam melhor a ameaça contra a floresta quando o Ibama apreende mais um lote de madeira extraída ilegalmente, ou quando o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) revela os dados anuais de queimadas e desmatamentos pelas imagens de satélite. Percebemos visualmente e nos sensibilizamos mais com o estrago que se faz no ambiente terrestre, ao qual pertencemos. No mar, não! Gostaria que esse mesmo sentimento de revolta coletiva em relação aos crimes contra a floresta amazônica fosse também evidente nas denúncias de arrastos ilegais de pesca predatória na zona costeira, vazamentos acidentais e crônicos de combustível, erosões costeiras provocadas por obras irregulares de engenharia ou uma ressaca incontrollável que atrapalha apenas turistas e veraneios. Somos cegos sobre o mar: não temos a mínima ideia do que se passa abaixo da superfície. Não existe “desmatamento oceânico” que possa ser denunciado, porque os principais vegetais do mar são microscópicos (sorte deles). Uma biomassa vegetal cem vezes menor do que a terrestre, produzida por microalgas invisíveis, sem tronco, raízes e galhos de sustentação, mas que produz mais da metade de nosso oxigênio.

Devido à concentração populacional e às atividades econômicas desordenadas e sem manejo na zona costeira, o estrago que se faz no mar diariamente nos prejudica tanto quanto ou até mais do que o desmatamento. Só que de modo crônico e pontual. Poluição química e sólida oriunda das cidades e indústrias, erosão e assoreamento, sobrepesca com arrasto de fundo, redes de pesca gigantescas operando dia e noite, espinhéis quilométricos, e até bombas caseiras.

É difícil avaliar os prejuízos com a perda de habitats marinhos,

doenças provocadas pela contaminação química do pescado, destruição de construções na orla, desvalorização imobiliária, perdas do comércio local e do turismo. O impacto das atividades humanas na zona costeira é diversificado, disperso ao longo dos oito mil quilômetros de litoral e constante nos últimos 50 anos, dando a falsa impressão de que tudo o que se faz contra o ambiente marinho é pouco em relação ao desmatamento em terra. Só uma minoria de profissionais acadêmicos, estudantes e ambientalistas que estudam e lutam pela conservação marinha percebem o problema, além das vítimas de impactos locais e temporários.

Não acho que o mar é mais importante do que a Amazônia. Só estou lembrando que é o conjunto dos biomas de uma nação que gera suas riquezas e formata suas características culturais e socioeconômicas. Em escala regional, cada bioma tem seu papel para o desenvolvimento da sociedade brasileira como um todo. A Amazônia não tem preço. Os serviços ambientais e o potencial biotecnológico são imensuráveis na nossa (pelo menos na minha) escala de valores. Mas considere como seria sua vida aqui no Brasil sem a Amazônia. Agora faça o mesmo exercício excluindo o mar.

Não haveria nem zona costeira nem Mata Atlântica. Não haveria petróleo suficiente, nem o transporte marítimo por onde passa 95% do PIB nacional. Não haveria pesca costeira nem oceânica. Nem jangadas, nem Jorge Amado, nem Dorival Caymmi. Não haveria praias, manguezais, estuários, recifes de coral nem ilhas, inclusive a de Caras. Talvez não houvesse samba, bossa-nova, tanga e caipirinha. Não haveria nada que me faz lembrar o Brasil que somos. Viva o mar azul, verde ou amarelo! Viva o mar brasileiro!

SE NADAR O BICHIN PEGA!

SE BOIAR O BICHIN COME!

É verdade, o turismo nordestino parece ameaçado. Pelo menos em Pernambuco. Acompanhei os acidentes com ataques de tubarões nas praias de Boa Viagem em Recife e Piedade em Jaboatão dos Guararapes em 2006. São casos lamentáveis que preocupam a população, causam sofrimento para banhistas e surfistas distraídos. E trazem prejuízos para o turismo local, tão importante para Pernambuco quanto para qualquer estado nordestino. Mas de quem é a culpa pelos ataques de tubarões nas praias nordestinas?

Em novembro de 2006 assisti uma palestra do cineasta e mergulhador Lawrence Wahba. Ele descreveu suas experiências com mergulho junto com tubarões nos últimos anos. A Associação MarBrasil (<www.marbrasil.org>) e a escola de mergulho paranaense Scubasul uniram-se para trazer a Curitiba um líder atual na luta a favor da preservação de uma espécie animal tão injustiçada por essa inquisição popular, que, cega e implacavelmente, considera que o único tubarão bom é o tubarão morto. Aliás, uma postura popular muito conveniente para a indústria pesqueira, que pesca tubarões com espinhéis quilométricos pelo mundo afora. É mais um recurso marinho a ser esgotado nas próximas décadas, se gente como Wahba e ambientalistas do mar não continuarem com suas campanhas incessantes em torno da proteção desses animais pré-históricos e importantíssimos para o equilíbrio da teia alimentar dos oceanos. O carisma de Wahba soube cativar aquela plateia de estudantes, a maioria com um pé na terra e outro na água salgada. Os olhares arregalados, fixos nas imagens submarinas, e a boca meio aberta eram as expressões mais comuns entre os novos admiradores de seu novo ídolo. E ali estava ele! Com suas tatuagens permanentes de tubarão

no braço, tentando pacientemente deletar dos cérebros dos espectadores o pavor de encarar a possibilidade de dar de cara com um tubarão no próximo mergulho. Possibilidade aliás cada vez mais remota, tendo em vista a queda generalizada da densidade populacional de tubarões pelo mundo afora e a ameaça de extinção de algumas espécies.

Eu, que estou mais familiarizado com as leis da natureza aquática, deixei de nadar nas noites de verão sob a luz da lua cheia depois de ver *Tubarão*, de Steven Spielberg. Sei que deveria estar dando o melhor dos exemplos e controlar essa sensação inevitável de presa indefesa com as pernas ridiculamente penduradas e gesticulando, sem apoio, na superfície do mar profundo... escuro... e misterioso. De noite é muito pior. Mas inadvertidamente aquele maldito filme pode ter selado o destino do pobre animal no seio da opinião pública. Serviu de aval para a matança de um dos animais mais espetaculares, do ponto de vista evolutivo, e mais importantes para a integridade da teia alimentar marinha.

A primeira vez que vi um tubarão, ou melhor, um embrião de tubarão, foi com quatro anos. Estava dentro de uma proveta com formol. Nada muito assustador, apenas curioso. Meu pai me levou para conhecer os laboratórios da Base Sul do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, em Cananeia. Fomos recebidos pelo professor Victor Sadowski, um cientista russo que imigrou para o Brasil na década de 1950 para trabalhar no então Instituto Paulista de Oceanografia. Ele se isolou em Cananeia e pode ser considerado o precursor dos estudos de elasmobrânquios no Brasil. Na época era considerado o maior dos especialistas em tubarões. Isso com duplo sentido, pois além de suas qualidades acadêmicas ele tinha quase 1,90 m de altura. Foi o primeiro oceanógrafo que conheci. Os olhos tinham a cor da água tropical da Corrente do Brasil, e o cabelo e a barba eram brancos como

os de Sivuca. De baixo dos meus primeiros decímetros de altura, vi o gigante Sadowski alcançar a proveta sobre a primeira prateleira de seu laboratório e trazê-la ao nível do chão para me mostrar o embriãozinho formalizado. Depois me mostrou um tubarão enorme, embalsamado. Por coincidência, voltei a Cananeia para desenvolver meu trabalho de campo para o mestrado 20 anos mais tarde. Sadowski, já falecido depois de estudar tubarões na costa brasileira por mais de 30 anos, virou nome de museu em Cananeia, onde agora está aquele tubarão branco embalsamado com mais de cinco metros de comprimento que ele havia me mostrado quando eu era criança. Dizem que é o maior tubarão branco já capturado no mundo (será?).

Talvez o espírito de Sadowski tenha inspirado Otto Bismark Fazzano Gadig, um contemporâneo especialista em tubarões que trabalha na Universidade Estadual Paulista em São Vicente, município de Santos, e coordena o Projeto Cação desde 1996. O projeto visa estudar os tubarões e raias capturados acidentalmente por pescadores artesanais do litoral paulista. Com sua larga experiência sobre a biologia dos tubarões, Otto uma vez me disse: “tubarão não é peixe!”. O que tem muita lógica. Tubarões, assim como raias, são “peixes” com esqueleto de cartilagem, como nossas orelhas. Reproduzem-se com rituais de acasalamento semelhante ao dos mamíferos aquáticos, com fertilização interna do óvulo. As fêmeas, de acordo com a espécie, podem ser ovovíparas, quando a nutrição do embrião é dada pelo vitelo de um ovo ainda dentro do corpo materno; ou vivíparas, quando os embriões são alimentados diretamente no útero interno. As ninhadas de tubarões são paridas para o meio externo, exatamente como nos mamíferos. Eles também não tem bexiga natatória como os peixes e, portanto, precisam nadar incessantemente para não afundar e para oxigenar seus arcos branquiais, por onde absorvem o oxigênio dissolvido na água, mas sem a

proteção de opérculos como os verdadeiros peixes. Por essa razão, gastam muita energia, e necessitam repô-la constantemente. Por isso são vorazes e oportunistas, principalmente as espécies oceânicas afastadas da costa, onde a oportunidade de alimento farto é rara. Comem de tudo: peixes, tartarugas, crustáceos, moluscos, eles mesmos e carcaças de animais mortos como baleias e golfinhos.

Os tubarões existem do jeito que são há pelo menos 400 milhões de anos, quando na escalada da evolução atingiram a perfeição da anatomia hidrodinâmica. Nadam quase sem se mexer, como torpedos vivos, explorando eficientemente as leis da física e as forças de ação e reação entre músculos, água e nadadeiras. A resultante de seus movimentos gera deslocamentos lentos e investigativos ou rápidos e explosivos, capazes de acelerar o bichão a no mínimo 50 km por hora em poucos segundos. Além dessa capacidade natatória, os tubarões contam com uma complexidade sensorial que poucos animais na face da Terra têm. São vários sentidos que o tornam uma supermáquina caçadora: a visão superdesenvolvida para distinguir formas e cores no hábitat opaco da água; a linha lateral que percebe vibrações mecânicas provocada pela agitação de presas feridas; o olfato capaz de distinguir moléculas orgânicas a quilômetros de distância. Com todas essas vantagens, o tubarão poderia viver dominante e sem concorrência na luta pela sobrevivência nos oceanos da Terra. Sua única ameaça é o homem. Apesar de sua força e habilidade de gladiador dos mares, os tubarões estão pouco a pouco desaparecendo na poeira do impacto ambiental marinho. A indústria pesqueira apontou o dedão pra baixo e condenou-o a morte sem piedade nem direito a julgamento. E os governos e opinião pública, por falta de informação e por omissão, fecham os olhos para a matança indiscriminada que só serve para enriquecer donos de barcos atuneiros e atravessadores asiáticos

interessados nas barbatanas para fazer sopa em casamentos aristocráticos. As estatísticas oficiais estimam 100 milhões de animais mortos por ano em espinhéis e redes.

Não sou especialista na biologia comportamental dos tubarões, mas posso afirmar sem hesitação que o desequilíbrio ecológico e a ignorância generalizada são responsáveis pelos ataques em Recife, não os tubarões. A degradação ambiental afeta sobremaneira as relações tróficas, sobretudo no ambiente marinho, onde somos cegos e não avaliamos o verdadeiro grau de comprometimento do maior ecossistema do planeta. O uso insustentável dos recursos do nosso mar e as políticas equivocadas de urbanização da zona costeira afetam negativamente as relações tróficas da teia alimentar marinha. Esses são os verdadeiros culpados pelos ataques de tubarão em Recife.

Primeiro, a pesca, um forte concorrente por alimento na teia alimentar da região Nordeste. Quando praticada sem manejo, controle e respeito pela natureza, como é o caso ao longo da costa brasileira, a natureza reage por autodefesa. Segundo, o desenvolvimento urbano na linha de costa nordestina segue pouco ou quase nenhum planejamento. A construção de marinas e condomínios em manguezais diminui a disponibilidade de habitats de reprodução, refúgio e alimento para as comunidades biológicas da zona costeira. Consequentemente, a biomassa pesqueira diminui, diminuindo o alimento dos tubarões. Terceiro, a devastação da Mata Atlântica, outro problema crônico e histórico. A mata foi massivamente substituída por plantações de cana-de-açúcar e recentemente por outras culturas na região Nordeste nas últimas décadas, desde a implantação do Proálcool no Brasil. A ausência da vegetação natural diminuiu a retenção de sedimentos que depois são descarregados no mar pela drenagem costeira. Consequentemente,

o aumento de sedimentos em suspensão diminuiu a transparência da água, afetando os recifes coralíneos, em sua maioria formados por algas calcárias, organismos fotossintetizantes que dependem de águas transparentes para manter sua taxa de crescimento acima da taxa de perda pela herbivoria. Por outro lado, os recifes formados por colônias de corais hermatípicos (aqueles que formam recifes) sufocam com tanto sedimento que compete pelo espaço, antes ocupado mais por alimento e menos por silte e argila. Quarto, a drenagem do esgoto urbano, incluindo matadouros e dejetos orgânicos da indústria sucroalcooleira ao longo da bacia do rio Jaboatã, atrai tubarões em busca de alimento. Que seremos nós, se estivermos no lugar errado e na hora errada.

Com todos esses problemas e a escassez de alimento provocada pela pesca industrial e artesanal, o tubarão perde todas as batalhas diárias pela sobrevivência, sofrendo ataques de todos os lados. Nós os caçamos e ainda os matamos de fome. Não me admira que, de vez em quando, como crianças roubando frutas no vizinho, alguns deles se arrisquem a morder alguns banhistas e surfistas incautos lá em Recife e arredores, onde a degradação do ambiente costeiro é um problema grave que precisa ser urgentemente resolvido. Não apenas para acabar com os ataques de tubarão, mas por uma questão de saneamento ambiental. É um direito da população, dos tubarões e do ecossistema marinho como um todo. Não apenas em Pernambuco, mas em toda a zona costeira nacional, do Oiapoque ao Chuí.

Só pra completar, de acordo com o Relatório do Programa Ambiental das Nações Unidas (2006), os oceanos têm 15 mil peças de plástico por km², e a pesca industrial mata anualmente um milhão de aves marinhas, 100 mil mamíferos aquáticos (golfinhos e baleias), 300 mil focas do Ártico e os 100 milhões de tubarões que eu mencionei. Além disso, produz 20 mi-

lhões de toneladas de “descarte” todos os anos e retira do mar anualmente 100 milhões de toneladas de peixes, moluscos e crustáceos; uma quantidade que, sem exagero, dá pra encher o estádio do Maracanã até o topo. O resultado é que 10% das espécies marinhas estavam extintas ou ameaçadas em 1970, e 24% em 2002. Hoje, 90% dos estoques de atum e bacalhau já foram explorados. Em média 52% dos estoques pesqueiros mundiais estão esgotados. Já disse e repito que retiramos 80% dos recursos que havia no mar há cem anos, e continuamos a explorar os 20% restantes.

Portanto, amiguinhos, não há tubarão que aguento essa falta de alimento e a oportunidade de abocanhar um turista, principalmente nos locais onde esses problemas são mais graves. Sadowski (se estivesse vivo) e Otto Bismark que o digam. Redes de proteção têm sido usadas nos Estados Unidos e na África do Sul, onde os ataques de tubarões são constantes. Mas parecem não ter resolvido o problema, devido às dificuldades de manutenção e rompimento das redes, além das mortes desnecessárias de tubarões em busca de alimento.

Capturar tubarão vivo ou morto (de preferência morto) para resolver o conflito é a política adotada pelas autoridades do Recife. Isso é tapar o sol com rede de pesca. É o mesmo que mandar matar todos os marginais pra não ter que resolver os conflitos sociais e as desigualdades da teia alimentar urbana. Não vai proteger banhistas contra ataques de tubarão trombadinha, perdido e faminto. Sociologia e ecologia têm muita coisa em comum. O melhor é investir pra reverter o processo de degradação do ambiente costeiro, tomando medidas como: (i) fazer valer as leis de regularização da pesca, acabando com o uso de bombas, produtos químicos, com a pesca de arrasto em áreas proibidas e com a captura de peixes ornamentais e rochas vivas para atender o comércio clandestino de aquários; (ii) lançar

no mar apenas o esgoto tratado e canalizado por um emissário submarino para desaguar e dispersar na região oceânica; (iii) proibir obras marinhas que degradam os habitats naturais costeiros e, finalmente, (iv) educar e alertar a população para os perigos da degradação ambiental e da pesca predatória na zona costeira. Só assim estaremos protegidos das mordidas de tubarão. E eles das nossas.

FARMÁCIAS VIVAS MARINHAS

O que a baba de um caracol marinho tem a ver com as túnicas dos imperadores romanos? E o vômito de uma baleia com a perfumaria francesa do século XIX? E os corais moles do Caribe com o parto de uma vaca? Essas relações absurdas foram possíveis graças à biotecnologia, uma ciência multidisciplinar formada pela interação entre biologia, bioquímica, citologia, engenharia genética e uma boa dose de criatividade e paciência de nossos cientistas.

Desde a década de 1950, a biotecnologia vem revolucionando nossos hábitos e nossa qualidade de vida. De ações simples do cotidiano como escovar os dentes, tomar um sorvete, comer uma gelatina, passar creme no nariz, passando por menos frequentes como tomar xaropes e cápsulas de antibiótico de oito em oito horas, até o sucesso de complicados tratamentos dentários e médico-hospitalares, tudo isso depende, em parte, de substâncias bioativas extraídas de organismos marinhos e testadas aleatoriamente em laboratórios de pesquisa. Isso mesmo: por exemplo, duas espécies de gorgônias do Caribe cubano, aqueles corais em forma de leque, produzem *prostaglandinas*, uma substância que estimula a contração da musculatura lisa e a dilatação da bacia cervical. Sem dúvida muito útil no trabalho de parto das fêmeas mamíferas.

Antes de entender como substâncias bioativas são descobertas e transformadas em matéria-prima essencial da indústria médico-hospitalar, cosmética, farmacêutica e de alimentos, é preciso esclarecer alguns conceitos e etapas metodológicas da biotecnologia farmacológica. Substâncias químicas produzidas dentro dos sistemas biológicos (ou seja, *biogênicas*) são infinitamente mais complexas do que gases, sais minerais e metais encontrados fora dos organismos vivos.

Nitratos, fosfatos, carbonatos, ácido carbônico, ferro, zinco e outros são absorvidos pelas plantas, que, usando a energia catalisadora do sol, utilizam esses elementos para construir dentro das células as moléculas de proteínas, açúcares e gorduras. Seguindo a Primeira Lei da Termodinâmica, aquela que diz que “nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”, a energia solar transforma-se em energia química contida nas ligações atômicas dessas substâncias primárias, dominantes nos sistemas orgânicos. Além deles, existem metabólitos secundários, produzidos em pequenas quantidades tanto em plantas como em animais, que cumprem funções fisiológicas e comportamentais específicas, muitas vezes desconhecidas. São vitaminas, hormônios, enzimas e venenos. Teoricamente, cada organismo vivo é uma mina em potencial dessas substâncias bioativas prontas para serem testadas pela imaginação de empresas e cientistas, ávidos pela descoberta ao acaso da cura definitiva do herpes labial.

DESCOBERTAS ÀS ANTIGAS

Do ponto de vista formal, a biotecnologia é uma ciência recente que, no entanto, vem sendo praticada informalmente desde que o homem é homem. Ou pelo menos desde quando inventaram o vinho, a cerveja, o queijo e o pãozinho francês, mesmo sem saber que fungos e leveduras eram os responsáveis pela fermentação. Feiticeiras, curandeiros, pajés e druidas sempre usaram infusões com princípios ativos extraídos *in natura* para suas curas e práticas religiosas. Além do valor cultural, as técnicas rudimentares de preparo das poções e suas aplicações foram os primórdios da farmacologia contemporânea e da biotecnologia moderna.

Sim, os tempos mudaram, mas, apesar da sofisticação dos equipamentos e dos laboratórios brancos e moderninhos, as descobertas de substâncias bioativas ainda são feitas com princípios medievais. A diferença é que

agora nossa capacidade analítica e de acesso a habitats antes inexpugnáveis é infinitamente maior. Isso amplia as possibilidades de descoberta de espécies raras vivendo em ambientes exóticos, tendo que se adaptar a extremos de temperatura, salinidade, pressão ou ausência total e permanente de luz.

O conceito por trás do processo analítico na descoberta de um princípio bioativo é muito simples; primeiro escolhe-se um organismo alvo. Animal, vegetal, fungo ou bactéria. Como eu disse, bons candidatos são espécies novas descobertas em ambientes agressivos (zonas abissais, regiões polares) ou com alto grau de endemismo e biodiversidade (como recifes de coral). É um pouco da curiosidade natural dos cientistas. Macera-se o organismo todo ou apenas partes dele. Depois se mistura a papa em água destilada ou em solventes orgânicos como alcoóis e derivados de petróleo. Esses solventes universais extraem todas ou grande parte das substâncias que formavam o organismo antes de ele ser triturado.

Claro que a ciência já tem uma boa ideia da composição geral de um suco de minhoca. A contribuição relativa de aminoácidos, gorduras, carboidratos, água e sais minerais que formam os seres vivos é bem conhecida. São substâncias universais. No entanto, esse tipo de pesquisa busca o lucro nos cantinhos. Vamos supor que no extrato do animal ou vegetal tenha um daqueles metabólitos secundários produzidos em quantidades mínimas por algum grupo específico de células, acumulado em algum órgão ou tecido do infeliz. Pode ser um veneno mortal usado para caçar, ou uma toxina amarga para proteção contra ataques de predadores, antibióticos contra invasão de bactérias, feromônios para atração sexual ou produtos de excreção.

Daí é necessário coar, centrifugar ou “cromatografar” toda a goro-roba na tentativa de se obter extratos livres de impurezas que possam prejudicar o experimento. Em seguida injetam-se alguns mililitros em um rato can-

ceroso ou pinga-se uma gotinha sobre uma cultura de bactérias patogênicas. E espera-se o resultado. Ou o rato fica curado... ou morre; ou o crescimento das bactérias patogênicas é inibido... ou se volta à estaca zero, selecionando outro organismo até esgotar as possibilidades da biodiversidade local.

TENTATIVA E ERRO

Em outras palavras, o método empírico da biotecnologia na descoberta de princípios bioativos é totalmente aplicado na base da tentativa e erro. Primeiro extrai e identifica, depois descobre para que serve. E na maioria das vezes não serve pra absolutamente nada! Pelo menos por enquanto, até que surja uma nova epidemia ou uma nova aplicação industrial, como as muitas que surgirão ainda neste século XXI.

Pela regra do dedão, existe uma chance em cinco mil para que um teste de laboratório com extratos marinhos apresente resultado positivo. E uma chance em 50 mil para que essa substância chegue ao mercado – o que leva, em média, 15 anos pra acontecer. Quando se comprova a eficácia de alguma dentre as milhares de substâncias orgânicas encontradas nos organismos vivos no tratamento de alguma doença, é como encontrar uma pepita de ouro no meio desse garimpo bioquímico. O extrato é analisado para a descoberta do princípio ativo responsável pela ação. Compara-se a estrutura molecular com a de substâncias descobertas anteriormente e, em se tratando de coisa nova, dá-se um nome codificado e pronto. O passo seguinte é sintetizar artificialmente o princípio ativo, para produção em escala industrial com um nome comercial devidamente patenteado.

A quantidade de princípios ativos encontradas em um determinado ecossistema depende da biodiversidade de seus habitats. O número de espécies de animais e vegetais é maior em terra do que no mar. Entretanto, nos níveis mais elevados da hierarquia taxonômica, o mar é muito mais rico.

Quase todos os filos do reino animal ocorrem no mar, e alguns são exclusivamente marinhos. Ou seja, as diferenças específicas são maiores no mar do que entre as espécies terrestres. Em outras palavras, os organismos terrestres são mais parecidos entre si, diminuindo as divergências bioquímicas. Ao passo que no mar a maior diferença entre níveis taxonômicos superiores revela o maior potencial de diversidade de substâncias químicas produzidas em níveis específicos.

A forma mais tradicional e antiga de explorar recursos marinhos tem sido a pesca. Mas nos últimos 40 anos a biotecnologia farmacológica vem descobrindo recursos marinhos ocultos sob a forma de substâncias bioativas produzidas por algas e invertebrados marinhos, verdadeiras farmácias vivas que podem mudar radicalmente a qualidade de vida do ser humano. O remédio para muitas doenças ainda incuráveis pode estar no mar, e não em alguma aranha ou perereca da Amazônia.

O ecossistema marinho é ainda muito desconhecido em relação ao seu potencial biotecnológico, tendo em vista que a maior parte dos oceanos é ocupada por águas frias, escuras e submetidas a altíssimas pressões. São ambientes de difícil acesso, onde a habilidade de produzir uma toxina defensiva pode fazer a diferença entre viver ou morrer em clima de extrema competição e poucos recursos.

PRIMEIRAS EXPERIÊNCIAS

Os primeiros registros de uso de organismos marinhos para outros fins que não a alimentação datam de 2.500 a.C. Gregos e fenícios descobriram que a “baba” do Murex, um gênero de caracol, quando exposta ao ar, mudava de cor para um vermelho púrpura. O extrato era usado para tingir algodão, lã e seda. Aquele vermelho sangue do manto dos imperadores e generais romanos, e posteriormente dos cardeais e arcebispos de Roma, era

obtido com a púrpura do Murex.

Diz a lenda que foi Helena de Troia quem descobriu a púrpura fenícia, quando viu a boca e a língua do seu cão avermelhada após ter comido um caracol na praia. Como se ele tivesse chupado um picolé de uva. Aristóteles estimou o valor agregado da tintura da púrpura como 20 vezes seu peso em ouro. Ou seja, 1 grama custava 20 gramas de ouro, e eram necessários sacrificar 12 mil caracóis para se obter apenas 1,4 grama da tintura, quase o suficiente para tingir uma única túnica romana. O preparo e o comércio da púrpura fenícia podem ser considerados a mais antiga indústria biotecnológica. Até hoje, mesmo com toda nossa tecnologia, ainda não conseguiram reproduzir o mesmo tom obtido pelos fenícios.

Os gregos utilizavam extratos de gorgônias como adstringente, antisséptico e antídoto contra venenos de escorpião, e comiam pó de concha de ostra para estimular a potência sexual. Era o Viagra da época. Na Europa medieval usava-se extratos de esponjas marinhas para estancar hemorragias vaginais e chá de algas para desarranjo intestinal. Mas só na década de 1950 foram isolados, pela primeira vez, produtos marinhos com propriedades terapêuticas comprovadas cientificamente. Hoje existem mais de oito mil substâncias bioativas descobertas em organismos marinhos. Os que mais investem na pesquisa de moléculas bioativas extraídas do mar são as indústrias médico-farmacêutica, cosmética e a indústria de alimentos. Todas são atividades rentáveis, pois atendem diretamente à demanda comercial da (geração da) saúde, do prazer e da vaidade humana.

APLICAÇÕES

O agronegócio também se destaca dentre as atividades beneficiadas pela biotecnologia marinha. A engenharia genética aplicada à maricultura busca o desenvolvimento de raças e transgênicos de animais

marinhos de valor econômico, capazes de produzir mais em menos tempo e com baixo custo.

Mas é na indústria médico-farmacêutica que a biotecnologia marinha mais se desenvolve. Algas, esponjas, corais, gorgônias, ascídias, moluscos e crustáceos são todos promissores na descoberta de substâncias bioativas de aplicação industrial. Principalmente os imóveis, como corais, gorgônias e ascídias, além das algas. Por serem imóveis, esses animais precisam se proteger produzindo metabólitos secundários que são tóxicos para os predadores ou qualquer engraçadinho que mexer com eles. A ação terapêutica dessas substâncias vem sendo testada há anos por vários laboratórios. São metabólitos com ações analgésicas, citotóxicas (anticancerígenas), bactericidas, fungicidas, anti-inflamatórias, antibióticas e antivirais. Ou seja, têm potencial imensurável no tratamento de todas as doenças causadas por bactérias, fungos e vírus, além do uso generalizado no tratamento de câncer de diversos tipos.

Produtos extraídos de esponjas são atualmente estudados no tratamento de tumores, artrite reumatoide e, mais recentemente, aids. Também produzem substâncias com alto conteúdo de iodo, usadas no tratamento de disfunções da tireoide, principalmente obesidade. O AZT, substância já muito usada no controle da aids, é extraído de uma ascídia do gênero *Didemnum*.

Para você ficar um pouco mais impressionado com o potencial biotecnológico do mar, apresento a seguir alguns exemplos de substâncias produzidas por organismos marinhos. Não vou dar detalhes sobre a biologia desses organismos, já que o tema aqui está mais pra química orgânica do que pra zoologia ou botânica.

ALGAS

Três substâncias químicas extraídas de algas marinhas destaca-

ram-se nesse cenário pós-guerra de descobertas biotecnológicas: alginato, agar e carragenina. O alginato é uma goma viscosa produzida em grandes quantidades pela parede celular de algas pardas gigantes conhecidas popularmente como *kelps*, comuns em mares frios e temperados. Tem elevada capacidade de absorver água. Portanto, é um aditivo eficaz em substâncias desidratantes, com alta aplicabilidade na indústria de papel e na fabricação de tintas e fibras têxteis, principalmente aquelas específicas na fabricação de tecidos à prova d'água e à prova de fogo. Também tem ação espessante e emulsificante na fabricação de xaropes, sorvetes, sopas, geleias e cremes da indústria de alimentos. Da mesma forma, são usados em pastas e cremes cosméticos. Alguns remédios usados para desintoxicação provocada por metais pesados no sangue usam alginatos em sua composição, devido à sua capacidade de absorver esses metais.

Agar é outra gosma produzida na parede celular de algas vermelhas que é líquida acima de 85 °C e se solidifica ao esfriar entre 32 e 40 °C. É a famosa gelatina em pó, tão usada na indústria de alimentos. Também é usada como clarificante na produção de cerveja. Na microbiologia, é usada nos meios de cultura de bactérias e microalgas. Na medicina, é usada na composição de produtos dietéticos no tratamento da obesidade. Além de não ter quase valor calórico, absorve água rapidamente quando ingerida, aumentando de volume no estômago e dando aquela falsa sensação de “estou satisfeito”.

Carragenina é uma gelatina gosmenta também extraída de algas vermelhas e, assim como o agar, é amplamente usada na indústria de alimentos. Destaca-se especificamente para clarificar mel e cerveja, o que é muito importante. A produção anual de algas marinhas coletadas *in natura* para a extração desses três hidrocoloides é de aproximadamente 55 mil

toneladas, que valem cerca de US\$ 585 milhões. O valor agregado dessa produção, no âmbito de todas as indústrias que as utilizam, chega a US\$ 5,6 bilhões por ano.

ESPONJAS

As esponjas marinhas, longe de servirem apenas para tomar banho, são os organismos mais promissores na descoberta de princípios bioativos para uso medicinal. Extratos de esponja são utilizados em homeopatia para o tratamento de obesidade, estimulando a glândula tireoide. São fontes de fibras de colágeno usadas nas indústrias cosmética e de nutrição. Esponjas produzem: (i) avarol – atividade anti-inflamatória, antibacteriana, antitumoral, antileucêmica, antiviral. Atualmente está sendo testado para tratamento da aids, artrite reumatoide e psoríase; (ii) ácido okadaico – forte efeito antitumoral, está sendo estudado pela Universidad de La Laguna (Tenerife); (iii) isohomohalichondrina – substância em fase de testes no tratamento de leucemia, câncer de pulmão e fígado, linfomas, câncer de útero e ovário e melanoma; (iv) hemolisinas – enzima fungicida capaz de produzir lesões na parede celular de fungos patogênicos; (v) scalaradial – potente inibidor do veneno de abelha; (vi) crambescidina – substância citotóxica sendo testada no tratamento de melanoma e leucemias, e (vii) evariolina – usada no tratamento de diversos tipos de câncer.

CORAIS E GORGÔNIAS

Corais e gorgônias produzem: (i) eleutherobina – obtida de um coral do oceano Índico, tem efeitos positivos no tratamento do câncer de ovário. Foi descoberta pelo Centro Scripps para a Biomedicina e Biotecnologia Marinha (EUA); (ii) pseudopterosina – substância extraída da gorgônia *Pseudopteroorgia elisabethae*, que vive a 4500 metros de profundidade no mar do Caribe. É um anti-inflamatório e analgésico capaz de cicatrizar feridas e reduzir a inflamação de cortes na pele. Atualmente foi incorporado

em uma linha de produtos cosméticos da empresa Estèe Lauder; (iii) metop-terosin – componente descoberto pelo Centro de Biotecnologia e Biomedicina Marinha da Universidade da Califórnia (EUA), com potencial para o tratamento contra artrite reumatoide, psoríase e asma; (iv) prostaglandinas – substâncias extraídas de corais moles pelo Centro de Química Farmacêutica de Cuba, utilizadas no tratamento de úlceras gástricas, hipertensão pulmonar e regulação hormonais. Também têm ação eficaz na musculatura lisa uterina, sendo usadas para facilitar o trabalho de parto em veterinária.

ASCÍDIAS

Popularmente conhecidas como “marias mijonas”, vivem isoladas ou em colônias aderidas a um substrato rígido ou no fundo arenoso, principalmente as que habitam regiões profundas. Suas larvas parecem um girino e têm notocorda, um órgão considerado o precursor da coluna vertebral na escala evolutiva dos vertebrados. Possuem nervos, cérebro e vasos sanguíneos. O animal adulto tem uma túnica externa de celulose, com uma abertura bucal por onde a água é bombeada para dentro e filtrada. Portanto, alimentam-se de partículas orgânicas em suspensão. Assim como as esponjas, têm grande potencial de produção de substâncias antitumorais! Ascídias produzem: (i) AZT – medicação antiviral usada no tratamento da aids, extraída de ascídias do gênero *Didemnum*; (ii) tamandarina – substância com forte ação anticancerígena, descoberta em uma ascídia brasileira nos recifes ao largo da Vila de Tamandaré (daí o nome) ao sul de Recife; (iii) ecteinascidina 743 – extraída de uma ascídia do Caribe, inibidora de sarcomas, câncer de ovário, melanoma e câncer de mama; (iv) truncamida – age contra o desenvolvimento de melanoma; (v) aplidina – indicada para o tratamento de vários tipos de câncer (tireoide, tumores neuroendócrinos, melanoma, linfomas, câncer renal, câncer de bexiga, câncer retal, pâncreas e determinados tipos de leucemias).

MOLUSCOS

Moluscos produzem substâncias bioativas com propriedades terapêuticas. Mexilhões, ostras, caracóis e *Aplysias* (o “bucetão”, como dizem os pescadores do Nordeste) são os principais moluscos dos quais são extraídas essas substâncias. *Mytilus edulis*, um dos mexilhões mais comuns em águas brasileiras, é fonte de cálcio para reconstrução dentária e óssea. Também são usados em tratamento de obesidade, uma vez que produzem mucopolissacarídeos que se aderem a gorduras, diminuindo sua absorção no estômago humano. Outro mexilhão originário da Índia está sendo usado para a extração de um antiviral com potencial para o tratamento da aids, visando à substituição do AZT extraído de esponjas. Mexilhões também produzem nivelamin, o princípio ativo de um anti-inflamatório comercializado com o nome de Zelanki®, usado no tratamento de artrites. Da Tridacna, aquela concha gigante usada como pia batismal, extrai-se uma substância que protege contra os raios ultravioleta. Moluscos também produzem: (i) ácido kaínico – comercializado no Japão como antiparasita e utilizado no tratamento de doenças neurais degenerativas; (ii) ziconotide – uma substância com propriedades anestésicas que, segundo pesquisas feitas pela Universidade de Medicina de Stanford (EUA), é 50 vezes (50 vezes!) mais potente que a morfina. É comercializado pela empresa Elan Pharmaceutical com o nome “Prialt” desde 2003; (iii) ES-285 – substância ainda sem nome decente extraída de um molusco de fundo arenoso comum no Atlântico Norte, muito pescado para alimento a partir de 1990. Nele foi descoberta recentemente o potencial promissor no tratamento de câncer do fígado, câncer renal e câncer de próstata, e (iv) dolastinas – substância usada no controle da leucemia.

CRUSTÁCEOS

Crustáceos produzem quitina em suas carapaças, o segundo polissa-

carídeo mais abundante na natureza depois da celulose. Milhares de toneladas de carapaças de caranguejos, camarões e lagostas, restos da indústria pesqueira, são aproveitadas para a extração de quitina. É uma substância extremamente versátil na aplicação industrial, usada na composição de defensivos agrícolas específicos para o combate a fungos. Como na vacinação, as plantas pulverizadas desenvolvem resistência contra o ataque de fungos, que também produzem quitinas em sua parede celular. Na medicina, a quitina é usada na fabricação de membranas de hemodiálise, nos fios cirúrgicos biodegradáveis, como substituta da pele artificial, cicatrizante de queimaduras e cápsulas de remédios, liberadores de insulina, e ainda nos tratamentos de câncer e aids. Em cosmética, utiliza-se a quitina na fabricação de cremes de barbear e cremes hidratantes. A quitina é amplamente utilizada em vários alimentos dietéticos por sua capacidade de absorver gorduras ainda no estômago. Também é usada na fabricação de papel e na indústria têxtil. As ações floculante e coagulante da quitina são aplicadas no saneamento de água, na filtração de águas em piscinas e na remoção de metais pesados e óleos.

PEIXES

Preciso dizer o que é peixe? Eles produzem: (i) calcitonina – hormônio obtido de peixes do grupo do salmão, utilizado para regular a absorção de cálcio durante a menopausa; (ii) ergocalciferol – entra na composição do já famoso óleo de fígado de bacalhau, tão amaldiçoado por todas as crianças do mundo. Quando exposto aos raios ultravioleta adquire propriedades que permitem a absorção do fósforo e cálcio pelo tecido ósseo. Portanto, combate o raquitismo.

MAMÍFEROS MARINHOS

Produzem muitas coisas, mas talvez uma das mais interessantes, do ponto de vista biotecnológico, seja o âmbar, uma gosma acinzentada encon-

trada no estômago e intestino de cachalotes e outros cetáceos, que costumam vomitar restos de alimentos não digeridos. Isso boia nos mares tropicais e, às vezes, é levado pelo vento, acumulando na costa. Quando a baleia vomita, expele junto essa gosma acinzentada, que após alguma mágica biotecnológica artesanal se transforma em um dos melhores fixadores de substâncias voláteis, muito usado na perfumaria do século passado e retrasado. Não sei até quando usaram ou se ainda usam o âmbar para fazer perfume. Hoje os fixadores industriais são sintetizados em laboratório.

Enfim, como exemplifiquei no início deste texto, substâncias produzidas por uma medusa podem ter outras funções em um sistema biológico diferente e mais complexo como o de um mamífero. Bactérias do sedimento marinho, gorgônias do Caribe ou caracóis do Mediterrâneo não produzem substâncias químicas para tingir as túnicas de César, eliminar tumores de uma cobaia ou da próstata de um descuidado, e muito menos estimular o parto de uma vaca, mas acabaram por ter essa serventia revelada ao longo do tempo.

Foi a biotecnologia que começou com essa loteria bioquímica, que, quando se acerta, o retorno do investimento é garantido. Exatamente como no garimpo. Esse é o sentido da procura por novos princípios ativos no mar. Vamos cuidar mais de nossa biodiversidade marinha. Nela pode estar oculta o remédio para a cura do ainda incurável. Tomara que nossos netos e bisnetos tenham a chance de descobri-los e usufruir de todos os seus benefícios em um admirável mundo novo, menos virulento, sem câncer, aids ou herpes labial. O mar está cheio deles, incógnitos, escondidinhos entre o litoral e as fossas abissais dos oceanos tropicais, temperados e polares.

RIOS DE AREIA

[...] meu braço espalhado em praia e o mar na palma da mão.

(Caetano Veloso)

Mar e praia frequentemente se confundem na mente da maioria das pessoas. Definições e conceitos à parte, o fato é que o hábitat costeiro que mais afeta o cotidiano do brasileiro “litorâneo” é, sem dúvida, a praia. Séculos após receberem os primeiros passos de nossos colonizadores, as praias continuam a ter papel fundamental na história, cultura e socioeconomia brasileiras. Talvez divida com as palavras “amor”, “benzinho”, “morena” e “uába! dába! dá!” um destaque especial na MPB. A importância das praias para o turismo mundial dispensa comentários. E agora as praias são importantes até nas Olimpíadas.

Em determinados momentos no pico do verão, algumas praias brasileiras chegam a ter a maior densidade demográfica do país, com até um, dois ou mais habitantes por metro quadrado. Exceto os pescadores artesanais de norte a sul, que necessitam delas para acesso ao mar com jangadas, botes e canoas, a praia é vista pela maioria dos brasileiros apenas como um ambiente de lazer. Existem aspectos do ambiente praiial que passam totalmente despercebidos e nunca são processados pela mente humana, que continua achando que praia, mar, litoral e férias são quase sinônimos.

As praias são na realidade ambientes extremamente dinâmicos. Só que tudo acontece em câmara superlenta. Nem monge budista teria paciência de observar e entender o que se passa com a areia da praia. Mas, se fotografarmos o mesmo ângulo de uma determinada praia todos os dias durante um ano, focando sobretudo a faixa mais próxima ao mar, veremos toda a dinâmica praiial em poucos segundos. Um processo contínuo de depo-

sição e erosão de toneladas de grãos de areia, locomovendo-se paralelamente ao mar com maior ou menor velocidade em função da agitação das ondas, correntes litorâneas, ventos, ressacas e marés.

Podemos perceber facilmente as alterações anuais de praias que costumamos frequentar. Nossas praias favoritas revelam mudanças cada vez que as visitamos, como resultado desse processo. Quanto mais demoramos em voltar ao mesmo local, mais percebemos a diferença entre o que é e o que foi. Uma mistura de mudanças naturais e detalhes perdidos na memória da nossa infância e juventude durante as férias de verão.

É UM ENTRA E SAI

Em praias desertas, sem interferência humana (o que é cada vez mais raro), a quantidade de areia que entra e sai de cada metro quadrado de praia está em equilíbrio. Mais especificamente, o balanço de sedimentos, isto é, a diferença entre o crédito e o débito de sedimentos na praia, é sempre igual. O que é momentaneamente retirado pela turbulência de uma determinada onda, e levado a jusante do sentido da corrente paralela à praia, volta na próxima onda trazido pela corrente a montante. Como num rio. Um rio de areia.

Infelizmente, as sociedades costeiras de todo o mundo, sobretudo as grandes cidades à beira-mar, tendem a interferir drasticamente no balanço de sedimentos das praias. O desequilíbrio dinâmico provoca erosão de um lado e assoreamento de outro. Erosão e assoreamento são, respectivamente, débitos e créditos em excesso que modificam completamente a paisagem praial. Isso pode ser ruim ou bom, dependendo da magnitude do processo. Se for pouco, pode formar uma piscininha ou uma ilhota de areia. Turista adora essas coisas. Mas isso pode ser o começo de uma ameaça à integridade da linha da costa da região.

A erosão de praias, devido a obras marinhas mal planejadas, provoca graves problemas no litoral. Na melhor das hipóteses, prejudica o turismo, desvaloriza propriedades e enfeia a paisagem. Na pior, destrói a vegetação costeira e os ninhos de tartarugas marinhas, que são expostos na maré baixa, e arrisca vidas humanas quando prédios da orla marítima caem por falta de apoio. Ao longo da costa brasileira existem exemplos vergonhosos como consequência da ignorância total desses processos por pessoas que deveriam saber. Turistas não são obrigados a saber. Mas engenheiros, que se arvoram a construir à beira-mar, deveriam.

Claro que o problema não ocorre só no Brasil. Estima-se que 70% da linha de costa arenosa de todo o mundo esteja comprometida com esse desequilíbrio. Obras e dragagens na zona costeira sem planejamento técnico alteram não apenas o fluxo natural das correntes locais como também a quantidade de areia que antes fazia parte do processo.

RESTOS DE CONTINENTE

Mas existe uma beleza oculta nas praias, impossível de ser apreciada a olho nu: os grãos de areia. Uma rápida observação com lupa revela o colorido dessa natureza oculta mineral inanimada. O tamanho dos grãos varia entre 0,05 mm e 2 mm. São formados por fragmentação das rochas sob ação dos ventos, chuvas, variações de temperatura etc. São restos do continente depositados no fundo do mar. Também podem ser formados por restos de conchas e pequenos animais. Nas regiões leste e nordeste do Brasil o fundo arenoso é, em grande parte, formado com a colaboração de peixes recifais que abocanham e engolem pedaços de corais e de algas calcárias, eliminando os grãos (carbonato de cálcio = calcário) pelas fezes. Dizemos que o material que compõe esses fundos arenosos é “biogênico”.

A composição dos grãos de areia varia muito de lugar para lugar. E é exclusiva de cada região, como uma impressão digital. De tal modo que colecionadores de areia podem revelar a qual praia pertencem os grãos observados na lupa.

A natureza demorou milhões de anos para formar essas pequenas joias minerais, que, para a maioria dos veranistas, só servem pra grudar na sola do pé molhado, sujar o tapete do carro e entupir o ralo do banheiro. As praias precisam ser preservadas e mais valorizadas em todas as escalas de tempo e espaço. Não apenas nas férias de verão, nos fins de semana e feriados. Lembre-se da complexidade dos grãos na próxima vez que você for à praia.

Saiba mais sobre os grãos de areia no site: <www.microscopy-uk.org.uk>

Saiba mais sobre erosão no site: www.cpgg.ufba.br/lec/BEeros.htm>

A NATUREZA ESCONDIDA

Em meados do século XVII, o holandês Anthonie van Leeuwenhoek inventou o microscópio e revelou a existência de um micromundo alienígena até então totalmente ignorado pelos cientistas do Velho Mundo. Como os astrônomos da época, que usavam o telescópio para bisbilhotar planetas distantes e decifrar as leis do universo, o holandês privilegiado passou a observar a natureza oculta, tão misteriosa para a época quanto a Via Láctea para os astrônomos.

No mar encontrou formas de vida mais simples, a maioria unicelulares, cujo comportamento, reprodução e hábitos alimentares ainda hoje podem ser considerados tão ou mais bizarros que os dos personagens de filmes de ficção científica. Seres minúsculos que começam a ter definição de contorno através de lentes com aumento de no mínimo 50 vezes. Eles formam a comunidade biológica mais abundante, e uma das mais desconhecidas do planeta: o plâncton marinho.

Além de bactérias e fungos, a comunidade planctônica é formada por milhares de espécies de microalgas, protozoários e invertebrados minúsculos, com pouca ou nenhuma capacidade de locomoção. Portanto, são levados passivamente pelas correntes marinhas. Ter tamanho pequeno e alta taxa de reprodução são mecanismos eficientes de dispersão geográfica, vida em suspensão e garantia de alimento para todos os confins do espaço marinho. No mar, direta ou indiretamente, todas as formas de vida dependem dessa comunidade como fonte de alimento ou como dispersão, tal como as árvores que lançam ao vento suas milhares de sementes aladas, para germinarem em locais distantes.

Destaco a beleza das diatomáceas, dos coccolitoforídeos e dos ra-

diolários. Os dois primeiros são algas unicelulares, e o terceiro um tipo de protozoário marinho.

MUSEU MICROSCÓPICO

Entre muitas fontes divulgando esses pequenos grandes organismos, há um portal na internet chamado The Institute for the Promotion of the Less than One Millimetre, que se dedica a divulgar a beleza dos “menores do que um milímetro” com microfotografias belíssimas do acervo do The Micropolitan Museum of Microscopic Art Forms. O museu não é apenas virtual.

O curador do acervo é o artista plástico Wim van Egmond, que há anos se dedica a fotografar essa natureza escondida. E, vejam que coincidência, o cara também é holandês! Talvez seja a reencarnação de seu conterrâneo van Leeuwenhoek. Conversando com ele por e-mail, ele me disse que mora a poucas quadras de onde vivia Leeuwenhoek.

As diatomáceas e radiolários representam uma minúscula fração do acervo do museu (vale a pena visitar), que, por sua vez, divulga um milionésimo do que existe no mar.

Não se assustem com os nomes daqui para frente. Nomes científicos de plantas e animais são sempre em latim, essa língua quase morta que sobreviveu nas missas, nos textos jurídicos e nos livros de taxonomia vegetal e animal. E é praticamente impossível popularizar milhares de espécies de algo, ou melhor, algas, que ninguém vê e que compõem a principal flora do planeta, do ponto de vista ambiental, e dos oceanos, do ponto de vista ecológico.

A principal característica das diatomáceas é a carapaça externa protetora (ou frústulas, em linguagem mais técnica, que eu sempre tento evitar neste livro) construída com sílica, o mesmo elemento químico do vi-

dro. Silicatos são encontrados abundantemente nas áreas costeiras, onde as diatomáceas dominam o plâncton vegetal. A carapaça se assemelha a uma caixinha de vidro. Vidro mesmo, igualzinho ao da janela da sua casa. Esses microvegetais absorvem silicato, que após ser processado pelas reações bioquímicas da célula deposita-se na parte externa, transformando-se nessa armadura protetora da membrana celular, toda perfurada, como uma peneira tridimensional.

As perfurações são necessárias para permitir a troca de substâncias dissolvidas com a água do mar. A membrana plasmática é delicada e fica por dentro da casca de vidro. É seletiva, ou seja, só deixa entrar o que interessa (por exemplo, nutrientes) e sair o que não interessa mais. A vantagem da carapaça ser de vidro é a transparência, que permite a passagem da luz, a gasolina da fotossíntese.

DIFERENTES PADRÕES

Uma das diatomáceas mais comuns é a do gênero *Coscinodiscus*. É um minúsculo cilindro com cerca de 0,2 mm de diâmetro. As perfurações na carapaça estão distribuídas em fileiras circulares e concêntricas.

Mas existem inúmeras variedades na forma das diatomáceas e nos padrões de arranjo de suas perfurações: são como latinhas de creme Nívea ou de pastilhas Valda vistas por cima. *Ditylum brightwellii* e *Odontella sinensis* são espécies comuns em áreas costeiras de todo o mundo. *Ditylum* tem a forma de um cilindro com altura maior do que o diâmetro da base. *Odontella* se parece com uma almofada cujas pontas são prolongadas formando extensões da carapaça que ajudam na flutuabilidade. O gênero *Trigonium* é uma caixa de vidro triangular com perfurações organizadas em fileiras circulares e concêntricas como em *Coscinodiscus*.

Os Cocolitoforídeos têm um nome ridículo, mas são as únicas mi-

croalgas que podem ser vistas a olho nu. A carapaça é de carbonato de cálcio (o velho e bom giz), uma das substâncias mais onipresentes na estrutura de animais e vegetais. Forma ossos, conchas, recifes de coral e de algas calcárias etc. O cálcio, elemento abundante no mar, é absorvido e usado como matéria-prima na construção de escamas ornamentadas. Algumas parecem cornetas, formando o esqueleto externo que protege a célula não sei do quê, uma vez que são tão pequenos que podem ser comidos por qualquer protozoário.

O que levou esse grupo de microvegetais inferiores a dominar o mar e ser a base da teia alimentar marinha? Para entender, é preciso comparar o ambiente aéreo terrestre com o meio líquido marinho. Para vencer a gravidade no ambiente aéreo, os vegetais superiores terrestres precisam de um caule resistente. Um tronco rígido e ereto para elevar as folhas do solo em busca da luz. Ou então desenvolvem mecanismos alternativos de sustentação. Por exemplo, as epífitas, que se aproveitam do caule alheio. No meio aquático, a viscosidade da água diminui muito a força da gravidade. Quanto menor for uma partícula, maior o atrito viscoso e a capacidade de boiar ou de “planar” na água com a ajuda de correntes ascendentes.

A evolução permitiu, sobretudo na água salgada, o domínio dessa microflora que, se fosse grande, multicelular e densa como uma árvore, afundaria sem chances de retornar à superfície iluminada. Vegetais marinhos grandes como árvores são as macroalgas, que povoam menos de 1% do fundo dos oceanos. Permanecem fixas nas rochas por uma falsa raiz, cuja função é exclusivamente fixar o talo no substrato, e não absorver água e nutrientes como as raízes terrestres.

O PASTO DO MAR

As microalgas do plâncton vivem livres em suspensão, podendo estar momentaneamente em todos os níveis da coluna d'água, desde a super-

fície até o fundo, da costa até áreas oceânicas profundas. Ao contrário das árvores, que formam os principais biomas terrestres, essa importante e belíssima comunidade de microvegetais marinhos está oculta, longe de nossos olhares de admiração.

Como qualquer vegetal, precisam de luz para a fotossíntese e o crescimento vegetativo. Entretanto, no mar a luz penetra até uma certa profundidade. A capa superior iluminada é chamada “zona eufótica”, que pode ser mais ou menos espessa, dependendo da região. Devido à circulação da água, as microalgas podem ser encontradas em qualquer profundidade. Crescem e multiplicam-se quando estão ocasionalmente próximas da superfície. Quando estão no fundo, aguardam a vez de subir para a zona eufótica na primeira oportunidade que a circulação marinha lhes ofereça.

Grandes grupos microalgais formam uma comunidade vegetal que, do ponto de vista ecológico, representa a fonte principal de alimento e matéria orgânica para os demais elos da teia alimentar oceânica. O fitoplâncton, como é chamada essa comunidade, forma um imenso gramado tridimensional flutuante e móvel sob a ação constante da circulação da água. É o “pasto do mar”.

Os microvegetais marinhos também são importantes do ponto de vista ambiental em escala global. Talvez você não saiba que metade do oxigênio que respiramos é produzido pela fotossíntese dessa flora invisível a olho nu. A “flora escondida”, como diziam os botânicos alemães do início do século XX. Ela ocorre nos 70% de espaço de nosso planeta ocupados pelos oceanos, e absorve pelo menos metade do excesso de carbono atmosférico lançado anualmente pela queima dos combustíveis fósseis e florestas desde a Revolução Industrial, ajudando a controlar o efeito estufa.

Radiolários fazem parte do mesmo “admirável micromundo

novo” de van Leeuwenhoek. São animais de uma única célula, normalmente menores do que 0,3 milímetro, que vivem solitários no mar por no máximo quatro semanas, protegidos por uma carapaça externa também de vidro. Estima-se que existam entre 300 e 600 espécies de radiolários, todas com a carapaça ornamentada. É possível vê-las no Micropolitan Museum. Parecem naves espaciais.

Se você se convenceu que a vida menor do que um milímetro é tão importante e tão bonita quanto a maior que um milímetro, não deixe de visitar esse museu. É de graça e “não fecha na segunda-feira”.

Pensando bem, esses organismos têm sorte por passarem despercebidos nesta Terra de Gigantes. Se serve como consolo, mesmo se a pesca e a poluição costeira acabarem com a biodiversidade marinha que vemos a olho nu, do que eu não duvido nada, ainda nos restará essa natureza escondida, base da teia alimentar marinha, que não é apenas belíssima na forma, mas também importantíssima para o funcionamento da biosfera. Aprenda mais sobre ela, que poderá ser o recomeço de uma nova teia alimentar oceânica. Talvez a única saída das gerações futuras para consertar o estrago no mar feito por nós, seus irresponsáveis e ignorantes antepassados.

Saiba mais no site do The Institute for Promotion of the Less than One Millimetre: <www.microscopy-uk.org.uk/mag/art98/milli.html>

MAR DULCE MAR

A metade norte do continente sul-americano é erodida pela bacia hidrográfica do Amazonas, a maior do mundo, com cerca de 5,8 milhões de km². E todo esse material converge para a única saída possível na direção do oceano, o estuário do rio Amazonas, por onde passam diariamente 600 mil metros cúbicos de água doce por segundo e 3 milhões de toneladas de sedimento. O que me intriga, não apenas no conteúdo da educação fundamental brasileira, mas também na base de informações científicas e acadêmicas do Brasil, é a pobreza de informações ambientais e biológicas sobre essa região, batizada de “Mar Dulce” pelo navegador espanhol Vicente Pinzón em 1500, no mesmo ano em que Cabral “achava” o Brasil.

O nome passou a ser usado pelos espanhóis para todo o rio, até Francisco Orellana mudar para Amazonas em 1542. O estuário amazônico é um dos ecossistemas costeiros mais importantes do mundo, do ponto de vista ecológico e ambiental, e, no entanto, pouco sabemos sobre este imenso hábitat costeiro. Uma das razões é sem dúvida a distância e a dificuldade de acesso, somadas ao baixo índice populacional e socioeconômico da região.

A foz do Amazonas é tão geograficamente grande e desabitada que para estudá-la um barco de pesquisa deveria ser acompanhado por um posto de gasolina flutuante. As distâncias a serem percorridas são enormes. Barcos pequenos não têm autonomia suficiente para cobrir toda a área. Navios que vêm do mar só navegam por canais profundos com acesso ao rio, vias tradicionais da navegação local. Entretanto, 99% da área não permite o acesso de barcos maiores devido à baixíssima profundidade, consequência da deposição contínua de sedimentos trazidos pelo rio.

Até com satélite é difícil estudar a região, devido à alta concentração de nuvens que se formam na zona de convergência intertropical do Equador. Ou seja, exceto em raras oportunidades, o satélite só fotografa o branco das nuvens ou, na melhor das hipóteses, um quebra-cabeça instantâneo do mapa estuarino, que nunca se repete. Seria preciso investir muito dinheiro em um estudo completo do sistema.

Então como vencer essas barreiras naturais e financeiras para se estudar o estuário do Amazonas? Eu quase testemunhei a solução para esse descaso crônico com a zona costeira do extremo norte do país. Em dezembro de 1998 visitei a Universidade Federal do Amapá em Macapá junto com colegas oceanógrafos de outras universidades. O objetivo da viagem, patrocinada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, era orientar o então reitor na organização de um futuro “Instituto de Pesquisas Oceanográficas do Amapá”. Não me lembro se o nome era exatamente esse ou algo parecido.

Além da Floresta Amazônica no quintal de Macapá, passava às margens da cidade 15% da água doce do planeta que deságua dos continentes para o oceano, espalhando-se por até 320 km da costa e podendo chegar até o Caribe nos períodos mais chuvosos. O rio Amazonas tem mais água do que a soma do volume de água dos rios Mississipi, Nilo e Yangtzé. A largura do rio na foz pode atingir 240 km, mais da metade da distância entre o Rio de Janeiro e São Paulo. Enfim, um ecossistema de uma magnitude difícil de descrever. E, no entanto, na época os cursos de graduação da Unifap eram os de sempre: Direito, Enfermagem, Educação Artística, Matemática, Letras e por aí fora. Não havia, por exemplo, cursos de Medicina Tropical, Biologia ou qualquer ciência dedicada às águas estuarinas e da bacia amazônica ao redor (hoje existem cursos de Ciências Biológicas e de Ciências Ambientais). Cursos como Engenharia de Pesca e Oceanografia não faziam e ainda

não fazem parte do currículo universitário na região. Portanto, apesar das boas intenções do reitor, a vocação regional daquela universidade, como na maioria das universidades brasileiras, estava e continua sendo mais uma vez esquecida. Diluída nas águas do rio. É fato que existem institutos de pesquisa excelentes na Amazônia, mas com foco em outros estudos que não a oceanografia local.

A primeira orientação para o bem-intencionado reitor foi mudar o nome do futuro instituto para algo como “Centro de Pesquisas...bla, bla, bla..... do Estuário do Rio *Amazonas*”. Dissemos a ele: “Senhor Reitor, quase que o mundo inteiro já ouviu a palavra Amazonas pelo menos uma vez na vida. Mas poucas pessoas sabem o que significa Amapá”. Nós o convencemos de que o uso do nome Amazonas seria estratégico para conseguir fundos nacionais e internacionais para a construção e manutenção do Instituto (que até planta arquitetônica já tinha).

Cientistas do mundo todo sonham em estudar um sistema tão complexo, dinâmico e vasto como a mistura das águas do Amazonas com o oceano Atlântico. Não se sabe quase nada sobre o tema, a não ser pelos resultados da expedição americana “AMASEDS” publicados em revistas científicas especializadas e algumas dissertações acadêmicas com apoio dos navios da marinha. O fato é que o tal Instituto nunca saiu do papel. A planta que o reitor nos mostrou deve estar enrolada dentro de um canudo qualquer, e a foz do rio *Amazonas* continua a ser uma das regiões costeiras menos conhecidas do Brasil.

A carência de informações ambientais sobre a região torna-a extremamente ameaçada pelo impacto da exploração de seus recursos. Desde o seu descobrimento por Pinzón, passam pelo estuário todo o tipo de pirataria. Madeiras nobres, minérios, biotecnologia e peixes ornamentais

amazônicos que movimentam uma indústria global de 30 bilhões de dólares por ano. Junto com os milhões de toneladas de sedimento descarregados diariamente, o estuário deposita muita matéria orgânica, um ótimo alimento para organismos de fundo. O sedimento forra o fundo de uma extensa área desde as costas do Amapá até as Guianas, onde a pesca de arrasto explora esses recursos mantidos pela descarga do rio. Peixes e camarões são diariamente garimpados pela indústria pesqueira, que deixa um rastro de fauna acompanhante de cerca de 20 mil toneladas por ano. Os mais capturados para o comércio exportador são bagres enormes chamados “Piramutaba” e o camarão branco. Essa pesca é predatória e não traz benefícios diretos para a comunidade local. Nada fica para apoiar os estudos e o desenvolvimento socioeconômico da região. De acordo com os relatórios anuais de desembarque pesqueiro, a região Norte contribui com mais de 90 mil toneladas de pescado anualmente.

Além disso, a região também é rica em gás e petróleo. E a falta de estudos sistemáticos e contínuos sobre o ambiente físico, químico, geológico e biológico a torna ainda mais vulnerável aos acidentes em decorrência da exploração desses recursos minerais. A última moda agora é a “hidropirataria”. De tempos em tempos surgem notícias como a publicada em 7 de julho de 2004, na qual o jornal paranaense *Gazeta do Povo* anunciava “Navios roubam água do rio Amazonas denunciando o problema e a falta de fiscalização na área” (o que não é nenhuma novidade). Os suspeitos do crime seriam navios petroleiros que, após descarregarem o óleo cru do Oriente Médio, aproveitariam para levar a água do rio durante o regresso. Cada navio pode abastecer seus tanques com até 250 milhões de litros de água. De graça e sem pagar imposto. Os prováveis clientes são as empresas engarrafadoras tanto da Europa como dos países do Oriente Médio, onde água doce só por

dessalinização da água do Golfo Pérsico. Na Europa essas empresas deixam de pagar impostos pela utilização e tratamento da água dos rios europeus. Pense nisso quando você estiver saboreando uma Perrier com gás. Na Arábia Saudita, por exemplo, a dessalinização custa US\$ 1,5 por metro cúbico. Para tratar a água do Amazonas, gastam a metade. Ou seja, é um grande negócio pra todos eles. E o povo às margens do rio continua a ver navios.

Desde o desenvolvimento das primeiras ferramentas durante o Neolítico, a pesca sempre esteve presente na vida do homem. Antes da domesticação de plantas e da possibilidade de se estabelecer a agricultura, a pesca, em conjunto com outros tipos de caça e com a coleta de tubérculos, frutos e folhas, já injetava na dieta humana uma grande quantidade de calorias, gorduras e proteínas necessárias ao metabolismo. O peixe sempre foi e continua sendo uma excelente fonte de proteína animal e de outros nutrientes essenciais, contribuindo para a segurança alimentar em numerosas regiões. Aparentemente tidos como fonte infinita de proteína alimentar no passado, hoje em dia os oceanos se encontram profundamente depletados em disponibilidade de peixes. Com o aumento da poluição na zona costeira e o crescimento de sua demanda por pescados, bem como a evolução da pesca artesanal para uma pesca industrial cada vez mais tecnológica, a busca incessante pelos recursos pesqueiros foi pouco a pouco se tornando uma das piores inimigas da saúde ecossistêmica da biodiversidade marinha. Atualmente (dados do último relatório do extinto Ministério da Pesca e Aquicultura de 2010), a produção nacional de pescados gira em torno de 1.250.000 toneladas, e o Brasil produz anualmente 85 mil toneladas de alimento em sistemas de aquicultura, sendo a maior parte dos cultivos de espécies exóticas. Há que se realizar um manejo correto dos campos aquícolas a fim de evitar problemas de supressão de habitats naturais, transformação do uso do solo e contaminação biológica e química em nossos mares e rios, já tão fragilizados. J.L.G.

O IMPACTO DO HOMEM SOBRE A BIODIVERSIDADE MARINHA

A HISTÓRIA DE UM MAR VAZIO

Não foi por acaso que Bruegel, pintor renascentista do século XVI, usou peixes em sua pintura “Peixe grande come peixe pequeno” para representar a autofagia socioeconômica da sociedade renascentista do continente europeu. Naquela época, a zona costeira do oceano Atlântico Norte era visivelmente farta em peixes de toda espécie, como mostra a obra de Bruegel. No entanto, segundo Callum Roberts, professor de conservação marinha da Universidade de York, Inglaterra, e autor do livro *The Unnatural History of the Sea*, toda essa fartura já estava condenada pela pesca comercial cuja origem não é de agora, mas nascida e desenvolvida rapidamente em poucas décadas na virada do primeiro para o segundo milênio, entre os séculos X e XI. Até então, a sociedade medieval consumia principalmente peixes de água doce como esturjão, trutas, salmões e enguias, que

migravam ao longo dos rios, seguindo seus instintos reprodutivos.

Com o aumento populacional e a expansão das cidades medievais, quase sempre localizadas às margens de rios com conexão com o mar (Londres/Tâmisa, Paris/Sena), a demanda por alimentos cresceu e os campos agrícolas naturalmente começaram a substituir as florestas e matas ciliares. Com isso foi preciso muito mais água doce para irrigação e para manter girando as rodas d'água dos moinhos de milho que se multiplicavam no continente europeu. Milhares de pequenas barragens foram construídas ao longo das bacias hidrográficas da Europa pelos próprios agricultores e proprietários de terras. A erosão das matas ciliares e a diminuição do fluxo de água provocou o acúmulo gradativo de sedimentos nos leitos dos rios. Houve assoreamento de locais de desova, perda de habitats naturais de alimentação e refúgio, além da dificuldade para migrar, uma etapa fundamental do ciclo de vida dos peixes.

Para piorar as coisas, redes de pesca eram fixadas perpendicularmente ao curso dos rios, capturando os peixes migradores em pleno período de reprodução. Sem políticas públicas para proteção dos estoques, sem manejo e regulamentação por defesos temporários ou criação de reservas de pesca, os estoques declinaram rapidamente e irreversivelmente a partir do século XI, o que levou à procura de fontes alternativas para obtenção do pescado. E a única alternativa estava, evidentemente, no mar.

Os primeiros registros arqueológicos de espinhas de bacalhau encontradas em poços medievais do interior da Inglaterra datam do início do século XI. Foi mais ou menos entre 1050 e 1100 que os peixes marinhos substituíram de vez os peixes de água doce, tornando-se cada vez mais frequentes na dieta da sociedade medieval. Os povos escandinavos (vikings) eram excelentes pescadores, e no início passaram a fornecer peixes de alto-mar para a

dieta europeia a preços bem baratos quando a pesca de água doce entrou em declínio. Cargas de bacalhau, halibutes e linguados eram defumadas, secas, salgadas e transportadas para atender aos mercados da costa europeia. Mesmo a aquicultura continental iniciada na França no fim do primeiro milênio para equilibrar a escassez dos estoques naturais acabou no abandono dos tanques de cultivo por conta da fartura e baixos preços dos peixes marinhos oriundos do Mar do Norte.

No entanto, ingleses, franceses, holandeses e espanhóis bascos logo aprenderam a pescar em suas águas costeiras e, mais tarde, também passaram a se aventurar em águas distantes e profundas, competindo pelo comércio da pesca no Mar do Norte. Durante séculos a prática do arrasto de fundo com redes e porta e a pesca com espinhéis foi praticada por barcos a vela. Os peixes eram mantidos frescos dentro de tanques de água renovável no porão por semanas até chegarem aos mercados portuários. A pesca, portanto, era limitada às condições de vento e marés, e isso pelo menos mantinha protegidas as populações em águas distantes e de navegação complicada. Em meados do século XIX a Revolução Industrial permitiu a construção de motores a vapor. Na Inglaterra, as locomotivas agilizaram o transporte de peixe fresco e até mesmo vivo dentro de vagões-tanque, expandindo para o interior do país o mercado de peixe marinho, antes restrito às cidades e vilas costeiras. Ao mesmo tempo, os barcos a vapor, agora não mais restritos às condições favoráveis de vento e marés, aumentaram o esforço e a capacidade pesqueira, que se estendeu ainda mais para as regiões de difícil acesso pelos barcos de pesca movidos a vela até então, ampliando as zonas de pesca.

Mas muito antes, nos séculos que seguiram o ciclo dos descobrimentos (isto é Colombo, Cabral, dentre outros), a voracidade e expansão do comércio pesqueiro da Europa iniciou um novo ciclo no Atlântico Noroeste.

Os exploradores europeus, financiados por seus reinos e mercadores mais abastados, não vieram apenas à procura de ouro, pedras preciosas e madeira, como sempre aprendemos nos cursos de história. Vieram também atrás de peixes, e sobretudo mamíferos marinhos, para atender o comércio de alimento e manter acesas suas lamparinas com óleo de baleia.

A baleia foi a primeira *commodity* da história do comércio global. A carne desses animais era salgada para consumo; a banha era usada na fritura e conservação dos alimentos; as barbatanas bucais eram usadas em armação de vestidos e espartilhos, que moldavam os corpos femininos asfixiados da corte europeia; os intestinos davam o âmbar, o principal fixador de perfumes; toda a iluminação pública e doméstica nas capitais e vilas da Europa era feita à base de óleo de mamíferos marinhos, bem como a lubrificação de ferramentas e máquinas da Revolução Industrial. Ironicamente, se não fosse a descoberta do petróleo, hoje o maior vilão da contaminação atmosférica e das mudanças climáticas globais, talvez nós não veríamos mais nenhuma baleia ou foquinha sequer no Animal Planet. Só os seus esqueletos e pinturas expostas nos museus de história natural.

A caça baleeira começou nos séculos IX e X nos mares frios da Europa e da Escandinávia. Inicialmente era praticada somente na costa, tal era a abundância de baleias nas águas do Mar do Norte e a facilidade em avistá-las. O declínio das populações costeiras obrigou a caça a se aventurar em águas mais distantes e profundas, usando embarcações baleeiras adaptadas. Por volta do século XVI, quando o Brasil tinha acabado de ser descoberto, as baleias já eram raras nos mares da Europa e Escandinávia. As tentativas de descoberta de uma passagem pelo oceano Ártico para acelerar o comércio entre a Europa e a China, na época o maior mercado de especiarias, sedas, peles e tudo o que interessava à sociedade europeia de então, trouxe a no-

tícia da fartura nos mares do Novo Mundo. Registros dos exploradores da época mencionam milhares de baleias em baías e fiordes do Atlântico Noroeste e do oceano Ártico canadense, onde se concentravam para reprodução. Centenas de barcos transportando hordas de caçadores para a Terra Nova chegavam da Europa entre os meses de abril e maio em busca de carne e banha de baleias e pequenos mamíferos de fácil captura. Acampamentos provisórios de processamento de óleo de baleia na região, outrora restritos aos povoados vikings na Groenlândia, se multiplicaram na América do Norte, ao lado das colônias de reprodução. Milhões de baleias e focas foram caçadas, e suas banhas, couro e carne foram transportadas para a Europa entre os séculos XVI e XIX.

Além das baleias, a voracidade do comércio predador não perdeu tempo e encontrou novas alternativas de caça de mamíferos marinhos em ilhas oceânicas do Pacífico Norte e Sul, onde centenas de milhares de focas peleteiras se agrupavam nos períodos reprodutivos. Mais de três milhões delas foram mortas em menos de dez anos entre 1790 e 1800 por caçadores russos e americanos para retirar a pele, que era vendida ao preço equivalente a quase 100 dólares por unidade para a alta-costura do império chinês. Essa foi a herança do que fazem ainda hoje indústrias de pesca canadense e norueguesas, que caçam centenas de milhares de bebezinhos brancos de focas do Ártico para fazer casacos de pele (ver o artigo “E agora, Brigitte?” neste mesmo capítulo). De acordo com a fundação Harpseals (<www.harpseals.org>), a cota canadense destinada à caça de focas para o ano de 2014 foi de 400 mil filhotes (entre focas-da-groenlândia e focas cinzentas).

As morsas do Ártico, aquelas focas bigodudas e dentuças, já eram caçadas não apenas pela banha e carne. O marfim das morsas era uma alternativa ao marfim de elefante, cujo comércio entre o norte da África e a

Europa havia declinado vertiginosamente com a queda do Império Romano. O couro de morsa era considerado o melhor para fazer cordas e selas de cavalos. Uma boa morsa gorducha era “descascada” espiralmente como uma laranja, podendo render uma tira fina e contínua de couro de quase 30 metros. No século XIX, o couro de morsa era usado como correia do maquinário da Revolução Industrial e até como ponteira de tacos de sinuca.

Pior foi o destino da “vaca marinha”, um paquiderme herbívoro comedor de algas do mesmo grupo do nosso peixe-boi, só que gigantesco, chegando a medir nove metros e pesar dez toneladas (a “Steller sea cow”), quase do tamanho de uma baleia. Um animal dócil e pouco ágil, como uma vaca aquática lenta e abobada, fácil de ser capturada. Em 1741, o explorador russo Vitor Bering e sua tripulação faminta e atacada pelo escorbuto (falta de vitamina C) chegaram às ilhas Commander, próximas à costa oeste da Rússia. Após meses de exploração pelo Pacífico Norte em busca de uma passagem para o oceano Atlântico, mais tarde batizada de Estreito de Bering, encontraram nessas ilhas uma população de vacas marinhas. Há séculos o animal já vinha sendo capturado por nativos que habitavam as costas do Pacífico Norte desde o Japão até a Califórnia. Hoje argumenta-se que, além da caça, as florestas de algas *kelps*, seu hábitat natural e principal fonte de alimento, foram roídas e dizimadas por ouriços do mar que se proliferavam aos milhões devido a caça de seu predador natural, a lontra do mar, pelos mesmos nativos. Portanto, devido ao efeito conjunto da pressão pela caça e da escassez de alimento, as vacas marinhas já estavam quase extintas em meados do século XVIII. Havia sobrado uma única população nas ilhas Commander, que, infelizmente, estavam na rota de Bering e sua tripulação faminta. A notícia da descoberta de um animal cuja gordura produzia um óleo combustível que não fumaceava nem fedia

tanto quanto o óleo de baleia (era como a gasolina “premium” da época) se espalhou entre os caçadores europeus, que todos os anos caçavam centenas desses animais. Em 27 anos extinguiram a única colônia remanescente, após séculos de declínio da população. Arrisco-me a dizer que a vaca do mar talvez tenha sido a primeira vítima da extinção da megafauna marinha pelo homem.

Não só mamíferos e grandes peixes eram alvos da pesca no Novo Mundo. As ilhas caribenhas, como as Tortugas fantasiadas no filme *Piratas do Caribe*, não eram apenas reduto de corsários e condenados que lá concentravam seus saques e preparavam novos ataques aos navios mercantes. Também eram verdadeiros açougues de tartarugas. Todos os anos centenas de tartarugas eram capturadas nas praias e mantidas em currais improvisados nos porões dos navios por várias semanas sem água e alimento, como fonte de carne fresca durante as jornadas de pilhagem e travessias oceânicas. Além disso, os primeiros colonizadores das ilhas da América Central não tinham muita infraestrutura agrícola e dependiam da caça e pesca. Na Jamaica havia cerca de 150 empregos dedicados exclusivamente à caça e comércio de tartarugas, geralmente fêmeas desovando. Entre 1688 e 1730 foram mortas cerca de 30 mil tartarugas todos os anos nas ilhas jamaicanas, exportadas então para todas as colônias caribenhas. Cientistas atuais, com base em modelos ecológicos que consideram a capacidade suporte do ecossistema caribenho, estimaram que havia entre 50 e 100 milhões de tartarugas desovando no mar do Caribe antes da conquista pelos ingleses no século XVIII. Nas ilhas do Pacífico, a mesma história se repetiu. Em Galápagos, por exemplo, as tartarugas terrestres já estavam ameaçadas de extinção quando Darwin chegou a tempo de usá-las como um dos exemplos de sua teoria da evolução.

Em meados do século XVII, o comércio global de pesca e caça marítima descobriu os estoques intocados do Atlântico Sul, especificamente nos mares frios da Patagônia. Enquanto os portugueses concentravam suas atividades de exploração de madeira, ouro, pedras preciosas e escravos africanos no Brasil Colônia, caçadores ingleses e holandeses passavam ao largo com um único objetivo: pescar e caçar mamíferos nos mares temperados do Atlântico Sul, espalhando-se rapidamente na direção das ilhas do Pacífico Sul. Os estoques mais remotos, os últimos a serem explorados, já na segunda metade do século XIX, devido à dificuldade de acesso, foram as focas do oceano Antártico, porque os das ilhas do Pacífico e do Ártico já tinha sumido há muito tempo.

Não se iludam pensando que os homens medievais e renascentistas não eram capazes de provocar os mesmos impactos ambientais que causamos hoje. Peixes e a maioria da megafauna marinha vêm sendo caçados e ameaçados de extinção em função dessa história de exploração e comércio global iniciada séculos atrás, e não apenas nos dias de hoje, como se pensa. Nossos ancestrais não dispunham da tecnologia de sonar, barcos fábricas, redes gigantescas e espinhéis quilométricos que temos hoje. Mesmo assim, provocaram o maior declínio de estoques globais de recursos vivos marinhos de que se tem notícia. Nossa visão de que a indústria moderna da pesca oceânica foi capaz de exterminar nos últimos cem anos cerca de 90% dos estoques pesqueiros mundiais é distorcida. Na verdade, acabou com 90% do que havia sobrado no início do século XX, após o início da pesca comercial na Idade Média. Hoje, quando vemos uma tartaruga nadando ou algumas poucas baleias em Abrolhos, fazemos um auê e gastamos todos os nossos megabytes nas fotos de um ou outro rabo de jubarte.

A capacidade de predação do ser humano é insuperável. Após ter acabado de exterminar a maior parte da megafauna terrestre lá atrás, no período Neolítico, chegou a vez da megafauna marinha. Nos mil anos entre a Idade Média e o começo do século XIX, a população mundial de baleias, focas, morsas e elefantes-marinhos já estava reduzida a cerca de 10% dos estoques anteriores ao “Antropoceno” (a atual época geológica, dominada pelas atividades humanas, cujas consequências são visíveis nas alterações climáticas, na perda de biodiversidade e no aumento da acidez dos oceanos).

Portanto, cada vez mais me pergunto: o que exatamente estamos protegendo com os movimentos conservacionistas, os defesos, as limitações de cotas, a criação de Áreas Marinhas Protegidas (AMPs) e outras medidas paliativas de gestão pesqueira? O que sobrou depois de séculos de exploração nos oceanos de todo o planeta? Se for assim, precisamos fazer mais do que apenas lutar pela conservação da vida marinha que restou. Precisamos recuperar pelo menos parte do que já se perdeu, e resgatar um pouco da biodiversidade marinha que nos foi legada pela natureza. Esse é o nosso maior desafio.

O “SENHOR DAS PEDRAS” – UM GIGANTE AMEAÇADO

Os índios brasileiros o chamavam de Itajara, que em tupi quer dizer “senhor das pedras”. Daí se originou o nome científico *Epinephelus itajara*. É popularmente conhecido por “mero”, tão cobiçado por pescadores esportivos e profissionais de todo o mundo. É talvez o maior dos peixes costeiros, habitante de fundos rochosos, ambientes estuarino-lagunares e recifes de corais.

Não à toa nos Estados Unidos recebe o nome de *Goliath grouper* (“garoupa Golias”). Uma garoupa gigante e solitária, que assusta os mergulhadores iniciantes e excita os mais experientes. O garoupão chega a atingir quase 1,5 metro e pode pesar mais de 300 quilos, acumulados paulatinamente por décadas alimentando-se de lagostas, peixes e até tartarugas. Como um gordo sem agilidade, nada lentamente entre as paredes de pedra dos recifes rochosos e coralíneos. Mas o modo como captura a presa compensa a lentidão dos movimentos. Aproxima-se devagarzinho da vítima distraída e... chuiipt! Abre a bocona de caboclo mamadô, fazendo um vácuo repentino com tamanha potência que suga a presa e metade da paisagem ao redor.

O mero não se intimida com a presença humana. Apesar de arrepiar os espinhos dorsais, sinal de estresse e preocupação com a aproximação do mergulhador, ele não foge, não se protege e não revida. Afasta-se pra não brigar. Exatamente por isso ele está na Lista Vermelha da IUCN como uma das espécies de peixes mais ameaçadas de extinção no mundo.

Seu comportamento considerado “dócil” é um ato suicida diante da insensatez do caçador inexperiente e do oportunismo do caçador profis-

sional. O inexperiente engana a si mesmo ao ganhar um troféu não merecido, uma vez que matar um mero não significa nada para a caça esportiva. Pelo menos não deveria. Um mero lento e inocente não é nem de longe um peixe esportivo. É exatamente como pular a cerca do pasto e acertar um balaço na cabeça do boi que pasta despreocupadamente, e depois sair por aí se gabando e dando uma de Davy Crocket dos mares tropicais.

PRINCIPAIS AMEAÇAS

Para o pescador profissional, representa mais rendimento pesqueiro com o mesmo esforço de captura. E essa tem sido a grande ameaça desde a década de 1950. O comportamento gregário em períodos reprodutivos ameaça a sobrevivência do mero em mares tropicais. Torna a população vulnerável à matança em massa, como vem sendo praticada há décadas ao longo da costa brasileira. Já vi fotos em preto e branco de orgulhosos pescadores dos anos 1950 e 1960 que mais pareciam mercenários ao lado de dezenas de carcaças de meros estendidos lado a lado no píer das marinas.

Hoje, cenas como essas são impossíveis, por duas razões. Primeiro, quase não existem mais meros na costa brasileira, pelo menos nos trechos mais acessíveis aos pescadores submarinos esportivos e profissionais. Segundo, os poucos meros que sobraram estão protegidos por uma moratória do Ibama de dezembro de 2002, que determina multas elevadas para quem for apanhado com meros abatidos no barco. Em 2012, a moratória foi novamente renovada por um prazo de três anos. Como se isso adiantasse.

A pesca clandestina continua a ser praticada pelo mesmo bando de ignorantes. Os principais clientes desse crime ambiental são restaurantes e peixarias. Os animais nunca são congelados inteiros e muito menos com cabeça, a principal prova do delito. São rapidamente transformados em filés e vendidos como garoupa ou badejo (“badejão”, como dizem os vendedores

de nariz comprido) para burlar a lei ambiental. Mesmo se houvesse fiscalização, não haveria como provar a origem da carne proibida. O *mislabeling* é uma prática comum das peixarias. Seja por má-fé ou ignorância, muitas são as vendas de filés de uma espécie pelo nome de outra.

Os Estados Unidos baniram a matança do mero em 1990, e os países do Caribe americano em 1993. A moratória brasileira baseia-se no declínio da população do peixe e nos sérios riscos de extinção. Pensando no lento ciclo reprodutivo do mero, seriam necessários pelo menos uns 20 anos de moratória para recuperar uma geração de indivíduos. Se com lei já é difícil proteger o animal, sem a portaria o peixe está condenado à extinção em todo o território nacional. A exceção talvez seja o Pará, onde a grandeza e a inacessibilidade do delta amazônico ainda preservam populações inteiras de meros em suas águas estuarinas. Mesmo lá, eles às vezes são capturados acidentalmente por redes de arrasto de piramutaba, um bagre de valor comercial. Mas no resto da costa brasileira eles são raros. Mesmo em unidades de conservação como Fernando de Noronha, Atol das Rocas e a Área de Proteção Ambiental (APA) dos Corais (PE).

Outra razão da ameaça de extinção em que se encontram os meros em todo o mundo é a destruição dos manguezais. Uma das maiores especialistas em meros do mundo, a cientista estadunidense Anne Marie Eklund (NOAA – Southeast Fisheries Science Center, Miami, EUA) descobriu que não existem meros onde não há manguezais. Filhotes de meros são criados em águas protegidas de lagunas tropicais margeadas por mangue, onde o alimento é abundante e a oferta de refúgio contra a predação enorme. Portanto, quanto menos áreas de manguezal, menos recrutamento de meros.

Quando adultos saem para áreas desabrigadas de mar aberto, acasalam-se e alimentam-se em habitats rochosos e recifes de coral. Beatri-

ce Padovani, da Universidade Federal de Pernambuco, é nossa especialista brasileira. Relatou apenas um mero em 400 transectos de inspeção visual realizados em 2006 na APA dos Corais, uma região supostamente protegida contra a pesca. Isso pode estar associado ao recrutamento comprometido com a destruição em massa de manguezais no Nordeste para carcinicultura (criação de camarão).

PARQUE DOS MEROS

Tomei contato pela primeira vez com o “senhor das pedras” nos recifes artificiais lançados na costa do Paraná entre 1997 e 2003 pelo projeto Recifes Artificiais Marinhos do Paraná. Os primeiros blocos quadriláteros assentados no fundo arenoso da costa paranaense, ao largo das Ilhas Currais, passaram a ser visitados por grupos de meros nos períodos mais quentes do ano, entre novembro e março. Hoje o local é conhecido pelas escolas de mergulho do Paraná como Parque dos Meros, e tem feito sucesso entre os mergulhadores esportivos.

Alguns deles já mergulharam mais de uma vez só pra sentir de novo a emoção de chegar perto de um bichão daqueles. O coração começa a bater mais rápido. Esses meros são um dos poucos grupos que restaram na região Sul do Brasil, tendo em vista a proximidade de extensas áreas de manguezais ainda em bom estado de conservação, como as das baías de Paranaguá e Guaratuba, no Paraná, e a baía da Babitonga, em Santa Catarina. A vulnerabilidade desses animais à caça fez com que a ONG paranaense MarBrasil (<www.marbrasil.org>) criasse o Promero, um projeto de conservação da espécie que visa incluir o mero nos programas de turismo ecológico do Paraná – turismo do tipo mero *watching*. A visitação ao Parque dos Meros contribui com o desenvolvimento socioeconômico do litoral. Apenas uma escola de mergulho de Curitiba lucrou R\$ 120 mil em quatro anos le-

vando mergulhadores esportivos para visitar os animais. Ou seja: um mero vivo vale muito mais do que um mero morto.

O projeto Promero realiza estudos dirigidos aos meros que se concentram nos manguezais e nos habitats naturais e artificiais do Paraná, usando técnicas de marcação e reavistamento. São feitos diversos mergulhos autônomos programados com apoio operacional de escolas de mergulho de Curitiba para avaliar a densidade populacional e a movimentação dos animais. Tomara que o Promero tenha chegado a tempo de combater a caça ao mero e proteger o nosso “senhor das pedras” antes que ele desapareça por completo e fique apenas na memória da cultura indígena e artesanal. Ou na consciência suja e no sorriso amarelo daqueles caçadores submarinos de alguma foto em preto e branco... De algum iate clube... De algum ponto da maravilhosa e desrespeitada costa brasileira.

E AGORA, BRIGITTE?

É primavera no Ártico. Período de reprodução e amamentação dos filhotes de focas. Aqueles pompons mamíferos com focinho preto, pelos brancos e olhar inocente, mamando o leite materno. O clima boreal é de pura tranquilidade e alto astral. O sol tangencia no horizonte e volta a subir. De repente, uma caravana de embarcações vindas do sul (nessa latitude quase tudo vem sempre do sul) encosta no bloco de gelo marinho. Desembarcam vários homens armados com porretes e ganchos e iniciam uma sequência cruel e desumana de matança de filhotes. Cenas de terror e agonia entre as focas adultas que não sabem como salvar suas crias e, junto com os machos, são abatidas com rifles.

Milhares de filhotes são sacrificados em série com pauladas certezas na cabeça por caçadores, que procuram cuidadosamente evitar manchas de sangue e cicatrizes no pelo branco dos recém-nascidos, que dura apenas duas semanas, quando o pelo branco cai e a pele se torna acinzentada.

O pelo branco sujo de sangue perde valor no mercado. O sangue quente dos bichinhos escorre pela cabecinha esborrachada e é imediatamente cromatografado pela neve ao redor, como num mata-borrão de sangue, ou escorre para águas adjacentes. O branco se suja com o vermelho do sangue coagulado de milhares de carcaças de filhotes e indivíduos adultos de foca. É o holocausto sobre o gelo do oceano Ártico. Em muitos casos, os filhotes são esfolados ainda vivos, e as mães focas, que se salvaram pulando na água, ficam ainda por horas ao lado de seu filhote morto tentando proteger e amamentar a carcaça. O que sobrou da sua cria.

Esse tipo de caça, ou melhor, extermínio, ocorre todos os anos entre 15 de março e 15 de maio. Cada ano são abatidos com porrete centenas de

milhares desses animais indefesos. Mais de 95% são filhotes com idade entre três semanas e três meses – e isso sem contar as focas que escapam já machucadas, fadadas à morte dentro de horas ou dias depois de muito sofrimento. É a maior caça organizada de animais selvagens da história da humanidade, para atender a três mercados extremamente estúpidos: (i) confecção de casacos de pele para as peruas do hemisfério Norte, a principal razão para o sustento desse extermínio em massa; (ii) gordura animal (como pode no mundo de hoje alguém ainda pagar por isso, sem saber que existem milhões de pessoas que dariam as suas de graça), e (iii) a genitália! Isso mesmo, o pênis de foca é considerado afrodisíaco na China. Justo eles, que comem com dois pauzinhos. Nunca entendi de onde saiu essa invenção de que pênis de foca é afrodisíaco. Duvido que Confúcio algum dia tenha dito isso.

A BRIGA

Em 1976, Brigitte Bardot ajudou a liderar uma campanha internacional contra a matança de filhotes de focas do Atlântico Norte, precisamente na região ártica do Atlântico canadense. Desde então, a Fundação Brigitte Bardot, uma ONG internacional criada pela própria, luta contra o comércio internacional de espécies ameaçadas e a crueldade humana contra qualquer animal selvagem ou doméstico. No caso das focas do Ártico, as principais estratégias de ação do movimento antimassacre são (i) o boicote ao comércio de produtos alimentares oriundos de países que apoiam, toleram ou fazem vista grossa a essa matança em massa para atender a interesses industriais específicos, e (ii) a divulgação de imagens e vídeos com cenas cruéis de extermínio em massa de filhotes de foca – ainda hoje emblemáticas para o movimento internacional de conservação da natureza –, que procura chocar a opinião pública e aumentar a pressão sobre os governos e tomadores de decisão.

As cenas chocantes ajudaram a banir o comportamento antiecológico das temporadas *prêt-à-porter* de todo o mundo. A campanha da Fundação BB também obteve sucesso satisfatório do ponto de vista da conservação da natureza, uma vez que a matança de filhotes de foca passou a ser proibida no Canadá a partir de 1987. A garantia de sobrevivência dos filhotes de foca do Ártico se manteve por alguns bons anos, exceto na província de Newfoundland. A Suprema Corte local considerou inconstitucional a moratória da caça de filhotes, e a matança continua desde então, bem como a luta do movimento ambientalista internacional liderado pela Fundação BB. Em 2015, tanto o governo da província de Newfoundland como o de Labrador subsidiaram o massacre.

Os argumentos de ambos os lados do conflito são as armas da batalha. Relatórios do governo canadense afirmam que a população de focas triplicou desde 1970 e que precisa ser controlada para o bem dela mesma e, obviamente, o das indústrias pesqueiras – que contribuem com menos do que 3% do PIB de Newfoundland com a exploração desse comércio estúpido e insustentável. Estima-se que ainda existam cerca de cinco milhões de focas ao largo do Canadá, Groenlândia e Rússia. A indústria pesqueira e seus interlocutores governamentais dizem que esse número é excessivo e responsável pela queda dos estoques de bacalhau e salmão, prejudicando a pesca.

Como resultado dessa batalha, a moratória da caça aos filhotes de focas no Canadá caiu, e novas cotas foram estipuladas para atender à demanda dessa indústria. Pode-se inclusive acessar relatórios técnicos elaborados por veterinários envolvidos na caça às focas, nos quais promovem a defesa das “estratégias humanas de abatimento” – que dizem respeito, principalmente, aos métodos de esmagamento do crânio e sangria –, palavras

que representam uma tremenda dissonância com a proposta de “humanidade” no trato com os animais.

VISÃO SIMPLISTA

Pura bobagem! O movimento ambientalista e os cientistas mostram o outro lado da história – o verdadeiro. Nada está provado em relação à culpa das focas pelo declínio dos estoques de peixes de interesse comercial. Muito pelo contrário. Essa é a visão simplista e linear de uma única cadeia alimentar. Coisa rara na maioria dos ecossistemas, tanto marinhos como terrestres. Como em todos os oceanos, a teia alimentar do Ártico é multilinear e extremamente complexa, formada por inúmeras cadeias alimentares interligadas.

A foca é parte integrante dessa teia intrincada; ou seja, ela come e é comida por outros carnívoros do topo da pirâmide ecológica local. Precisa de muita energia para crescer, reproduzir e reservar gordura como isolante térmico contra o frio polar, que pode chegar a algumas dezenas negativas de graus Celsius. Portanto, alimenta-se de mais de 60 espécies de peixes, lulas e crustáceos.

O declínio de salmão está mais associado à alteração do curso dos rios por barreiras hidrelétricas, transposição de cursos de água para irrigação, desmatamento seguido de assoreamento e poluição por metais pesados de mineradoras. O colapso do bacalhau do Atlântico Norte está claramente associado à sobrepesca. As focas não têm nada a ver com tudo isso.

Antes da chegada dos europeus na região, no século XVII, a população de focas era estimada em 24 milhões. Hoje, após décadas de caça intensiva, são menos de cinco milhões. No triênio 2003-2005 foram mortos quase um milhão de focas, a maioria filhotes com menos de três semanas. Desde a década de 1960 até 1996 a cota de caça era de 129.999. Em 2006

aumentou para 325 mil. É possível que o declínio da população de focas com esse extermínio anual em massa diminua ainda mais os estoques de peixes comerciais. Com menos focas, aumenta a população de peixes que a foca come. E eles também comem outros peixes, inclusive salmão ou bacalhau! Deu pra entender a relação causa-efeito? Um mínimo de conhecimento ecológico é suficiente pra tirar a foca do banco dos réus e torná-la novamente a vítima de mais um entre as centenas de interesses comerciais da indústria de pesca e da moda. E os lobos-marinhos-do-cabo da Namíbia também têm sido alvo da matança. Entre julho e novembro, anualmente mais de 80 mil bebês foca e seis mil machos adultos são mortos em um processo que a autoridade da Namíbia se refere como “refugo”, um método de caça usado pelo governo para controlar a população selvagem de animais, regulando o ecossistema.

Mas alguns passos estão sendo dados (lentamente) em direção à proteção das focas. A União Europeia banuiu a compra de qualquer produto derivado de focas (filhotes ou adultas), desde peles à gordura. O banimento é muito representativo, uma vez que o mercado europeu sempre foi um dos maiores financiadores do massacre. A Rússia banuiu também a compra de qualquer produto oriundo dessa indústria em 2011, balançando profundamente seu funcionamento, já que os russos eram responsáveis por 95% da importação de produtos provenientes da caça no Ártico. Os contínuos esforços do Canadá para derrubar a proibição têm sido em vão.

Infelizmente, a matança ainda continua. Os mercenários dessa guerra ambiental não têm tempo a perder. São pagos pelo número de animais abatidos. E a temporada de caça tem prazo para terminar, ou um número máximo de abates autorizados para executar. O que acabar primeiro. Em um período de cinco anos, o governo canadense condenou à morte por

bordoadas na cabeça e esfolamento *in vivo* cerca de 1.650.000 focas. Além do impacto na teia alimentar marinha do Ártico, o efeito psicológico pode, de acordo com a crença local, aumentar a potência sexual de pelo menos 1.650.000 supersticiosos chineses comedores de pinto de foca, fruto de um massacre extremamente chocante do ponto de vista da justiça ambiental. Isso também não é bom. Melhor é deixar as focas se reproduzirem e criarem seus filhotes em paz.

Leia mais nos sites:

1. Fundação Brigitte Bardot - <www.fondationbrigittebardot.fr/>
2. The Humane Society of the United States - <www.humanesociety.org/animals/seals/>
3. Harp Seals - <www.harpseals.org>

ARTIMANHAS MARINHAS

Se você não sabe o que é um “recife artificial”, é preciso antes saber o que é um atrator para peixes, uma prática muito antiga e comum entre pescadores artesanais de todo o mundo. Um atrator é uma arte de pesca, mais precisamente uma armadilha mortal disfarçada de abrigo acolhedor. Pequenos galhos de árvore, folhas de coqueiro ou uma canoa afundada atraem peixes que buscam proteção, tornando-se bons pesqueiros. O exemplo clássico é o Payao das Filipinas, um atrator artesanal feito com folhas de coqueiros que fica boiando na superfície do mar, ancorado com uma poita. Os peixes concentram-se ao seu redor e podem ser pescados mais facilmente. Existem centenas de tipos de atratores artesanais. Os pescadores amontoam galhos sobre a areia na maré baixa, e em seguida fincam estacas de madeira ao redor e esperam a maré encher. A água cobre os galhos, que atraem peixes em busca de refúgio. Em seguida colocam uma rede ao redor dos galhos, sustentada pelas estacas de madeira, e esperam a maré baixar de novo. Aí é só retirar os peixes de dentro dos galhos. Uma outra prática comum é a marambaia do Nordeste, também feita de madeira, para atrair lagostas.

O conceito de atrator se espalhou para as sociedades modernas com tamanha velocidade e abrangência geográfica que já na década de 1930 era comum prefeituras da costa leste dos Estados Unidos se livrarem de restos industriais e da construção civil, normalmente tijolos e blocos de demolição, lançando-os ao mar, com a justificativa de estar contribuindo para o aumento da biomassa de peixes na região.

Ainda hoje a prática de atrair peixes é comum entre pescadores artesanais e industriais. Comunidades de pescadores do mundo todo só não jogam a mãe no mar para servir de atrator. Vale tudo. Basta ter um mínimo

de volume e densidade e não servir pra nada que vira atrator de peixe e lagosta. No Brasil já tem restos mortais de geladeiras e freezers, e até carcaças de carros e pneus usados sendo agrupados no mar para atrair peixes, ignorando questões como a presença de componentes tóxicos nos materiais e tintas contidas nesses objetos.

Atratores de pesca industrial também usam o mesmo princípio. Seduzem os animais com a oferta de refúgio e os traem descaradamente, pois o refúgio é, na verdade, sua sentença de morte. É uma maneira inteligente (reconheço) de diminuir o esforço de pesca. A indústria pesqueira usa atratores mais sofisticados em áreas oceânicas profundas para a pesca de atuns. São os chamados FADs (“fish aggregating devices”), inspirados no Payao filipino, que economizam combustível e esforço pesqueiro. Em vez de viajar uma semana para capturar uma tonelada de atum, viajam apenas um dia até o atrator pelágico, onde os futuros sushis estarão juntinhos esperando para serem apanhados.

Mas claro que do ponto de vista da conservação atratores são ferramentas muito impactantes, principalmente quando se trata de atrair animais cujos estoques estejam ameaçados, como o próprio atum e a lagosta, dois exemplos de pesca na qual atratores são usados frequentemente. E mais recentemente o polvo. Está começando uma corrida ao polvo, que é capturado com potes amarrados em cabos quilométricos na região Sul do Brasil. O atrator é o próprio pote, que serve como refúgio. O animal entra no pote pra desovar e é içado para cima. A desova é simplesmente jogada fora, impedindo a geração de descendentes. Um aborto artificial. Mais um condenado a entrar rapidinho pra lista de ameaçados.

O potencial que um novo hábitat tem de atrair novos colonizadores tem sido estudado sistematicamente por cientistas de todo o mundo.

E a aplicação desse potencial no ambiente costeiro é extremamente diversa. Uma dessas aplicações é a formação de habitats artificiais, do qual nasceu o termo “recife artificial”. É o nome fantasia dado a um grupo de estruturas, normalmente feitas de concreto, introduzidas propositalmente no fundo do mar para ser colonizado pela comunidade biológica adjacente e passar a ser explorado pelo turismo subaquático ou pela pesca artesanal e esportiva. Novos habitats atraem comunidades diversas, e esse potencial de atração pode ser otimizado a tal ponto que a relação atração/produção passa a ser mais equilibrada do ponto de vista ecológico. O novo habitat deixa de ser apenas um atrator e passa a ser um protetor e produtor de biodiversidade. Não pense apenas em peixes. Pense em toda a teia alimentar marinha antes de mencionar o fato de que recifes artificiais têm sido apontados apenas como locais de atração e não locais de reprodução de peixes. Se o novo habitat estimula o crescimento da base da teia alimentar, não há porque não acreditar que não vá igualmente favorecer o topo. A otimização da colonização é possível com formas adequadas, dispostas em locais adequados, selecionados com estudos ambientais prévios adequados. Só assim é que dá certo; o novo habitat começa a imitar a natureza e seus habitats rochosos naturais.

Além de aumentar o recrutamento de peixes e invertebrados marinhos, recifes artificiais também servem para recuperar habitats degradados. Por exemplo, ajudam a diminuir a pressão do turismo esportivo e subaquático sobre os habitats naturais e servem de obstáculo contra o arrasto com redes de fundo em áreas onde ele é proibido. O Estado da Flórida (EUA) conseguiu diminuir em 50% o impacto do turismo sobre os recifes de coral locais desenvolvendo programas de recifes artificiais em larga escala. Centenas de navios decomissionados e plataformas de petróleo desativadas foram

assentadas no fundo marinho, principalmente no Golfo do México, e hoje são visitados anualmente por milhares de pescadores esportivos e mergulhadores que sentem mais emoção mergulhando dentro de um casco de navio afundado do que entre as algas e cnidários dos recifes calcários. A natureza agradece.

Mas cuidado! “Recifes artificiais” é um tema sedutor, mesmo para aqueles que não têm experiência com estudos marinhos e confundem atratores com recifes artificiais. Comunidades de pescadores, hotéis e marinas estão começando a investir na ideia para atender seus próprios interesses. Projetos dessa natureza só devem ser feitos com base em critérios técnicos e ambientais, e desenvolvidos com a aprovação dos órgãos ambientais e da Marinha. Um diagnóstico oceanográfico da região é imprescindível para assentamentos em larga escala. Além do inventário biológico, devem ser feitas medidas de correntes e do tipo de fundo. O material a ser utilizado não pode ser poluente, nem química nem visualmente. O pior exemplo foi o que ocorreu na costa leste dos Estados Unidos na década de 1960. Milhares de pneus usados anos antes para um programa de recifes artificiais em larga escala foram parar na praia com a passagem de furacões.

Um sistema antiarrasto também não têm nada a ver com recifes artificiais. Mas é igualmente uma ótima ferramenta de ordenamento pesqueiro, principalmente em áreas legalmente excluídas do arrasto, mas não respeitadas, ajudando a evitar os danos causados pelas redes. Eliminar conflitos entre a pesca artesanal e industrial que competem por recursos na mesma área é uma utilidade das unidades antiarrasto construídas no Paraná, em um programa em larga escala desenvolvido com apoio do governo estadual, em parceria com o Centro de Estudos do Mar e associações locais, com duas mil unidades arranjadas em transectos perpendiculares à costa.

Ao contrário dos atratores, hábitats artificiais e sistemas antiarrasto representam novas tecnologias que chegaram para ajudar na conservação e na exploração sustentável dos ecossistemas marinhos costeiros, atualmente em fase de discussão nas políticas públicas para seu assentamento. Isso é urgente, não apenas para facilitar o trabalho daqueles que se preocupam realmente com a conservação da natureza e o uso sustentável do ambiente marinho, mas também para breçar aqueles que se aproveitam do tema para lucrar com a ingenuidade dos pescadores artesanais. O mau resultado de projetos ruins do ponto de vista técnico, ambiental e social cedo ou tarde será cobrado pela sociedade costeira. E os bons resultados certamente contribuirão para a solução dos problemas socioambientais na costa brasileira.

O SALMÃO NO BANCO DOS RÉUS

Salmão é bom grelhado ou disfarçado de sushi. Ouvi mais detalhes sobre esse peixe pela primeira vez quando morei no Japão entre 1978 e 1981, como aluno de mestrado da Universidade de Pesca de Tóquio. Foi um período divertido sob todos os aspectos da minha vida cultural, acadêmica e gastronômica. Mas também foi difícil a adaptação a esse país de diferenças tão marcantes de raça, cultura, idioma e clima. Onde as pessoas em geral riem de coisas absolutamente sem graça ou mantêm aquela fisionomia de samurai pronto para dar o bote, enquanto eu e meu grande companheiro Athiê quase nos mijávamos de tanto rir. Somos amigos até hoje, apesar da distância entre Recife e São Paulo.

Estavam incluídas no currículo do curso atividades de extensão universitária tais como visitas ao mercado de peixes de Tóquio, visitas a cooperativas de pesca e fazendas de produção de algas, moluscos e peixes. Perdi uma delas: a visita a uma estação experimental de produção de salmão no município de Kanagawa, ao norte de Tóquio. O Athiê foi quem me descreveu com precisão de detalhes a experiência inesquecível, que eu adoraria poder contar como se fosse minha.

A prefeitura de Kanagawa retificou totalmente um dos rios locais, que era o itinerário escolhido pelo salmão do Pacífico rumo à perpetuação da espécie. Todos os obstáculos naturais que dificultavam a migração dos peixes rio acima foram eliminados. E mais, foram facilitados com muito concreto, para evitar a erosão das margens ameaçadas pelas construções urbanas. A subida do salmão era uma festa testemunhada pelos habitantes locais. Velhos e crianças sentavam-se horas a fio admirando os peixes. Ninguém pescava, ninguém atirava pedras e salgadinhos, ninguém dava comida e não havia ur-

sos. Os cardumes subiam contra a corrente em uma aventura sem graça, e até meio monótona depois de alguns minutos, se comparada com aquelas cenas do Animal Planet nas quais os peixes dão saltos olímpicos e insistentes para vencer corredeiras e cachoeiras.

Na estação experimental, os técnicos aguardavam a chegada dos peixes que, mesmo exaustos, ainda tinham disposição para acasalar. Até isso era facilitado. Os técnicos providenciavam o que chamamos de “fertilização externa”, capturando as fêmeas ovadas e retirando artificialmente os ovos, que eram colocados em uma vasilha plástica. Em seguida retiravam os espermatozoides dos machos, derramando o líquido seminal sobre os ovos alaranjados e, como numa receita da natureza, misturavam tudo com a mão mesmo. É o jeitinho japonês. Aquela maçaroca de ovos fertilizados era mantida em uma incubadora com água corrente e estupidamente gelada por algumas semanas até a libertação dos alevinos (larvas dos peixes). Os novos peixinhos eram criados com ração altamente rica em proteína, óleos e vitaminas, até atingirem o tamanho suficiente para iniciar o ciclo migratório. Cada juvenil recebia uma marca na nadadeira dorsal, onde constava uma identificação numérica para controle populacional. É nesse ponto que a história começa a ficar mais interessante.

Como se sabe, o salmão é uma espécie migratória que começa seu ciclo de vida nos rios montanhosos e nada até o mar, onde passa anos se alimentando e fugindo das ameaças oceânicas. Aqueles que sobrevivem após anos de batalha na teia alimentar marinha de algum modo (dizem que é pelo olfato) localizam o caminho de volta até onde nasceram para reproduzir, de uma só vez, toda uma nova geração de salmões. Do mesmo modo que seus pais fizeram anos antes. O ciclo de vida do salmão pode levar até nove anos. Sabe lá onde esse peixe andou pelo oceano Pacífico até chegar ao local onde

nasceu. No dia e na hora em que o Athiê estava lá, um dos técnicos capturou uma fêmea que tinha sido marcada por ele cinco anos antes. O rapaz parecia um padrinho orgulhoso carregando seu recém-nascido afileado com um sorriso colgate e lágrimas explodindo pelos cantos dos olhos. A chance de encontrar o peixe marcado anos antes parecia menor do que ganhar na Sena acumulada.

Para encurtar essa parte da história, os peixes capturados, desovados e “masturbados” eram abatidos e consumidos no mercado interno. Mesmo aquele recuperado pelo orgulhoso técnico. Se fosse brasileiro, levava-o para casa e gastava até um terço do salário com aquários, aeradores, cenários, filtros e ração, para o resto da vida. A emoção do japonês era mais pelo sucesso tecnológico da reprodução do salmão do que pelo reencontro com o afileado migrador. Isso eu descobri mais tarde. Japonês é assim mesmo. Fazer sushi e sashimi é prioridade em uma cultura milenar que não desperdiça nada, que quase não gera lixo orgânico e que precisa garantir recursos para a geração futura. Na minha opinião de consumidor, o sushi, particularmente o de salmão, foi um dos mais importantes legados culinários deixados pela cultura japonesa no final do século passado. O sabor, o visual, a maneira de comer e degustar o peixe cru temperado com shoyu e wasabi, algumas lascas de gengibre fatiado ou fiapos de nabo, interrompida pelos goles de saquê quente. Esse prazer deveria estar naquele banco digital de dados históricos, culturais e tecnológicos da raça humana que os americanos mandaram para o espaço.

Mas nada disso teria importância para nós brasileiros se não fosse pelo recente *boom* de consumidores de sashimi e sushi de salmão. Maldita imprensa televisiva, que me tirou esse prazer ao mostrar nas últimas semanas a contaminação do salmão com vermes parasitas. Um verdadeiro alien albino

em forma de fita roubando parte do meu bolo alimentar. Que cena horrível! Na verdade, acho tudo muito dramático. Afinal, nem só de salmão vive o parasita. E, vamos e venhamos, verme a gente controla com tecnologia, limpeza, desinfecção etc. Na pior das hipóteses, matamos com vermífugo.

As ameaças da indústria do salmão são muito mais graves. Não apenas contra nós, mas contra o próprio salmão. Este é mais um candidato à extinção. Daqui a alguns anos salmão vai ser como galinha. Só se vê nas fazendas e no supermercado. Atualmente está em discussão no Congresso dos EUA a lei que autoriza a venda e o consumo de salmão transgênico no mercado interno, o que representaria a primeira carne transgênica aprovada para consumo humano no mundo. Quem desenvolveu a novidade foi a empresa de biotecnologia Aqua Bounty Technologies. Dizem que a nova raça artificial pode crescer e atingir o tamanho de mercado na metade do tempo que leva um salmão selvagem para crescer (isto é, 22 a 30 meses). A ideia é vender os alevinos transgênicos para a engorda em fazendas, que vão dobrar os lucros. Se esse bicho escapa para o ambiente natural, o que é óbvio que vai acontecer, ninguém sabe a tragédia genética das populações naturais quando transgênicos e selvagens começarem a se cruzar, nem o impacto ambiental causado por um competidor que chegou antes do previsto no palco da teia alimentar marinha. A proposta encontra-se em fase de testes, mas a Aqua Bounty Technologies já levou multas no Panamá (onde está localizada sua planta de estudos) por contaminação da água, falhando nos critérios de segurança do empreendimento.

Na verdade, as populações de salmão selvagem já estão seriamente ameaçadas de extinção há algumas décadas pelo uso de pesticidas na agricultura, nos jardins e nos parques públicos, que invariavelmente chegam aos rios e contaminam a teia alimentar local. Quando não contamina e mata di-

retamente o salmão, o veneno altera seus padrões de reprodução ou provoca doenças irreversíveis. Salmão é um dos melhores indicadores de qualidade da água. Necessita de água extremamente limpa e gelada. Se ambas as condições ambientais não forem satisfeitas, a população decresce rapidamente.

Do ponto de vista sanitário, pior que vermes parasitas é a contaminação química da carne de salmão. A maior parte do salmão consumido nos restaurantes vem de fazendas marinhas. Cria-se salmão em cativeiro desde a segunda metade do século XIX na Noruega, Estados Unidos e Canadá, onde os cultivos começaram em 1884. Estes são, atualmente, os maiores produtores do peixe em cativeiro, juntamente com o Chile. O Japão também começou a utilizar a técnica cedo, em 1887. Os salmões são criados em cercos de tela de nylon, chamados “tanques-rede”, que ficam presos com cordas e âncoras e armados na superfície com boias. O regime é de engorda intensiva, com pouco espaço. Para evitar doenças causadas por vírus, fungos e parasitas e garantir o rendimento da produção, a ração é misturada com altas doses de antibióticos, fungicidas e vermícidas. A indústria canadense gasta cerca de sete toneladas de antibióticos em seus cultivos todos os anos. O problema da ingestão de carne de salmão com muito antibiótico é o mesmo quando se consome carne de qualquer animal igualmente contaminada com antibióticos, como é o caso do boi, frango, porco etc. O consumo frequente pode desenvolver cepas resistentes de vírus que provocam doenças graves. E daí os antibióticos receitados não fazem mais efeito e a doença se agrava.

Um artigo publicado na revista *Science* em janeiro de 2004 comprovou que o salmão produzido em cativeiro está mais contaminado com pesticidas do que o salmão selvagem, cuja contaminação se dá por acúmulo de substância ao longo da teia alimentar marinha da qual está no topo. O processo é lento e permanente. Os níveis de contaminação das espécies

selvagens ainda parecem aceitáveis para consumo, se bem que não há razão para não acreditar que somos igualmente depositários de produtos químicos tóxicos e cancerígenos em nossa gordura. Afinal, estamos na base, no meio, no topo e em todos os níveis da teia alimentar marinha. Ao cultivar salmão, aceleramos o acúmulo desses produtos pela ração contaminada. O peixe é contaminado de uma só vez, e com selo de garantia. O nível de pesticidas encontrado em salmão cultivado na costa oeste dos Estados Unidos por um grupo de trabalho designado pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) foi 16 vezes maior do que no salmão selvagem. O grupo concluiu que a carne do peixe é a que tem o maior nível de contaminação por pesticidas dentre todos os itens alimentares consumidos no mercado americano. Em 2004, a Holanda devolveu 22 toneladas de salmão contaminado para os produtores chilenos de Puerto Mont. O produto encontrado foi o fungicida “verde de malaquita”, que está proibido há anos nos países produtores do animal.

Minha dúvida é como anda a inspeção sanitária aqui no Brasil. Se soubemos da contaminação com parasitas, foi porque algumas pessoas passaram mal. Isso serviu de alerta à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) para que intensifique a inspeção sanitária do salmão, como já deve estar fazendo. Mas e quanto a pesticidas, fungicidas e antibióticos? Será que a Anvisa monitora a concentração desses contaminantes na carne do salmão importado?

Quem me dera o único problema com a carne de salmão fosse a contaminação com vermes. Como disse no início, gosto de salmão grelhado ou cru, tanto faz. E, apesar de não ter salmão nativo no Brasil, vou defender indefinidamente o direito que esse peixe delicioso tem de sobreviver e o direito que eu tenho de comê-lo sem receio de me contaminar com vermes, antibióticos, pesticidas e fungicidas.

ESTUPIDEZ NO FUNDO DO MAR

Há uns anos levei meu filho para assistir *Procurando Nemo*, da produtora Pixar. Uma das cenas que mais me chamou a atenção foi aquela rede de cerco que, quase no final da história, capturou o peixinho protagonista e todas aquelas anchovas inocentes. Achei louvável a iniciativa dos produtores ao ilustrar em um filme infantil (?), ainda que por poucos segundos, um dos piores crimes ambientais praticados no mar: a pesca industrial, ainda endossada pela comunidade global, mais por ignorância da maioria do que pela ganância de poucos. Essa indústria dispõe de uma esquadra de aproximadamente 38 mil embarcações de grande porte (1600 só no Brasil, de acordo com o Sistema Informatizado do Registro Geral da Atividade Pesqueira – SisRGP) e movimenta US\$ 75 bilhões anualmente.

Vou tentar contar essa história desde o começo. A humanidade aprendeu a cultivar a terra e a domesticar animais, garantindo proteína para bilhões de pessoas. Mas a comunidade costeira manteve-se caçadora. Pescar nada mais é do que “caçar peixe”, e o homem desenvolveu técnicas artesanais eficazes para pescar. Desde as mais simples e seletivas, como a coleta manual, o anzol e o arpão esquimó, o arco e flecha tupiniquim e o covão de bambu, até as pequenas redes de arrastão de praia, de espera ou os cercos fixos da Ásia e dos povos mediterrâneos. A população mundial cresceu exponencialmente, e a necessidade de alimento aumentou nas últimas décadas. Isso inclui peixes, crustáceos, moluscos e toda a sorte de invertebrados marinhos que os chineses conseguem comer. A maricultura ainda não produz o suficiente para atender a demanda.

Após a Segunda Guerra Mundial, a pesca industrial, antes restrita à caça de baleias nos oceanos austrais, tomou um novo rumo. Com apoio de

novas tecnologias, a indústria pesqueira começou a pescar em grande escala recursos de vários níveis da cadeia alimentar marinha, para atender ao mercado consumidor, utilizando redes de diversos tipos e tamanhos, varas e *long lines* com anzóis enormes. O alvo principal tem sido os pequenos e grandes peixes pelágicos de plataformas rasas (sardinhas e anchovas), das áreas oceânicas mais profundas (atuns, bonito, espadarte), peixes de fundo (linguado, abrotea, bagres, corvinas, raias), tubarão e o mais valioso de todos: o camarão, esse invertebrado tão cobiçado na culinária de todo o mundo.

Essa tecnologia de pesca contemporânea trouxe consequências desastrosas para a biodiversidade marinha e para os recursos pesqueiros que dependem dessa mesma biodiversidade. Algumas estatísticas alarmantes podem dar um quadro mais preciso da situação: nos últimos 50 anos, a indústria pesqueira mundial reduziu a população de peixes oceânicos em 90%; os mais ameaçados são o atum, cujos estoques decresceram em 50%, o bacalhau e o espadarte; das 25 mil espécies marinhas, 30% estão ameaçadas de extinção; 70 milhões de tubarões são capturados anualmente só para a retirada da barbatana; de acordo com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO), 80% da biomassa marinha já foi capturada e, mesmo assim, continuamos a explorar incessantemente os 20% restantes.

A explicação dessa exploração irracional do ponto de vista ambiental é o fato de os recursos pesqueiros marinhos não terem dono. É a “tragédia dos comuns”, como dizem os oceanógrafos e biólogos pesqueiros. Exceto em águas internacionais e estoques migratórios, sobre as plataformas continentais da Zona Econômica Exclusiva, parece que qualquer um pode pegar o que quiser, sem se responsabilizar pelo estrago. Domina a mentalidade do “se eu não pegar, outro pega”.

Mas o pior de tudo é, sem dúvida, o rejeito da pesca que a indústria pesqueira não aproveita porque não tem valor comercial. E o grande vilão dessa inútil mortandade em massa é o arrasto de fundo com portas ou parelhas de barcos. A devastação das comunidades bênticas por onde a corrente das redes de porta passa é catastrófica e, em escala global, pode ser considerada pior do que a derrubada de florestas. O barco puxa uma rede de pesca em forma de saco, com portas presas nas extremidades opostas, de tal forma que as portas são obrigadas a se separar devido à resistência com a água (como quilhas de veleiros). Desse modo, a boca da rede se mantém aberta, com cerca de 15 metros de extensão. O lábio inferior é uma corrente que revolve o fundo, suspendendo sedimentos, peixes e invertebrados. O “lábio” superior é uma corda com boias pequenas que flutua, mantendo a boca aberta.

Tudo o que entra pela boca da rede é comprimido e concentrado no fundo do saco. Em fundos arenosos, são caranguejos, siris, juvenis de peixes de fundo, estrelas, patas de cabra, vermes e milhares de outras formas de vida que tiveram o azar de coabitar o mesmo espaço do camarão e foram surpreendidas por essa rede devastadora. No final do arrasto, o produto da captura é selecionado. isto é, camarões e peixes grandes. O restante só tem valor ecológico, e não pode ocupar o espaço e o gelo do porão destinado ao camarão, exceto algumas espécies de peixes de maior valor econômico, que passaram a ser aproveitadas desde que os estoques de camarão diminuíram. Esse racismo comercial rejeita anualmente cerca de 25% da captura global, que foi de cerca de 80 milhões de toneladas em 2001 (80 milhões de toneladas foi a captura total de camarão! Não é muito?). Ou seja, no mínimo 20 milhões de toneladas de pequenos peixes, juvenis e invertebrados, foram lançados mortos de volta ao mar, causando mais poluição orgânica e desequilíbrio ecológico.

No Brasil, os dados são igualmente pessimistas. O arrasto e o descarte da pesca começaram na década de 1950 na região Sul. Na década de 1970 estenderam-se para o Nordeste. Nos últimos 30 anos o arrasto se intensificou, com o uso de barcos mais potentes e redes maiores. Devido à pressão da pesca desordenada em nosso país, 75% das espécies de peixes de nossa plataforma continental e baías estão ameaçadas. E 7% estão em colapso, provavelmente irreversível. O descarte pode ser de até 90%. No Norte e Nordeste, a cada quilo de camarão capturado, são descartados em média 7,2 quilos de biomassa de espécies “acompanhantes”. No Sul são quatro quilos de fauna rejeitada e morta para cada quilo de camarão.

Nos últimos 40 anos (pelo menos), o arrasto de pesca é praticado quase todos os dias do ano, exceto nos defesos paliativos, em todas as plataformas continentais do mundo. O camarão é uma forte *commodity* do comércio mundial de pescado, cujo preço flutua com a oferta e a demanda. A queda dos estoques e a escassez do produto fazem o preço aumentar. Com o aumento, a busca se intensifica e a degradação aumenta, reduzindo ainda mais os estoques. O preço sobe ainda mais, e assim por diante. É um círculo vicioso cruel e injusto para com a natureza. Como diz o dr. Jorge Castello, um dos maiores biólogos pesqueiros de nosso país, o camarão pode ser comparado à cocaína.

É preocupante o destino da biodiversidade marinha e dos recursos pesqueiros em nosso país. O arrasto de pesca em áreas ilegais e praticado sem controle é o pior crime ambiental “legalizado” que se pode praticar contra a integridade física e biológica dos ecossistemas marinhos. Vai contra a maré do desenvolvimento sustentável da região costeira. Minha única esperança é que a pesca industrial, por ser estúpida e ao mesmo tempo suicida, esteja condenada a ser extinta por si mesma nas próximas décadas. Tomara!

Na zona costeira, a maior parte das populações tradicionais encontradas são de pescadores (chamados caiçaras nos estados de São Paulo e do Paraná), indígenas e quilombolas, sendo comum também a presença de populações oriundas da mistura de indígenas e quilombolas com descendentes de europeus. Muitas comunidades se encontram fragilizadas socioeconomicamente e marginalizadas, sobretudo em função da especulação imobiliária na costa, do empobrecimento dos recursos pesqueiros, da competição com a pesca industrial e, inclusive, pela criação de Unidades de Conservação da natureza (UCs) restritivas e não compatíveis com seus modos de vida. Até o início dos anos 2000, de acordo com pesquisa realizada pelo Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas (Nupaub), em 39% do conjunto das UCs dos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Paraná existiam moradores. No estado de São Paulo dados do Instituto Florestal mostram que existiam populações tradicionais em praticamente todas (73%) as unidades restritivas de grande porte (com mais de dez mil hectares). Como trabalhadores, os pescadores também tardaram a terem seus direitos reconhecidos, o que contribuiu para sua marginalização estrutural ao longo da história. J.L.G.

POPULAÇÕES TRADICIONAIS

PESCADORES PEDEM SOCORRO

Todos sabem que a pesca em nosso país tem mais valor social do que econômico. Se a Terra girasse ao contrário, o Brasil seria pelo menos dez vezes mais rico em peixes, a pesca industrial prevaleceria e haveria um Ministério da Pesca e Aquicultura tão politicamente forte quanto o da Agricultura em nosso país.

Para aqueles que não sabem e nunca ouviram falar, os ventos alísios não apenas ajudaram os portugueses e o Amyr Klink a chegar no Brasil como também trazem da África a água tropical e empobrecida que passa por Fernando de Noronha e se acumula nas costas do Nordeste brasileiro, espalhando-se para o norte e o sul através da Corrente do Brasil e da Corrente do Norte do Brasil.

Apesar da riqueza em biodiversidade costeira, que por enquan-

to só enche a barriga da indústria turística e da pesca esportiva, aqui tem pouco peixe. E esse pouco vem sendo disputado por cerca de um milhão de pescadores “artesanais” (leia-se pesca de subsistência) registrados pelas Associações e Colônias de Pesca ao longo da costa brasileira. Fora os que não estão registrados. Eles dependem quase exclusivamente da pesca, com poucas alternativas de renda.

O fato é que a estabilidade social dessa comunidade está seriamente ameaçada devido aos conflitos com a pesca industrial, principalmente a pesca de arrasto demersal, como descrito em artigo anterior. O caso deles é ainda pior do que o dos índios, cujas terras e identidade cultural bem ou mal são protegidas por lei. A defesa da cultura indígena brasileira já está institucionalizada. Apesar dos constantes conflitos por terra, alguns doidos varridos que gostam de pôr fogo em índio e alguns outros mais doidos ainda na bancada ruralista do Congresso, a Funai existe e tenta cumprir o seu papel de defender a comunidade indígena. Mas, por causa do velho chavão que diz que quem mora à beira-mar não passa fome porque pode pescar, o pescador brasileiro tem sido totalmente esquecido pelos projetos de desenvolvimento social. Só tem valor cultural, pois inspirou obras literárias, artes plásticas e música baiana. Precisamos urgentemente de uma Funai para os pescadores. Então o que falta para melhorar as condições de vida dessas comunidades? A resposta pode estar em projetos inovadores com ações práticas no sentido de reverter a queda do patamar social dos pescadores brasileiros e a ameaça de degradação ambiental na zona costeira. Projetos de pequeno porte aplicados em comunidades pequenas e que sirvam de exemplo para outras comunidades.

Existem várias formas de ajudar comunidades costeiras. Programas paternalistas envolvem subsídios, não são autossustentáveis e não ge-

ram autonomia. Principalmente porque carecem de base técnica e, portanto, não levam em conta a capacidade suporte de um determinado recurso em relação à sua demanda. De que adianta subsidiar o pescador com óleo diesel e construção de barcos de pesca se a quantidade de peixes não é suficiente para todos os que pescam? O melhor que se pode fazer para ajudar essas comunidades é, primeiro, proteger seus recursos naturais; segundo, ensinar tecnologias alternativas para a produção artificial e programada de recursos; terceiro, apoiar o pescador a buscar renda em outras profissões. Assim ele pode sair da pesca, trabalhar em outro ramo de atividade. Deixar de “caçar” ou “garimpar” peixe, e de mendigar subsídios governamentais. É melhor para ele e diminui a concorrência e a pressão de pesca sobre o ecossistema marinho.

O Canadá já faz isso há muito tempo. Dá subsídios ao pescador não para pescar, mas para montar uma padaria, uma oficina especializada, bolsa de estudos para os filhos etc. Aqui, ao contrário, tudo o que se tenta fazer pela socioeconomia costeira não vai adiante. Uma das várias iniciativas de ação governamental para o uso sustentado dos recursos marinhos foi a criação da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM). Através de seus planos plurianuais, a CIRM tenta conduzir (na minha opinião, em vão) uma Política Nacional para os Recursos do Mar desde 1980. A cada quatro anos renova-se o Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM), atualizando-se os termos. Em geral, os planos vêm contemplando as diretrizes de uso e apropriação da zona costeira e da Zona Econômica Exclusiva, em sintonia com os princípios de sustentabilidade preconizados na Rio 92 e demais foros de discussão sobre as questões socioeconômicas na zona costeira. As ações estratégicas do PSRM são basicamente pesquisa, criação de unidades de conservação da biodiversidade (APAs, parques, reser-

vas etc.) e educação para a capacitação de recursos humanos. No entanto, é apenas mais um documento político coberto de boas intenções.

A verdade é que, após décadas de apoio a projetos de pesquisa científica e de conservação da biodiversidade marinha pelos editais específicos do Ministério da Ciência e Tecnologia (Pronex, PADCT, Milenio) e do Ministério do Meio Ambiente (FNMA, Pronabio etc.); do esforço de diagnóstico dos programas Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva (Revizee) do Programa Nacional da Biodiversidade (Pronabio); da intenção de ordenamento costeiro pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro do Ibama; da criada e logo esquecida Política Nacional de Ciência e Tecnologia Marinha do MCT; dos últimos 30 anos de vigência do PSRM da CIRM; e de todos os documentos de diagnóstico produzidos nos níveis governamental e não governamental, o patamar socioeconômico das comunidades costeiras continua aquém dos benefícios pretendidos por meio dessas políticas e fomentos.

Alguém precisa fazer alguma coisa grandiosa pela comunidade de pescadores do Brasil. E logo.

VELAS DE ICAPUÍ¹

No início de julho de 2005 passei dez dias na praia de Peroba, município de Icapuí, no Ceará, desfrutando da hospitalidade de Bosco e Leinad CarboGIN, um “casal 20” do terceiro setor cearense. Lá tudo se resume em falésias, dunas, praias e, obviamente, o marzão verde e muito vento alísio do Nordeste. Em escala sazonal, a paisagem pode até ser monótona pra quem vive ali. Mas a dinâmica caótica do vento, das ondas e da reflexão da luz solar dão conta da variedade cênica de hora em hora. A rapidez com que o sol nasce e se põe é surpreendente para quem está acostumado a viver nas latitudes do sul do país. É que os paralelos próximos ao Equador giram mais rápido para completar as 24 horas diárias de rotação terrestre em relação aos demais.

O Nordeste do Brasil é rico em radiação solar, mas banhado por águas quentes muito pobres em nutrientes. Nutriente é todo elemento químico sem os quais vegetais ou animais não crescem. É como o adubo na agricultura. No mar do Nordeste brasileiro a mãe natureza foi generosa com a radiação solar, mas economizou na oferta de nutrientes. E é com muita luz, mas pouco nutriente que o mar nordestino abriga sua biodiversidade tropical. Água quente e transparente dá as condições ideais para a formação de extensos bancos de macroalgas. Algumas com exoesqueleto de carbonato de cálcio, formando recifes calcários que dominam o fundo marinho desde próximo à costa até a faixa dos 90 metros de profundidade, quando

1 Agradeço a René Schärer, do Instituto Terramar na Prainha do Canto Verde, e Roberto Kobayashi, um nipo-cearense que adotou Icapuí como o seu paraíso na Terra. Ambos me deram livros sobre o tema lagosta-jangadeiro e dicas técnicas, culturais e históricas importantes sobre a problemática do pescador artesanal cearense.

a luz, apesar da transparência da água, já não é suficiente para que o crescimento das algas supere a herbivoria dos peixes e invertebrados recifais. Essa floresta submersa sustenta a biodiversidade marinha nordestina sobre a qual sobrevivia fartamente a pesca artesanal de subsistência até meados do século XX.

Na zona costeira, domina uma flora arbustiva que começa na beira das falésias para o interior, disputando espaço com carnaúbas e cajueiros enormes. É a mata de tabuleiro, uma transição entre Mata Atlântica e caatinga. Nas praias dominam coqueiros e estolões de *Hipomaea*, uma vegetação pioneira de dunas. Sobre esse cenário biótico estão os moradores locais, em sua maioria pescadores que vivem, ou melhor, sobrevivem da pesca artesanal.

Reginaldo é um bom exemplo do pescador vitimado pela escassez da lagosta e da ação da pesca predatória com compressor. Ele chegou com o vento da tarde e estava estacionando seu paquete, uma jangada pequena, no supralitoral arenoso, quando me aproximei com aquele arzinho de hipocrisia diplomática e perguntei: “Como é bonito aqui, né moço? Pegou alguma coisa?”. Na verdade, estava interessado em saber se ele tinha pego alguma lagosta. Não tinha. Mas se o meu problema era matar a vontade de comer lagosta, ele disse que tinha duas no “frizi”. O jantar em sua casa e a conversa de pescador após o café foi a maneira mais espontânea de entrar em contato com a realidade do dia a dia do pescador artesanal nordestino, que, exceto pelos protagonistas fictícios das minisséries e novelas da televisão brasileira, é uma das classes sociais que continua totalmente esquecida por nossos governantes.

Reginaldo utiliza covos e uma única caçoeira de 500 metros com malha 7 e “nalho” (nylon) de espessura 45. Tem 34 anos mas aparenta 50,

e seu sonho de consumo é um bote mais seguro para que possa pescar mais longe e com mais conforto e segurança. Percebi o quão analfabeto ele era depois que ele usou a expressão “*precisamos pôr os pingos nos x’s*” referindo-se ao controle da pesca ilegal da lagosta que tanto o prejudica. Com a ajuda de um tio, começou a pescar aos dez anos. Hoje é um dos cerca de um milhão de pescadores artesanais no Brasil que pratica a chamada “pesca artesanal de subsistência”, um termo técnico usado nas ciências sociais e na biologia pesqueira para designar a única atividade da qual ele, pescador, sobrevive. Como eu disse, sobreviver é exclusivamente o que o pescador nordestino faz hoje em dia. O que difere a sua pobreza humilde e resignada da miséria de pobreza humana de uma favela ainda é a possibilidade de tirar diariamente alguma proteína do mar em frente à sua casa. Graças ao mar, também parece ainda gozar alguma vantagem em relação ao sertanejo castigado pela seca, uma vez que praticamente quase todo ser vivo marinho pode ser digerido.

Assim como Reginaldo, centenas de pescadores partem diariamente das praias Redonda e Peroba. A rotina se repete há anos. Saem por volta das cinco da manhã com seus botes e paquetes movidos a velas brancas triangulares. O embarque é feito em saídas sincronizadas de “catraias”, que são balsas movidas a vara, como nas gôndolas de Veneza, cada uma com 15 a 20 homens eretos e imóveis. Se alguém se mexer, a balsa vira. O catraieiro os leva aos seus respectivos botes. As velas desabrocham uma a uma e, com o terral pela popa, afastam-se lentamente da praia até seus pesqueiros tradicionais. Vão buscar os peixes e lagostas presos durante a noite nas caçoieras e manzuás. Depois retornam bordejando por volta das sete. Daí repetem o mesmo roteiro entre as três e cinco da tarde, na ida navegando contra o vento alíseo e regressando em popa. Quando voltam ao entardecer, concen-

tram-se em recolher velas e abrigar os barcos do vento, na maioria das vezes sem muito o que comemorar. Parece que o orgulho da pesca bem-sucedida e a fartura dos velhos tempos terminou. Hoje ainda são centenas de velas, pequenos triângulos brancos no horizonte, disputando o que ainda resta de peixes e lagostas no mar de Icapuí.

Além do baixo índice socioeconômico, a decadência cultural se manifesta nas tábuas substituindo toras de piúba, a madeira típica das jangadas, e nos sacos plásticos vagabundos substituindo samburás para armazenar os peixes capturados. Velas e retrancas remendadas e isopor são a última moda na confecção dos pequenos pacotes, alguns com apenas um metro quadrado, e que mais parecem salva-vidas. A única razão dessa decadência cultural é um mar cada vez mais vazio, e o pescador artesanal nordestino se favelizando na mesma proporção. Não pelo mar tropical ser pouco produtivo, mas principalmente pela falta de apoio social e governamental na gestão dos recursos pesqueiros, herança de seus antepassados.

Não sei ao certo os detalhes da origem do pescador nordestino, uma mistura de índios e brancos, mas vamos supor que até 1955 eles eram os únicos que pescavam peixes, caranguejos, ostras de mangue, sururus e, eventualmente, lagostas no mar em frente à sua comunidade. Não havia o Tamar e, portanto, tartarugas também faziam parte da dieta regional. O peixe era abundante e a população costeira era muito menor. Jorge Amado e Dorival Caymi descreveram e cantaram em verso e prosa a cultura e a vida do pescador baiano desse período. Se tivessem vivido no Ceará, teriam sido igualmente ou até mais inspirados por histórias incríveis de pescadores, como as muitas que ouvi por aqui. Ouvi que os jangadeiros cearenses fizeram viagens ousadas entre o Ceará e o sul do Brasil, e até Buenos Aires, como forma de protesto ou por reivindicações sociais e trabalhistas. Algu-

mas conquistadas, outras não. Por exemplo, a inclusão parcial dos jangadeiros nas leis trabalhistas foi conseguida depois que quatro jangadeiros, partindo da praia de Iracema em Fortaleza em 1941 com uma jangada de piúba, chegaram ao Rio e foram recebidos como heróis por Getúlio Vargas. Essa foi a história filmada por Orson Welles em sua breve passagem pelo Brasil.

A aposentadoria por tempo de serviço para o pescador artesanal foi conseguida anos mais tarde, no governo Médici, depois que dois jangadeiros cearenses chamaram a atenção da sociedade viajando com uma jangada até Ilha Bela, em São Paulo. Ou quando o mestre jangadeiro Mamede Dantas Lima e mais quatro jangadeiros da praia do Canto Verde viajaram até o Rio de Janeiro em 1993 para protestar contra a caça predatória da lagosta com compressor. Essa caça continua até hoje, mas, pelo menos, voltaram com o seguro desemprego para o pescador artesanal durante os períodos de defeso entre dezembro e maio, quando a pesca da lagosta é proibida pelo Ibama (instrução normativa do Ibama 206/2008 – lagosta) para recuperação dos estoques sazonais.

Depois do declínio da caça da baleia, que datava do século retrasado, a captura da lagosta tornou-se a pesca comercial mais importante do Nordeste do Brasil. Até meados da década de 1950, a lagosta era apenas um recurso como outro qualquer, capturada com o jereré, uma espécie de puçá onde se amarrava a isca que atraía as lagostas. Quando entravam no jereré, era como se entrassem num elevador, sendo erguidas rapidamente pra superfície. Mas, acreditem ou não, eram mais usadas como isca na pesca de linha. Até que chegou um gringo chamado Davis Morgan. Era oficial da Marinha americana durante a Segunda Guerra Mundial, participando de operações navais entre os Estados Unidos, passando pelo Ceará e Fernando de Noronha até o norte da África. Morgan descobriu a lagosta nordestina e seu po-

tencial econômico durante suas andanças por aqui. Após a guerra, já tinha o plano traçado. Explorar a pesca da lagosta do Nordeste brasileiro para vender no mercado internacional. Dizem que trouxe a tecnologia da armadilha para capturar lagosta do tipo covão, que aqui chamam de manzuá ou cangalha. Por vários anos operou uma rede de atravessadores entre Fortaleza e Icapuí responsáveis pela compra e coleta da lagosta, que na época não valia mais do que um siri. Devido ao difícil acesso pelas estradas da época, fazia o pagamento lançando sacos de dinheiro por helicóptero.

Ninguém sabe onde foi parar o tal Morgan depois de anos lidando e enriquecendo com a exploração da lagosta nordestina. Mas logo em seguida vieram os franceses, no início da década de 1960. Frequentemente invadiam nossas águas territoriais para “...levá lagôsta, levá lagôsta, porque em Paris todo mundo gôsta” como dizia aquela opereta do Ary Toledo. Era exatamente como roubar galinha do vizinho, só que mais elegante. Quase que o Brasil entra em guerra com a França por causa do roubo de lagosta em nossas águas territoriais. A era Morgan e a quase Guerra da Lagosta entre Brasil e França despertaram o comércio pesqueiro nacional para esse nobre crustáceo, que passou a valer muito no mercado internacional, mais do que o camarão. Hoje pagam até 90 reais pelo quilo da cauda da lagosta adulta.

O pescador artesanal também iniciou sua guerra pessoal da lagosta. Começou a disputá-la não mais como subsistência, mas como renda em um mercado em expansão e garantido pelos atravessadores e pela nova cadeia produtiva. A lagosta passou a ser considerada o ouro do mar, do qual dependiam, e ainda dependem, milhares de pescadores nordestinos. Ainda hoje é a principal renda dali, a moeda local. Peixe é secundário. Peixe é pra comer, lagosta é pra vender e pagar as contas do mês. Estatísticas da Secretaria da Saúde do município de Icapuí revelam maiores taxas de mortalidade

infantil no período do defeso, entre 1º de dezembro e 31 de maio.

A partir de 1970, a frota pesqueira nordestina cresceu vertiginosamente com o apoio de subsídios governamentais, acima da capacidade suporte de uma plataforma tropical que foi feita apenas para suportar a pesca artesanal. Os empréstimos beneficiaram mais a pesca industrial do que os pescadores artesanais. Desde então, as lagostas têm sido exploradas vorazmente pela pesca empresarial, que não respeita cultura, tradição e bem comum. É primitivamente ambiciosa e egoísta e está pouco se lixando para o estrago socioambiental que vem provocando não apenas no Nordeste, mas em toda a costa brasileira, de norte a sul.

Para piorar a situação, o pescador artesanal, que usa apenas covos, começa a enfrentar uma máfia de caçadores locais que capturam a lagosta com redes e mergulho de compressor. Vão atrás dos pesqueiros marcados pelos pescadores artesanais e mergulham trazendo centenas de lagostas de uma só vez. A pesca com compressor está proibida pelo Ibama, mas não há fiscalização suficiente por falta de pessoal e recursos logísticos. Do mesmíssimo modo que não se consegue evitar o desmatamento ilegal na Amazônia. Hoje a lagosta pode ser considerada a cocaína da pesca nordestina, como o camarão. Vale o quanto pesa. Quanto mais difícil encontrar, mais vale. E quanto mais vale, mais se pesca. E quanto mais se pesca, menos tem, óbvio!

Conclusão: lagostas adultas só são encontradas logo após o término do defeso, em junho e julho. A partir daí, o esforço pesqueiro começa a ser irremediavelmente concentrado na lagosta juvenil, cuja pesca é proibida mas, obviamente, também desrespeitada. Os pescadores de Icapuí dizem que o defeso só serve pros pequenos. Os empresários e atravessadores locais, além de continuar a garimpar lagostas com seus equipamentos proibidos, desrespeitando em dobro as leis federais de proteção do recurso, chegam a

destruir caçoeriras e cangalhas da pesca artesanal para diminuir a concorrência. Ou, pior ainda, roubam as lagostas capturadas nos manzuás do pescador artesanal. Isso também é crime hediondo.

É verdade, o pescador nordestino tem vantagens em relação à miséria do sertanejo. Mas essa vantagem diminui a cada ano sem que ninguém veja. A falsa impressão de que o mar ainda é rico e benevolente com o pescador brasileiro data da época em que o mar ainda era só dele. Dos Reginaldos. Ou seja, há mais de 60 anos. Ninguém percebe que hoje a situação é completamente diferente. A lagosta, junto com quase todos os demais recursos vivos marinhos do Nordeste brasileiro outrora “inesgotáveis”, hoje é cada vez menos abundante; alguns desses recursos são raros até na frente da sua casa. Já quase não pagam suas contas, muito menos compram seus modestos sonhos de consumo.

SOS LAGOSTAS! A INVASÃO DAS MARAMBAIAS METALEIRAS

Como se já não bastasse a intensa pressão de pesca sobre a lagosta, com técnicas tradicionais (covos) e predatórias (redes, compressores), agora inventaram a última moda em tecnologia para acabar de vez com a lagosta nordestina: as **marambaias** de tambor. “Marambaias” são estruturas originalmente feitas com troncos de árvores da mata de tabuleiro, e depois com sarrafos e tábuas, usadas por pescadores artesanais como atratores de lagostas. No artigo anterior deste livro, fiz um relato histórico sobre a pesca, ou melhor, a “sobrepesca” da lagosta no mar nordestino e os problemas socioambientais associados ao ouro do mar, como foi apelidado o crustáceo marinho mais cobiçado pela culinária internacional. Muitas das informações usadas ali foram aprendidas durante minha visita aos projetos socioambientais da Prainha do Canto Verde (Beberibe – CE), um dos poucos pequenos oásis no meio da ocupação desordenada e conflitante da costa brasileira. Isso graças às ações da ONG Instituto Terramar, liderada por Renée Schärer, um suíço que, após se aposentar de seu alto cargo de diretor comercial da *Swissair*, tornou-se nos últimos 20 anos mais um herói anônimo da luta pelas causas sociais e ambientais brasileiras.

Renée mudou-se para a Prainha do Canto Verde e dedicou-se a apoiar as comunidades locais na busca de alternativas para melhorar a qualidade de vida dessas comunidades. Tem trabalhado sobretudo pela implantação do turismo comunitário como alternativa de renda local, lutando contra a especulação imobiliária e a invasão de grupos hoteleiros que normalmente se instalam nessas regiões carentes de lideranças comunitárias. O Terramar também apoia a preservação de tradições culturais como a corrida de janga-

das e as festas religiosas, e promove ainda pequenos projetos de tecnologia social, como a genial prática de ensinar os moradores da prainha a manter a água retirada do poço (muitas vezes contaminada com bactérias) em garrafas expostas no telhado. Essa prática simples faz com que a radiação solar elimine a *Escheriquia coli*, uma bactéria comum, mas que em concentrações elevadas causa diarreia e contribui para a mortalidade infantil.

Ainda como parte de seu trabalho social, nosso Guilherme Tell nordestino luta pela preservação dos valores culturais do pescador cearense e combate incansavelmente a exploração predatória da lagosta, devido ao seu papel fundamental na sustentabilidade econômica (e portanto social) dessas comunidades. A lagosta, outrora usada como isca, tornou-se o principal recurso econômico da pesca na nossa plataforma calcárea a partir da década de 1970, disputada desesperadamente por pescadores artesanais, em total desigualdade de condições com a pesca comercial. Enquanto os artesanais usam suas jangadas e paquetes para instalar cangalhas e manzuás (covos) em seus pesqueiros tradicionais, a frota comercial, normalmente dominada por aqueles que não dependem do recurso para sobreviver, invade os sítios de pesca com suas embarcações equipadas com compressores e marambaias, tirando o sustento de centenas de famílias. Às vezes são políticos locais e comerciantes que se associam na maracutaia... quer dizer, na marambaia. Os oportunistas desse garimpo ambiental, com mais recursos tecnológicos, tendem a monopolizar a cadeia produtiva local com sua frota predadora. O recurso vale tanto no mercado interno e externo que o estoque comercial está ameaçado, e o estoque “social” já colapsou há muito tempo.

O problema é o de sempre. Alguém inventa um modo de explorar um determinado recurso que prejudica um estoque finito, limitado, e que deveria ser compartilhado por todos em escala compatível com a capacidade

do meio ambiente de repor o que é capturado. Foi o que aconteceu com a lagosta e sua exploração desenfreada com o uso de redes e compressores. Nos últimos anos, de tanto ser pressionado, o governo adotou medidas para proteger o recurso, proibindo o uso de compressores e redes e disponibilizando recursos para fiscalização e indenizações.

Por falta de verbas, a fiscalização parou em outubro de 2007, e as frotas de compressores não apenas voltaram com tudo como também trouxeram essa nova tecnologia de pesca da lagosta sem muito esforço. As marambaias de tambor, feitas com tonéis de ferro amassados para criar um refúgio mais atraente, funcionam como tocas artificiais que na verdade tornam as lagostas já sobre-exploradas alvo fácil para as frotas comerciais. Hoje pode haver mais de um milhão dessas armadilhas instaladas traiçoeiramente no fundo do mar nordestino por barcos comerciais. A fiscalização parece sempre defasada em relação às marambaias, que se multiplicam nos assoalhos marinhos do Ceará e Sergipe numa velocidade impressionante. Só pra se ter uma ideia, o Ibama apreendeu, em uma única operação em 2015, 144 marambaias de tambor e 214 pneus usados com o mesmo objetivo. Além de contaminar o ambiente marinho, os tambores potencialmente tóxicos também contaminam a lagosta pescada, podendo intoxicar o ser humano que dela se alimenta.

A instrução normativa n. 138/2006 do Ibama, promulgada em novembro de 2008, estabelece o tamanho mínimo de 13 centímetros de cauda para a lagosta vermelha e de 11 centímetros de cauda para a lagosta cabo verde pescada. O período de defeso dura seis meses, e se estende de 1º de dezembro a 31 de maio. Além disso, os indivíduos jovens são protegidos durante todo o ano pela proibição da captura, que não pode ser feita a menos de quatro milhas náuticas da costa, na área entre a fronteira da Guiana

Francesa e o Brasil e a divisa do Espírito Santo e Rio de Janeiro. Ou seja, a questão é emergencial! A lagosta está a ponto de entrar em colapso irreversível, e é preciso uma fiscalização eficiente pelas autoridades ambientais e pelos órgãos responsáveis pelo manejo pesqueiro, afim de que a lei se cumpra e os estoques de lagosta possam se recuperar. São essenciais denúncias como a de Renée para criações de marcos regulatórios e ações de fiscalização por parte do governo, mas também é importantíssima a mobilização da comunidade local que luta para proteger seus recursos de forma coparticipativa. O governo, por sua vez, precisa continuar a fazer sua parte, a fim de eliminar permanentemente o massacre das lagostas e, dessa forma, recuperar os estoques e a qualidade de vida das populações tradicionais delas dependentes.

O ambiente marinho foi muito modificado ao longo do tempo, se adaptando a uma série de efeitos naturais do planeta, como glaciações, movimentação de placas tectônicas, atividades vulcânicas, entre outras. Entretanto, as novas forçantes climáticas do Antropoceno vêm se mostrando superiores à capacidade da Terra de absorvê-las. Os oceanos sempre foram sorvedouros do excesso de gás carbônico atmosférico, mas há um limite para essa capacidade. Seguindo as tendências atuais, daqui a um tempo os oceanos vão estar totalmente saturados de CO_2 , e começarão a devolver o gás para a atmosfera. A acidificação ocasionada pelo acúmulo de CO_2 também é perigosíssima para a saúde e o equilíbrio da biodiversidade marinha, e ela já vem sendo observada, por exemplo no branqueamento dos recifes de corais – consequência direta das alterações climáticas do Antropoceno. J.L.G.

CLIMA E CIRCULAÇÃO OCEÂNICA

MAR E AQUECIMENTO GLOBAL

Na época da nossa tataravó, quando se passava a roupa com aqueles ferros a carvão e se cozinhava no fogão a lenha, o carbono emitido para a atmosfera era facilmente reabsorvido pela vegetação das florestas e dos oceanos. A fotossíntese global absorvia o suficiente para manter baixos os níveis de gás carbônico (CO_2) na atmosfera, sem causar muito efeito estufa. Entretanto, o homem descobriu como usar a energia do carvão mineral, do óleo cru e do gás que brotavam da terra, aumentando a produção industrial de bens de consumo, transporte e conforto em geral. O aumento da temperatura média anual nas últimas décadas tem sido atribuído em grande parte ao acúmulo desses gases de efeito estufa emitidos em excesso pela queima de combustíveis fósseis (como o CO_2) e também pelas mudanças no uso do solo terrestre, que basicamente significa

cortar florestas nativas, substituindo-as por plantações e pastagens em sistemas de produção agropecuária mal manejadas com muita emissão de metano.

Isso foi denunciado pela primeira vez por David Keeling, um cientista americano no Havaí que iniciou medidas da concentração de CO₂ na atmosfera a partir de 1958, constatando que, ano após ano, sua concentração média no ar atmosférico era maior do que no ano anterior. Desde então, o problema começou a fazer parte dos foros ambientais e depois governamentais, tornando-se o tema ambiental mais divulgado e discutido pela mídia internacional nos últimos 30 anos. As previsões mais otimistas sugerem que um acréscimo de apenas alguns graus na temperatura média anual da atmosfera terrestre nas próximas décadas pode desencadear transformações climáticas irreversíveis, do tipo “efeito dominó”.

Se tudo isso for verdade, a Terra vai passar por novas transformações ambientais em escala planetária, como muitas que ocorreram ao longo de sua história geológica e evolutiva. A única diferença é que agora a população humana domina em quase todos os rincões do planeta, o que torna o prejuízo socioeconômico ainda maior. Então isso vai fazer parte da nossa história, e não só da história do planeta. Estamos pouco a pouco tomando consciência de que a culpa é do modo de vida da sociedade que criamos. Mais do que nunca, vamos sentir de perto as consequências de um modelo de desenvolvimento que, a partir da Revolução Industrial, evoluiu exclusivamente na direção do abismo ambiental provocado pelo uso abusivo e descontrolado de recursos naturais (leia *Colapso*, de Jared Diamond), ignorando cegamente até meados do século passado o ônus ambiental que assume gradativamente proporções globais desde o final de década de 1960.

O fato é que o tema “aquecimento global” é ainda controverso entre cientistas, ambientalistas e políticos oportunistas. Alguns discordam que o efeito estufa seja por causa do acúmulo de gases industriais, argumentando que tudo tem a ver com alterações na intensidade das explosões atômicas do Sol que nos aquece, a exemplo do que ocorreu em eras geológicas anteriores. Ou seja, quando a história ainda era só do planeta, e não nossa.

De qualquer modo, quem quer que sejamos culpados pelo aquecimento global, é melhor prevenir do que remediar. Porque agora, apesar do bônus do desenvolvimento econômico ainda ser da minoria, o ônus ambiental é da maioria. Atualmente, 20% da população global consome 80% dos recursos planetários, ostentando um modo de vida incompatível com nossas limitações naturais, promovendo a injustiça social e deixando apenas 20% do planeta ao resto dos 80% da população. Os prejuízos sociais e ambientais, outrora destinados quase exclusivamente à (enorme) fatia mais pobre do mundo, estão agora afetando as camadas mais abonadas também – seja por meio de crises hídricas, climáticas, interferências nos ciclos naturais e suas consequências diretas na economia etc. Explicando de um modo mais simples, agora o mar está começando a bater na bunda do mundo inteiro, e não só na do vizinho.

E por falar em mar, o que ele tem a ver com tudo isso? Pois bem, o mar participa do aquecimento global através do seu papel no ciclo global do carbono. Como já dizia Einstein, tudo é energia e matéria, e isso inclui obviamente os ecossistemas terrestres e oceânicos. 30% da energia que vem das explosões nucleares do Sol sob a forma de radiação eletromagnética, que inclui não apenas a luz visível como também as radiações UV e o calor, retorna ao espaço por reflexão. Os 70% que penetram em nossa atmosfera e chegam na superfície terrestre fluem de forma unidirecional através do nosso planeta. Ou seja, depois de todas as transformações que decoramos no cursinho

(energia cinética, mecânica, potencial, química, elétrica etc.), a energia volta pro espaço sob a forma de calor, que se dissipa no vácuo sideral. Os materiais possuem massa e obviamente ficam retidos na superfície terrestre pela ação da gravidade. Todos os elementos químicos da tabela periódica que formam o planeta tendem a permanecer isolados ou combinados em estado sólido, líquido ou gasoso em compartimentos geológicos, aquáticos e atmosféricos, respectivamente.

Entretanto, uma pequena parte desses elementos se organiza através da fotossíntese (e da quimiossíntese) para formar a matéria orgânica das células e tecidos vivos. A luz solar fornece a energia necessária para a organização dos seres vivos e seus ecossistemas associados. O mais abundante desses elementos no tecido vivo é o carbono, que forma um esqueleto molecular como base para os compostos orgânicos. O carbono contribui com 18% do tecido animal e cerca de 45% do tecido vegetal. Quando os organismos morrem, a matéria orgânica perde sua energia química de ligação, desfazendo-se novamente em elementos químicos. A energia se transforma em calor e os elementos químicos retornam aos seus respectivos compartimentos não biológicos. O carbono se combina de novo com o O_2 formando o CO_2 , que retém calor na atmosfera terrestre e é o principal causador do efeito estufa. Não porque tem maior capacidade de reter calor, mas porque é muito mais abundante do que os outros gases de efeito estufa como o metano, o óxido nitroso e o próprio vapor de água.

Tudo isso também ocorre no mar, que representa 71% da superfície terrestre. O mar troca gases com a atmosfera como parte do ciclo global do carbono através de processos biológicos marinhos (bomba biológica oceânica) assim como na terra (bomba biológica terrestre). 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 algas e transportá-lo para o fundo marinho, onde permanece estocado por centenas de anos. O carbono da biomassa das algas (os principais vegetais do mar) flui pela teia alimentar distribuindo-se por todos os níveis tróficos marinhos. Nesse processo, existe sempre perda de matéria orgânica sob a forma de detritos, cuja maior parte é justamente o carbono. Ao contrário de uma floresta, onde tudo que morre cai rapidamente e se acumula em uma fina camada de solo, o mar exporta mais detrito. Esse detrito, com seu pequeno reservatório de carbono, vai pouco a pouco sedimentando e se desfazendo no fundo dos oceanos, liberando o CO_2 , que se mantém dissolvido sob alta pressão e baixas temperaturas. Um processo contínuo que vem ocorrendo em doses homeopáticas a milhões de anos, mantendo um reservatório enorme de carbono dissolvido no fundo dos oceanos.

O aumento do CO_2 atmosférico não afeta muito a bomba biológica oceânica, porque na construção da matéria orgânica particulada são necessários outros elementos químicos em proporções constantes, e que não estão necessariamente disponíveis quanto há excesso de CO_2 . É como em uma receita de bolo na qual são necessários, por exemplo, 1 kg de açúcar e 1 kg de farinha. Não adianta ter 10 kg de açúcar se só tem 1 kg de farinha. Ter mais açúcar do que o necessário não faz a mínima diferença. O tamanho do bolo é limitado pela quantidade de farinha, e todo o açúcar restante vai continuar do jeito que está. Com o CO_2 no mar é a mesma coisa. Se ele não pode ser usado pela fotossíntese, continua sob a forma de gás dissolvido, mantendo o equilíbrio na trocas de gases entre o oceano e a atmosfera. Mas no mar ocorre um outro tipo de processo de absorção de CO_2 que não ocorre nos ecossistemas terrestres: a bomba física oceânica. A capacidade que a água tem de manter uma certa quantidade de CO_2 dissolvido é função

de sua temperatura. Quanto menor a temperatura, mais gases dissolvidos ela suporta. Nas altas latitudes, a água da superfície é gelada e permite a dissolução de altas concentrações de CO_2 atmosférico. Quando a superfície do mar se congela no inverno, o sal é mantido fora do processo de congelamento e se dissolve na água imediatamente abaixo do gelo marinho, já carregada com muito CO_2 atmosférico dissolvido. Gelada e salgada ela se torna mais densa e, portanto, mais pesada, afundando e “escorregando” pelo assoalho do talude continental das plataformas polares, invadindo as regiões mais profundas das bacias oceânicas do Pacífico, Atlântico e Índico. Quando afunda, leva consigo o excesso de CO_2 absorvido na superfície.

Eventualmente a água profunda rica em CO_2 pode retornar para a superfície em latitudes tropicais, por ação dos ventos. Isso ocorre, por exemplo, nas ressurgências continentais, em que a água se aquece, diminuindo a solubilidade dos gases e liberando o CO_2 em excesso de volta para a atmosfera. Mas o fluxo da bomba física é lento e demora centenas de anos para completar um ciclo, ou seja, para entrar nos mares gelados e sair nos mares quentes. A quantidade de CO_2 que participa de todo o ciclo aumenta na medida em que ele aumenta devido à nossa atividade industrial. E o que importa é que, quanto mais CO_2 estiver dissolvido na água, menos CO_2 estará na atmosfera contribuindo para o efeito estufa. O que não sabemos é até quando o mar vai suportar esse excesso de CO_2 participando de seus ciclos oceânicos. Evidências recentes revelam que ele está chegando ao limite quanto à sua capacidade de absorver o excesso de CO_2 atmosférico, fazendo com que o acúmulo na atmosfera se acelere ainda mais.

Outro impacto provocado pelo aquecimento global é a alteração do ciclo hidrológico, do qual o mar é parte fundamental. A gravidade terrestre mantém nas bacias oceânicas o maior reservatório de água do planeta.

Sem ele não haveria o ciclo hidrológico e, conseqüentemente, a vida terrestre como conhecemos. São as interações entre o mar e a atmosfera, num frenesi de troca de calor e alterações dos gradientes de pressão atmosférica, que formam os ventos oceânicos que transportam o vapor de água e determinam onde, quando e quanto chove, e onde, quando e quanto deixa de chover.

Isso é o que determina a extensão das florestas ou dos desertos nas latitudes tropicais e temperadas. Também determina o potencial agrícola de um território. Por exemplo, o regime das monções na Ásia responde pela produção de alimento que sustenta pelo menos três bilhões de pessoas, os povos habitantes do Sudeste Asiático. Se as monções forem afetadas pelas alterações do ciclo hidrológico, poderá chover menos na região e diminuir a produção agrícola em uma das regiões mais populosas do planeta. A fome e o êxodo em massa de pessoas para outras regiões provocarão mais impacto social e ambiental, devido ao uso de mais recursos naturais.

Além das alterações do ciclo hidrológico, o aquecimento global pode derreter as calotas de gelo polar, com evidências já irrefutáveis na Groenlândia e Alasca, como alertam os cientistas atmosféricos que acompanham a retração anual de geleiras do hemisfério Norte com imagens fotográficas multianuais. 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 vai aumentar o deságue de água doce para a superfície dos oceanos, sobretudo no Atlântico Norte, por onde passa a Corrente Tropical do Golfo (a famosa “Gulf Stream”). Essa corrente transporta calor para o norte da Europa, e se não fosse por ela o inverno na Islândia, Escandinávia e no norte da Europa seria muito pior. Se o gelo do Ártico continuar a derreter, a superfície do mar nessa região ficará mais doce e, portanto, mais

leve. A água menos salgada se acumula na superfície, formando uma barreira hidrográfica contra o fluxo da Corrente do Golfo, diminuindo o transporte de calor. Isso explica a ocorrência da “Pequena Era do Gelo” entre os séculos XVII e XVIII. Pesquisas recentes sugerem que entre 1200 e 1850 a velocidade da Corrente do Golfo era 10% menor do que é hoje, provocando um decréscimo da temperatura média do ar de 1 °C no norte da Europa. Em algumas regiões e em períodos restritos, houve até o congelamento dos campos agrícolas e, conseqüentemente, menos produção de alimento. Fome e epidemias associadas à desnutrição assolaram os países europeus na Idade Média. E tudo indica que o mar teve muito a ver com tudo isso.

Noventa por cento da água doce do planeta é puro gelo, principalmente no continente Antártico, assim como nas terras ao redor do oceano Ártico e nas grandes cordilheiras da Ásia e das Américas. Mesmo que nem tudo seja derretido, apenas o suficiente para um pequeno aumento do nível médio do mar, poderão ocorrer ressacas nas zonas costeiras de terras baixas na Europa e nas ilhas oceânicas do Pacífico capazes de fazer aquele tsunami da Indonésia em dezembro de 2004 parecer uma banheira transbordando.

Menos mal que agora temos mais consciência da nossa própria culpa em relação ao impacto das transformações no clima global. Mas ainda não o suficiente; como é difícil para uma minoria privilegiada da população mundial (na qual me incluo) abrir mão do conforto da eletricidade, do ar condicionado, do gás encanado, do transporte pessoal, e investir mais em energias limpas como a das marés, dos ventos, do sol e dos gradientes térmicos nas regiões tropicais. Mais do que nunca precisamos desenvolver a cultura da reciclagem e da redução do uso de materiais industriais, construir casas e edifícios públicos com bioarquitetura, promover uma alimentação mais consciente e equilibrada com menos carne, reduzir o nosso consumo

em todos os âmbitos da vida, buscar a eficiência energética e rever outros hábitos aparentemente menos nocivos em geral.

Se nas próximas décadas o desenvolvimento industrial e tecnológico da população humana não mudar radicalmente para uma matriz energética renovável e não poluidora, vamos ter que nos preparar para um socialismo de serviços ambientais, repartindo equitativamente recursos naturais limitados. Talvez até brigar feio com os países vizinhos por água, em vez de gás.

A SALINIZAÇÃO COSTEIRA

Marinho e salgado são adjetivos quase redundantes. Quando se fala em mar se pensa espontaneamente em água salgada, e não apenas nos 97,5% de água do planeta. Especula-se que o mar já nasceu salgado. Com o resfriamento progressivo do planeta há cerca de 3 bilhões de anos, as bacias geológicas primitivas que se formaram com a separação dos continentes receberam a água de condensação do vapor da atmosfera primitiva. Os cientistas acreditam que os sais dissolvidos no mar vieram do desgaste das rochas, que contribuíram principalmente com o sódio, e da liberação de gases pelos vulcões, ricos em cloro. Alguns também especulam em torno da origem extraterrestre dos sais do mar, inspirados talvez pelos relatos gregos da escola de Pitágoras, que se referem ao mar como a “lágrima de Saturno”.

O fato do mar ser hoje salgado pode ter sido apenas um acaso da natureza geoquímica. Mas a vida no mar evoluiu sob essas condições. Sob o *stress* da osmose. A teoria da origem da vida está diretamente associada ao mar, que, como um soro fisiológico planetário, serviu de base para a formação das primeiras moléculas replicantes, seguidas pelas bactérias e protozoários. Citoplasmas primitivos com seu conteúdo cheio de sais nutritivos. Daí pularam pra fora d’água os primeiros metazoários terrestres e finalmente os animais superiores, com os fluidos corpóreos repletos dos mesmos sais marinhos, também dominados pelo cloreto de sódio. Especula-se que nossas glândulas excretoras de suor e lágrimas são vestígios evolutivos de uma vida aquática marinha, cujo objetivo era eliminar o excesso de sais durante o *stress* osmótico. Hoje fazemos o mesmo com a ajuda dos rins, que sem dúvida evoluíram sob a pressão osmótica dos sais.

Fora do âmbito fisiológico, o sal tem importância histórica, cul-

tural, religiosa e socioeconômica. Sua presença no desenvolvimento da civilização humana está nas escrituras da Bíblia e de várias religiões orientais; está na conservação das múmias egípcias (fazia parte da fórmula) e da carne das expedições europeias ao Novo Mundo; está no comércio de praticamente todas as culturas dos quatro continentes. Gregos, chineses, egípcios, incas e romanos, enfim, quase todas as culturas antigas e medievais já usavam o sal na medicina, na culinária, na arte cerâmica e na conservação de alimentos. Tão valorizado seu peso em gramas que era usado como moeda de troca, transportado por caravanas de sal em lombo de camelos e lhamas. Caravanas de sal ainda hoje percorrem trechos do deserto do Saara, levando sal das minas para os comércios do interior da África, distantes da costa. A Pedra de Sal, famoso reduto carioca do samba e outras manifestações culturais, recebe esse nome por ter sido outrora local de venda de escravos, cujo preço se dava em forma de sal. O sal deu origem à palavra “salário”, uma vez que parte do pagamento das legiões romanas era em rações de sal (do latim *salarium argentum*). Se não fosse pelo sal, talvez os europeus nunca tivessem chegado ao Novo Mundo, e talvez em lugar algum, pois o sal era usado para conservar o peixe e a carne que comiam durante as longas travessias oceânicas.

Especulação e curiosidades à parte, o fato é que o sal marinho é muito mais do que história e tempero de comida. Também conhecido como sal grosso, ele tem todos os sais originalmente encontrados no mar. O refinamento industrial do sal grosso retira todos os elementos químicos, deixando apenas o cloreto de sódio, ao qual se adiciona iodo, perdido no processo de refinamento, para evitar aqueles problemas com a tireoide. Hoje o sal tem inúmeras aplicações na indústria de alimentos, na medicina, na farmacêutica e na indústria química, pois participa diretamente da produção de cloro,

soda cáustica, ácido clorídrico, vidro, alumínio, plásticos, borracha e celulose. De acordo com o Instituto do Sal (<www.saltinstitute.org/>), existem cerca de 14 mil usos diretos do sal na sociedade humana. O mundo que temos hoje seria muito diferente sem o sal. O que seria do mar e da batata frita sem o sal!

No âmbito acadêmico oceanográfico, definimos a salinidade da água do mar pela concentração de todos os sais dissolvidos por litro de água. Se você colocar um litro de água do mar em uma bacia e deixar evaporar, sobra um resíduo no fundo que em média corresponde a 3,5 gramas de todos os sais dissolvidos. Praticamente toda a tabela periódica. Principalmente o cloreto de sódio, que nada mais é do que o nome próprio do sal de cozinha.

De uma maneira geral, a salinidade de uma determinada região é resultado do balanço entre a quantidade de água doce (1) que recebe de rios, chuvas e degelo, e (2) a que perde por evaporação nos trópicos e congelamento nos mares polares. A balança que equilibra a entrada e a saída de água doce pende para o lado do mais ou do menos salgado de acordo com a renovação de toda a água do sistema. Por exemplo, uma baía semifechada com pouca conexão com o mar aberto pode ser mais doce ou mais salgada, dependendo do balanço entre a entrada e a saída de água doce do sistema. A salinidade se mantém baixa devido ao excesso de água dos rios que se acumula em baías semifechadas, como na Baía dos Patos, diluindo o conteúdo de sal. Ou se mantém alta se a evaporação é maior que a contribuição das chuvas e dos rios, como ocorre, por exemplo, na lagoa de Araruama no Rio de Janeiro. Ou seja, se a água fica aprisionada em um espaço limitado, como em baías e mares com pouca ou nenhuma conexão com o oceano aberto, esses processos de perda e ganho de sal provocam mudanças radicais na salinidade.

Considerando-se esses fatores na escala global, a salinidade média dos oceanos é de 35 ppt (do inglês *parts per thousand*). Varia de uma região pra outra de acordo com a geografia local. Em geral, a salinidade é menor e varia muito nas áreas costeiras devido ao aporte dos rios, sobretudo nas regiões estuarinas. Do mesmo modo, a salinidade é maior e varia menos no centro dos giros oceânicos (ver o artigo “A Latitude dos Cavalos”, neste mesmo livro). O Mar Báltico é o menos salgado de todos os mares, porque recebe muita água doce ao longo de suas margens, oriunda do degelo sazonal dos países nórdicos e dos rios europeus que deságuam em sua bacia semifechada. Soma-se o fato de estar localizado em latitudes temperadas, com pouca evaporação. O Mar Morto, ao contrário, tem uma salinidade dez vezes maior do que a média dos oceanos, uma vez que é rodeado por uma região desértica que recebe a drenagem (cada vez menor, devido ao aumento na captação da sua água) apenas do rio Jordão, e a evaporação é intensa e constante.

O lado oeste do Mar Mediterrâneo também é mais salgado, devido à baixa taxa de renovação da água, poucos rios desaguando e a evaporação provocada pelos ventos secos oriundos do deserto do Saara. Com o aumento da salinidade, a água se torna mais densa e pesada, afundando e escorregando para o oceano Atlântico através do Estreito de Gibraltar. Isso provoca a perda de sais, sobretudo os nutrientes essenciais para o crescimento de microalgas, o principal alimento dos oceanos. Por isso o Mediterrâneo é pobre em matéria orgânica e tem aquela água limpíssima. Bom para o turismo e ruim para a pesca. Tem tão pouco peixe, se comparado com o Atlântico adjacente, que as civilizações mediterrâneas tiveram que desenvolver, ao longo dos séculos, técnicas de pesca muito eficientes, muitas delas trazidas ao Brasil pelos portugueses, como o cerco e o tresmalho. É comum, inclusive,

a presença da frota industrial pesqueira espanhola explorando regiões mais fartas que o Mediterrâneo, como a costa da Somália.

Do ponto de vista ambiental, a salinidade tem um papel fundamental na estrutura e no funcionamento ecológico da zona costeira. Gradientes de salinidade, isto é, a variação espacial da salinidade ao longo de um determinado espaço horizontal ou vertical, são fundamentais na circulação de baías, lagoas costeiras e estuários ao redor dos quais concentra-se o desenvolvimento humano ao longo da costa.

A água dos rios ou da chuva que se acumula na zona costeira é mais leve e, portanto, boia sobre a água do mar. Essa estratificação salina também representa uma estratificação da densidade da água do mar, uma barreira física que dificulta a circulação no sentido vertical. É o mesmo que jogar azeite na sopa: o azeite boia porque é mais leve. Forma-se uma estratificação física entre o azeite e a sopa. Você pode misturar a sopa com a colher e romper essa estratificação. Os ventos e a circulação da maré é que fazem esse papel de misturar o mar costeiro, homogeneizando fisicamente a coluna de água. Quando o volume de água doce é grande, essa mistura não é suficiente para homogeneizar a água e a estratificação se mantém. Nessas condições, os metais pesados e poluentes orgânicos do sedimento são retidos por mais tempo nas camadas do fundo, principalmente no sedimento anóxico, dificultando a dispersão.

Quando o aporte de água doce para uma baía, lagoa ou estuário qualquer diminui, a zona costeira em geral passa a ser dominada pela água do mar. A salinidade da superfície aumenta, diminuindo a estratificação física da água. Ventos e marés rompem facilmente a barreira da estratificação, aumentando a circulação vertical e, conseqüentemente, a concentração de oxigênio na água. Mais oxigênio é bom para a respiração dos animais e das

bactérias aeróbicas, degradando a matéria orgânica e depurando a água. Entretanto, em baías urbanizadas, como na maioria das baías brasileiras, a oxigenação vertical libera metais pesados e outros poluentes do sedimento, que se libertam do estado químico inerte, não reativo, e são rapidamente liberados para a coluna de água. Daí, um abraço... dispersam-se lateralmente com as marés, contaminando toda a teia alimentar da região.

Essas informações servem para mais um alerta vermelho ambiental. Um problema crônico, ainda pouco percebido pelos cientistas e órgãos ambientais, e que está se agravando cada vez mais: a *salinização* da zona costeira. O decréscimo do volume de água doce em determinadas regiões costeiras está diretamente associado ao crescimento exponencial do consumo para irrigação, agricultura, indústria, aquacultura, geração de energia, consumo municipal e doméstico. O problema ainda não está em pauta porque se trata de uma questão coadjuvante no cenário ambiental atual; o aquecimento global roubou toda a cena, como se todos os outros problemas ambientais fossem efeitos colaterais de um mal maior.

Mas não é bem assim. O efeito estufa é sem dúvida uma ameaça iminente, com previsões catastróficas, mas a salinização costeira é um mal crônico que, em doses homeopáticas, pode trazer bilhões em prejuízos socioeconômicos e ambientais. A salinização da costa está alterando o gradiente halino espacial, e com ele a distribuição dos organismos marinhos, principalmente daqueles que dependem de intervalos específicos de salinidade para sobreviver. Isso inclui manguezais, pradarias e gramas marinhas, uma comunidade vegetal importantíssima, não apenas como alimento e berçário de espécies de importância ecológica e econômica, mas também para a estabilidade do sedimento e manutenção da linha de costa, evitando erosões. Valores específicos de salinidade são fundamentais no recrutamento de cer-

tas larvas de peixes de importância comercial, bem como no controle de infestações patogênicas (como cólera, *E.coli*). A salinidade também controla as invasões biológicas por água de lastro e a ocorrência de *blooms* de algas nocivas que provocam graves prejuízos econômicos para o turismo, maricultura e para a saúde das comunidades costeiras.

Segundo o relatório da FAO (*FAO Statistics Division Report, 2006*), o consumo de água doce em nosso planeta está dividido em 70% para agropecuária, 20% para a indústria e 10% para o uso doméstico e municipal. Independentemente das porcentagens, o valor absoluto usado anualmente pela sociedade mundial aumenta junto com a população e o desenvolvimento agroindustrial. Estamos alterando rapidamente o ciclo hidrológico global, não apenas pelo aquecimento, mas pelo consumo direto, causando impactos regionais e locais. Além dos gigantes Amazonas, Nilo, Mississipi, Yangtzé e outros, a bacia hidrográfica global é representada por cerca de 20 mil rios de pequeno e médio porte que aportam água doce na zona costeira. Estima-se que atualmente existam no mundo cerca de 52 mil barragens de pequeno, médio e grande porte, retendo cerca de 5500 km³ de água doce que antes desaguava no mar. Sem contar com o consumo direto dos rios e suas nascentes e dos reservatórios fósseis subterrâneos (lençóis freáticos). Tudo isso agravado pelas transposições de cursos naturais de água de grandes rios, alguns mais de ordem política do que técnica.

No Brasil, as coisas seguem o mesmíssimo rumo. Na foz do rio São Francisco a erosão provocada pelo déficit de sedimentos retidos nas barragens rio acima e a salinização costeira são problemas graves, com consequências para a pesca e a agricultura associadas à diminuição da vazão. E não é apenas na costa nordestina que a salinização ameaça a socioeconomia local. No Sul do Brasil o problema também está sendo detectado. Mi-

nha aluna Carolina Macedo defendeu sua dissertação de mestrado sobre a dinâmica sazonal das microalgas e fatores ambientais na praia de Camboriú, em Santa Catarina. Carolina mediu a salinidade durante um ano, em 1996 e em 2005-2006. Os resultados revelam claramente a salinização da região em dez anos, provavelmente associada ao aumento populacional no vale do Itajaí, Joinville e nas planícies ao redor da baía da Babitonga, no mesmo período. O consumo de água para irrigação e uso doméstico aumentou na mesma proporção, e deve estar causando a salinização das áreas costeiras do norte catarinense.

Os problemas de contaminação química, erosão e assoreamento comuns em todas as regiões costeiras do Brasil não estão diretamente associados à salinização. Todos têm na verdade uma origem comum: o decréscimo de água doce para a zona costeira. A água que um conhecido político brasileiro disse que se desperdiça no mar. Esses problemas podem ser agravados pelas alterações da salinidade, o que deve ser motivo de preocupação por parte dos órgãos ambientais.

Aqui faço um alerta, pois a salinização costeira é mais irreversível do que o aquecimento global. Mudar a matriz energética de combustível fóssil para energias alternativas é possível, mesmo que a longo prazo. Deixar de beber água e produzir alimento, não. Pelo menos enquanto a população humana não parar de crescer e aumentar seu consumo, o homem vai continuar a interferir diretamente no ciclo hidrológico regional ao reter água em seus reservatórios continentais para abastecimento industrial, agrícola e doméstico. As consequências dessa interferência na integridade física, biológica e ambiental da zona costeira são tão imprevisíveis e catastróficas quanto o aquecimento global.

O ÚLTIMO DOS CARNÍVOROS

Segundo o geneticista russo Theodosius Dobzansky, em seu livro *O homem em evolução* (Edusp, 1963), a organização social do homem pré-histórico mudou radicalmente com o surgimento do ciclo menstrual da mulher. Dobzansky fez parte do grupo de cientistas convidados pelo governo do Estado de São Paulo na década de 1950 para ajudar na consolidação da Universidade de São Paulo como centro de excelência em pesquisa científica e tecnológica. A edição é antiga, e talvez defasada em relação às novas descobertas da antropologia. Mas o raciocínio de Dobzansky, que nem era antropólogo, tinha certa lógica.

Esses grupos primitivos eram nômades, assim como os macacos contemporâneos. Alimentavam-se coletando frutos, raízes, folhas e pequenos animais ao redor. Quando o alimento escasseava, o grupo se deslocava para uma área da floresta mais farta. Havia um macho dominante com seu harém de fêmeas que entravam no cio a cada seis meses, mas em períodos diferentes. Portanto, o macho tarado sempre tinha uma fêmea disponível sexualmente. Machos jovens eram mantidos às margens do grupo, ameaçando constantemente a liderança do macho em evolução. De repente (na escala evolutiva, é óbvio!), uma determinada geração de fêmeas evoluiu mecanismos fisiológicos que as permitiam entrar no cio mensalmente. Pelas novas “regras”, uma única fêmea podia satisfazer com maior frequência os impulsos sexuais do líder, o qual logo escolhia a sua preferida, negligenciando a cobiça e proteção das demais. Estava aberto o caminho para os outros machos do grupo. Sem a necessidade de gastar energia para proteger todas, porque cada um protegia a sua própria fêmea e prole, os machos agora usavam a energia excedente para criar novas tecnologias de sobrevivência,

como caçar em grupo, enquanto sua pequena e nova sociedade se assentava na beira dos rios, protegida em cavernas e aldeias.

Se Dobzansky estava certo ou não, eu não sei. Só sei que o homem pré-histórico sobrevivia com recursos da caça (pesca também é caça) e da coleta de frutos e raízes. As árvores, os produtores primários dominantes dos ecossistemas terrestres, e os grandes mamíferos herbívoros sempre foram (e ainda são) nossos principais recursos naturais. O desenvolvimento das sociedades humanas primitivas logo anexou à sua dieta diária alguns produtos cultivados. Era o nascimento da agricultura rudimentar. O homem era, sem dúvida, o mais importante onívoro da teia alimentar pré-histórica, competindo por recursos naturais com os outros animais sob a segurança das cavernas e o conforto do fogo domesticado. E esse fogo era, evidentemente, alimentado com lenha produzida pelas árvores. Era o homem começando a contribuir um pouco mais além do seu próprio fluxo de gases atmosféricos corporais, tão insignificante em relação à respiração e fermentação microbiana e animal de toda a biosfera (coisas de Gaia!), além das queimadas esporádicas.

Antes foi a radiação ultravioleta, depois veio o El Niño, e agora, com a ajudinha do Al Gore, só se fala no aquecimento global e suas consequências catastróficas sobre o clima e o destino das sociedades futuras. O problema já se tornou evidente com o degelo do oceano Ártico. Neste artigo vou tentar analisar as causas do aquecimento global sob a ótica das alterações da biodiversidade terrestre pela ação do homem. Além das transformações socioeconômicas que culminaram com a era industrial contemporânea e suas ameaças ao meio ambiente, as alterações da biodiversidade global provocadas pelo homem têm papel fundamental no desequilíbrio do fluxo de carbono entre a biosfera e a atmosfera.

As extinções naturais ou provocadas pelo homem sempre existiram, acompanhando lentamente o desenrolar da história humana. O carbono acumulado na biomassa dos grandes herbívoros e carnívoros do período pré-industrial é pouco em relação ao reservatório biológico da base da pirâmide trófica. Em ecologia aprendemos que a transferência de energia de um nível trófico para o outro (como vegetais herbívoros carnívoros) varia entre 10 e 20%. Portanto, a quantidade de carbono perdido com, por exemplo, as extinções em massa do Holoceno, supostamente provocadas pela caça (leia *O poema imperfeito*, do zoólogo Fernando Fernandez, editora UFPR) é irrisória e foi rapidamente remanejada na teia alimentar, com o carbono sendo devolvido para o ar pela respiração do ecossistema terrestre ainda no período pré-histórico. Eram os pequenos ajustes do ciclo global do carbono.

De modo geral, a biodiversidade e o ciclo global do carbono suportaram pacientemente as travessuras ambientais do homem com a expansão demográfica e as invasões biológicas no Novo Mundo e nas ilhas do Pacífico. O tamanho dos reservatórios de carbono (litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera) e o fluxo de carbono entre eles permaneceram quase inalterados ou, pelo menos, não detectados até meados do século XVIII, quando o desequilíbrio dinâmico entre emissões e fixações de carbono atmosférico passou a ser significativo. O ponto de inversão foi, sem dúvida, a Revolução Industrial, que provocou o aumento de demandas de recursos naturais, sobretudo energia oriunda da queima de madeira e combustível fóssil (carvão mineral) para produzir vapor superaquecido e força para as máquinas têxteis e locomotivas na Inglaterra. Finalmente, descobriu-se a utilidade do petróleo nos motores a explosão, e a queima de combustível fóssil aumentou ainda mais.

No espaço de cem anos, a contribuição dos gases produzidos pelo homem passou a ser a mais importante causa do suposto aquecimento global discutido nas últimas décadas do século XX. Desde 1850 até os dias de hoje, o homem foi responsável por devolver à atmosfera aproximadamente 155 bilhões de toneladas de carbono (= 155 GtC), 85% oriundo da derrubada de florestas para exploração de madeira. Vale lembrar que parte dessa madeira retirada foi usada na construção de móveis, utensílios domésticos e industriais, construção civil e naval etc. E não raro guerras e catástrofes naturais queimaram essa madeira e seu reservatório temporário de carbono vegetal, seguindo o mesmo destino atmosférico de todos os gases produzidos pela ação humana.

Hoje somos mais de sete bilhões de pessoas no mundo, com aproximadamente 100 milhões a mais de novas bocas para alimentar todo o ano (dê uma olhada no Worldometers (<www.worldometers.info/br>), que por meio de um algoritmo próprio calcula a evolução da população mundial, junto com outros índices interessantes em tempo real). Veja bem, esse mundo já respira e peida muito. Só pela respiração, o ser humano emite em média de 0,5 kg de carbono diariamente. Se não for exatamente isso, é algo em torno disso ou ainda pior. Faça as contas você mesmo; são cerca de 1,27 bilhões de toneladas de carbono liberadas na atmosfera por ano apenas pela respiração humana, sem contar os gases entéricos. Agora, pra piorar as coisas, considere todos os animais da pecuária (bois, vacas leiteiras, cabras, cavalos e coisas do gênero – mula, burro, jegue, as zebras que ainda restam), porcos, galinhas, perus etc., além dos ratos e coelhos australianos que se proliferam descontroladamente. Só no Brasil, em 2010, existiam 200 milhões de cabeças de gado e 1,1 bilhão de galinhas, segundo dados da FAO. O nosso rebanho atual supera a população humana brasileira, e o país vem

se consolidando como o maior exportador de carne do mundo. Segundo a Humane Society International (<www.hsi.org/assets/pdfs/hsi-fa-white-papers/relatorio_hsi_impactos_pecuaria.pdf>), 80% de todo o crescimento do rebanho bovino brasileiro se concentrou na Amazônia, não sendo surpresa que essa atividade seja a principal responsável pelo desmatamento naquela região. Diante de um desmatamento de quase 17 milhões de hectares da Amazônia brasileira entre 2000 e 2008, a HSI chama a atenção para a conexão entre agricultura animal, desmatamento e mudanças climáticas.

Rebanhos comparavelmente grandes existem na Índia, EUA, Argentina e Austrália. E não podemos nos esquecer dos gatos e cães domésticos. Essa explosão de uma população animal específica selecionada da biodiversidade terrestre para servir o homem contemporâneo era infinitamente menor no período pré-industrial. Algumas raças nem existiam. Foram criadas pela mão do homem. Quanto será que toda essa gente e toda essa bicharada está respirando a mais em relação à biodiversidade global do período pré-industrial? Não procurei na internet o quanto se produz de metano pela fermentação entérica global por ano em todo o globo, contabilizando essa bicharada toda. Só sei que são toneladas de gases mamíferos e aviários saindo pela boca e pelo rabo, contribuindo com o efeito estufa. Com certeza muito mais do que a fumaça das indústrias e automóveis americanos. Dados do relatório publicado pela HSI apontam que a fermentação entérica, ou a fermentação microbiana que acontece nos sistemas digestivos de ruminantes como boi, carneiro e búfalo, foi responsável por 63,2% de todas as emissões de metano do Brasil em 2005. Mundialmente, esse processo é responsável por 25% das emissões de gases do efeito estufa (GEE) do setor de produção animal. Os dejetos são responsáveis pelo restante das emissões de metano oriundas dos animais de produção, e representam aproximadamente 5% das emissões de GEE do setor.

Há muito carbono estrutural retido na biomassa das árvores, que requer raízes e troncos enormes para garantir sustentação e transporte de nutrientes. Uma floresta retém carbono por séculos, sobretudo no tronco das árvores. Respiração e degradação microbiana da madeira e folhas emitem CO₂ de volta para a atmosfera em doses homeopáticas e em taxas equilibradas com processos naturais de absorção pela fotossíntese. Quando se queima uma floresta, o carbono estrutural retido por séculos nos troncos retorna rapidamente pra atmosfera de onde veio séculos antes pela fotossíntese.

A sociedade contemporânea não depende mais tanto de madeira porque inventou o plástico. Depende mais de alimento. Era óbvio que, com o desenvolvimento humano, a caça nos continentes estivesse condenada a se extinguir. Tivemos que fazer modificações estruturais e funcionais do bioma terrestre, domesticando alguns animais e plantas de modo a manter nossos hábitos onívoros. Nossa principal fonte de proteína animal, antes oriunda dos animais silvestres, foi pouco a pouco sendo substituída pelo megarrebanho de herbívoros criado para atender à demanda da explosão demográfica global. A principal fonte de alimento global é, entretanto, de origem vegetal, sendo a maior parte da dieta mundial baseada em leguminosas. O consumo intensificado de proteína animal (carnes) é geralmente associado à populações mais enobrecidas, restando aos pobres alimentos à base de cereais. De acordo com o relator para o direito à alimentação da ONU, Oliver de Schutter, se uma quantidade cada vez maior de gado continuar a ser alimentada, será agravada a pobreza e a degradação ambiental.

A Revolução Industrial foi, portanto acompanhada dessa Revolução Alimentar provocada pela agroindústria. Florestas milenares com pelo menos 100 a 200 toneladas de carbono por hectare foram sendo substituídas por pasto ou agricultura de vegetais de pequeno porte (trigo, milho, soja

etc.), que retêm cem vezes menos carbono que uma floresta com árvores. Foi a solução para alimentar a população humana e principalmente seus paquidermes domesticados. As fazendas para pecuária e agricultura hoje substituem pelo menos 40% das florestas originais do planeta, e se alastram perigosamente com o aumento populacional.

Os carnívoros terrestres, que outrora eram ameaça e competição para o homem pré-histórico, hoje já não cruzam nossas trilhas primitivas. Apenas nos atrapalham atacando nossos rebanhos e, de vez em quando, causando acidentes nas zonas de interface. São sempre notícia no jornal os raros ataques de felinos africanos, de sucuris no Pantanal, de jacarés nos condomínios da Flórida, de crocodilos nas praias australianas e, claro, de tubarões esfomeados no Recife. Os carnívoros remanescentes da teia alimentar global são as bandeiras do movimento conservacionista mundial. Um estímulo constante na luta pela preservação da natureza. Mas para a maioria, infelizmente, os carnívoros remanescentes não passam de uma curiosidade zoológica, sem importância em nossa rotina diária. A não ser os bichos de estimação, que cumprem o nobre papel de “enfeites vivos” e “bons companheiros”. Mas só os terrestres, porque os marinhos não tiveram a mesma sorte; com exceção de alguns golfinhos, baleias e focas divertidas, que se transformaram em bobos da corte cinematográfica, os carnívoros marinhos são na maioria vilões, como os tubarões condenados convenientemente por Spielberg. Suas barbatanas se transformaram em comida exótica da cultura asiática. Tão necessário para a alimentação humana quanto o pênis dos machos de focas é necessário como afrodisíaco.

As baleias estão ameaçadas pela insistência de algumas indústrias de pesca condenadas à extinção junto com esses animais, pois teimam em sobreviver desses mercados específicos. E finalmente, mas sem esgotar a

lista de carnívoros ameaçados, os grandes atuns e peixes de profundidade também estão ameaçados pela recente expansão da culinária japonesa. Os demais, que não nos afetam nem nos ameaçam, são vítimas inocentes da poluição química, sonora e cultural de nossa sociedade moderna. Talvez o que pode ajudar a salvá-los são os 10% de áreas marinhas protegidas reclamados pela Convenção de Diversidade Biológica (CDB) no âmbito das Metas de Aichi (2011-2020) até 2020, e que mesmo assim vão conservar uma biota aquática doente, contaminada por poluentes químicos e lixo plástico que se espalham pela circulação global dos oceanos.

Nesse quadro generalizado de alteração da biodiversidade global e seus efeitos sobre o clima do planeta, o principal carnívoro dominante é o homem. Se todos os demais forem extintos (o que não é improvável), o ser humano continuará insistindo na manutenção da sua dieta recheada de proteína animal, no ritmo exponencial de crescimento demográfico, necessitando de cada vez mais ajuda da tecnologia e da medicina moderna. Reinando soberano e solitário lá do alto da pirâmide alimentar global. Cercado por súditos e escravos paquidérmicos se alimentando dos remanescentes do mar, das florestas tropicais, savanas e cerrados, para servir de alimento ao bicho homem. No entanto, será obrigado a conviver com ambientes poluídos, devastação generalizada de biomas marinhos e terrestres e novas doenças do corpo e da mente. É o destino mais provável do último dos carnívoros.

A LATITUDE DOS CAVALOS

Visto do espaço por satélites, que didaticamente conseguem colorir a temperatura da superfície do mar e a velocidade das correntes marinhas, a imagem mais marcante que se tem da circulação na superfície dos oceanos é a de cinco grandes giros planetários em torno das latitudes dos 30° Norte e Sul. Dois no sentido horário no hemisfério Norte (HN), sendo um no Atlântico Norte e outro no Pacífico Norte, e mais três no sentido anti-horário no hemisfério Sul (HS), um em cada oceano. Esses giros existem não apenas porque a Terra também gira, mas também porque ela é redonda. Veja bem... quem estiver na linha do Equador, cuja latitude é 0°, percorrerá 40 mil quilômetros em 24 horas, certo? Sua velocidade em relação ao espaço é de aproximadamente 1660 km/h. Mas quem estiver exatamente no polo Sul ou no polo Norte vai dar uma volta em torno de si mesmo, respectivamente no sentido horário ou anti-horário, durante as mesmas 24 horas. Vai se mover menos do que um caracol, com a mesma velocidade do ponteiro que marca as horas nos relógios. Qualquer coisa que se locomove em escala planetária (ventos, correntes marítimas, foguetes, mísseis e o Super-Homem) invariavelmente muda de latitude e sofre esse desvio pra direita (horário) no HN ou pra esquerda (anti-horário) no HS.

As correntes marítimas sofrem esse mesmo desvio a cada latitude que cruzam, até se fechar completando o giro. Teoricamente, giros não deveriam ter começo, meio ou fim. Mas é possível dizer que o início desse processo está no Equador, e fortemente relacionado com a presença dos continentes. A zona equatorial de nosso planeta é a mais quente porque está mais perto do Sol. Aí o ar se aquece e se expande tornando-se mais leve, subindo como um gigantesco balão de ar. Forma-se então um cinturão equatorial de

baixa pressão que atrai os ventos alísios de modo a preencher o espaço vazio deixado pelos ventos ascendentes.

Os alísios do Nordeste e do Sudeste se chocam na altura do Equador, e o vento resultante sopra a água da superfície do mar na direção oeste, formando correntes marinhas equatoriais. Transoceânicas. Se não houvesse continentes... davam a volta na Terra! Mas os continentes representam barreiras naturais. Por causa deles as águas quentes tropicais acumulam-se do lado esquerdo das bacias oceânicas, escorregam para o norte e o sul e “giram” para o lado oposto, formando correntes de deriva leste que acabam por retornar a água de volta para o lado direito das bacias oceânicas. Os giros planetários ocupam cerca de 60% da superfície dos oceanos, que com suas “correntes de contorno” circundam uma massa de água quente e mais salgada que se acumula na altura da latitude dos 30 graus.

Os oceanógrafos chamam esses sistemas oceânicos de *giros anticiclônicos subtropicais*. O termo anticiclônico significa “ao contrário do movimento de rotação da Terra”, enquanto os giros ciclônicos têm o mesmo sentido de rotação da Terra. Veja que os giros planetários subtropicais do HS são anti-horários e, portanto, anticiclônicos, porque a Terra gira no sentido horário no nosso hemisfério. E vice-versa.

Mas o que importa mesmo, depois de toda essa explicação sobre a origem e os mecanismos de formação, é que os giros são mecanismos hidrodinâmicos muito eficientes de retenção de águas tropicais, pobres em nutrientes, sob regime permanente de alta pressão atmosférica. Ventos e chuvas são raros no centro dos giros. Existem peixes e vida marinha em geral, mas extremamente diluída nessa massa de água parada, transparente e azul quase roxa. A vida se concentra em torno de ilhas vulcânicas e atóis dominados por recifes de corais e algas calcárias.

Então os giros planetários aprisionam a água no centro? Sim. Na verdade, tudo o que boia no mar pode acabar no centro dessas zonas de calmaria oceânica, uma situação desesperadora pra milhares de navegadores de antes da era do navio a vapor que tiveram o azar de perder o rumo, apesar dos ventos alísios pela popa, quando navegavam para oeste. Ou na volta para leste, quando orçavam as caravelas por mais tempo do que o necessário, caindo direto na armadilha mortal da calmaria tropical. Um beco sem saída. Pra que servem velas sem vento? Poderia levar meses até a última gota de água dos barris de madeira e a morte inevitável, uma vez que os galeões e caravelas tinham espaço limitado e nem tanta autonomia de água potável. A mesma agonia dos naufragos esquecidos. Morriam, portanto, mais de sede e menos de fome, uma vez que os cavalos desidratados e semimortos, que podiam virar churrasco, eram lançados sem dó nem piedade pela borda dos navios. Por isso a região ficou conhecida como a *Latitude dos Cavalos*, inicialmente restrita ao giro anticiclônico do Atlântico Norte, à direita do Mar do Caribe. Um redemoinho gigante, lento e traiçoeiro que ameaçava a passagem dos navegadores europeus rumo às Índias Orientais. Pode ser visualmente detectado pela grande quantidade de algas de cor amarelo pardo ou marrom, formando um tapete vegetal flutuante também conhecido como Mar dos Sargaços, com cerca de 7 milhões de km².

Sargaço é um gênero de algas pardas dos mais abundantes no litoral brasileiro, crescendo fixo nos costões rochosos. Em geral domina e deixa sem graça a paisagem submarina nos costões de baías da região Sudeste. Uma alga pouco atraente entre os turistas de máscara e snorkel, até o momento em que descobrem aquelas bolinhas de ar – pequenos flutuadores que sempre acabam esmagados entre dedos curiosos. Flutuadores eficazes, cuja principal função é manter a sustentação da planta (algas não têm caule) en-

quanto submersas na maré cheia ou permanentemente submersas no infralitoral. A sustentação e a distensão do talo aumentam a eficiência de captação da luz e nutrientes, mantendo taxas de fotossíntese suficientemente elevadas para compensar as perdas pela “pastagem” de invertebrados herbívoros.

Sargassum natans e *Sargassum fluitans* são espécies abundantes na costa leste americana, constantemente arrancadas pelos furacões do Caribe que atingem o sudeste dos Estados Unidos. Os flutuadores mantêm as algas boiando enquanto são levadas pela Corrente do Golfo para uma voltinha anticiclônica. Muitas terminam caindo no centro do giro e nunca mais saem, mantendo o crescimento vegetativo do talo. Se morrerem é pela decomposição lenta que pode levar séculos, dependendo das condições ambientais. A longevidade dessas algas é uma das maiores entre os seres vivos, talvez perdendo apenas para algumas árvores de clima frio que vivem milhares de anos. Ainda é teoricamente possível ver talos de sargaço que foram literalmente atropelados pelos galeões de Cristóvão Colombo e outros navegadores europeus que tentavam alcançar as Índias Orientais e acabaram por encalhar nesse amontoado vegetal. Mas isso é coisa do passado. Hoje, todo velejador experiente sabe evitar a região e pegar os atalhos dos ventos intercontinentais. E os navios a motor podem ir aonde querem sem vento.

Esse tapete flutuante forma um bioma único em nosso planeta, que, além da importância histórica, tem importância ecológica e socioeconômica. O Mar dos Sargaços abriga mais de 60 espécies de peixes e invertebrados marinhos (muitas endêmicas) que evoluíram camuflados entre os talos das algas. Juvenis de tartarugas marinhas encontram abrigo, proteção contra predadores e alimento farto entre as algas flutuantes. Além disso, o Mar dos Sargaços é o único local de reprodução da enguia europeia (*Anguilla anguilla*), um recurso que rende E\$ 300 milhões/ano na economia pesqueira

da Europa e dá emprego e renda a cerca de 25 mil pescadores artesanais.

A enguia é um peixe anfihalino, ou seja, tem uma etapa de sua vida na água salgada do mar e outra na água doce dos rios da Europa. É como o salmão, só que, enquanto o salmão se acasala e desova nos rios, a enguia europeia faz o contrário. Reproduz-se exclusivamente no mar, especificamente no dos Sargaços. Seus ovos ficam aderidos aos talos das algas, e suas larvas protegidas do mesmo modo. Desenvolvem-se ali até serem levadas para a Europa pela Corrente do Golfo. Daí se espalham, cada uma por si e Deus por todas, até encontrarem bocas de estuários. Sobem o rio e alteram suas condições fisiológicas para se adaptar à água doce. Quando decidem reproduzir, tornam-se novamente resistentes à alta salinidade, retornando ao mar para reproduzir no Mar dos Sargaços, fechando o ciclo.

Apesar de sua importância, o Mar dos Sargaços está sendo explorado pela indústria de fertilizantes agrícolas e de produção de alginatos, um polissacarídeo precursor de inúmeros produtos usados na indústria de alimentos e cosmética. São toneladas de algas retiradas da superfície do mar com toda a biodiversidade acompanhante que, evidentemente, morre. Confesso que nunca pude imaginar que até nos confins dos oceanos tropicais, onde pouco se tem pra explorar a nível comercial, o homem descobriu um recurso fácil com valor de mercado e que vale a pena garimpar, de preferência até acabar. É mais um bioma da Terra ameaçado de extinção.

Como eu disse, são cinco giros em nossos oceanos. O do Atlântico Norte é revelado pela abundância de algas; os outros pela abundância de lixo. Principalmente lixo plástico. O giro do oceano Pacífico é o maior deles, do tamanho da África. Suas águas, vistas por James Cook e Darwin em suas “navegações” entre as ilhas do Pacífico, eram limpas e de um azul índigo ininterrupto que hoje é interrompido por lixo sólido, 90% plástico, que se acumula cada

vez mais. Essa região é um verdadeiro lixão global escondido. O do Pacífico é do tamanho do Texas. Mantém-se incógnito, alheio a quase toda atividade humana. Navios evitam, pois preferem as correntes para ganhar tempo. Velejadores evitam obviamente porque não tem vento. Pescadores evitam porque não tem peixe em escala comercial. Lá só tem lixo boiando e atrapalhando a vida marinha.

Pesquisadores americanos estimaram uma densidade recorde no giro do Pacífico, de 334.271 peças plásticas por km², oriundas de vários países da Ásia e América do Norte. A biomassa de lixo é seis vezes maior do que a de plâncton, que são os organismos da base da teia alimentar marinha. Pedacos de plástico que se fragmentam em pequenos pedaços e invariavelmente acabam no estômago de animais seduzidos pelo odor de bactérias, microalgas e outros organismos incrustantes. Pedacos grandes são substratos para organismos e acabam pesados e afundando, carregando esses organismos junto. Pedacos menores têm pouca capacidade de suportar animais incrustantes, mas poder mortal contra a fauna marinha. São altamente eficientes em concentrar, por adsorção, contaminantes orgânicos como pesticidas e metais pesados. A poluição sai da água e se concentra milhões de vezes no material sólido.

Isso tudo pode acabar no estômago de aves, tartarugas e mamíferos marinhos. No Pacífico, qualquer coisa não biodegradável que flutua e é jogada ao mar pode atingir o centro dos giros em 12 anos. Nos outros giros menores leva menos tempo. Antes usados como cemitério de cavalos, hoje os giros anticiclônicos são o lugar ideal para se avaliar a contaminação química e visual de nosso planeta. O *end-point* geográfico de toda a porcaria que a ignorância humana lança ao mar diariamente, com aquela ingênua ilusão de que vai desaparecer atrás do horizonte. Infelizmente, as futuras gerações têm um encontro marcado com as conseqüências dessa contaminação.

O MAREMOTO DE VALDÍVIA: UMA TRAGÉDIA ESQUECIDA

Dezembro de 2015 selou dez anos desde o maremoto que devastou as costas do sudeste asiático. Pela primeira vez o mundo testemunhou pela televisão a força invasora de um mar descontrolado. Em alguns casos, o preço pago pelo desrespeito e ignorância da indústria imobiliária e turística sobre áreas vulneráveis da zona costeira foi alto. Dizem que metade dos estragos e vidas perdidas poderiam ter sido evitados se a competição desastrada do turismo internacional respeitasse as características originais da zona costeira que amortece esses fenômenos naturais. São rodovias e obras de engenharia corrompendo a linha da costa, aterros e dragagens violentando praias, hotéis de luxo adulterando dunas e a carcinicultura estuprando manguezais. Só muda o endereço. Tudo isso ainda acontece com frequência, sobretudo em países do terceiro mundo, onde “gerenciamento costeiro” é um termo que ainda não faz parte do vocabulário político e socioeconômico de seus governantes. O mundo todo se sensibilizou com essa tragédia, que, como tantas outras, jamais será esquecida.

Entretanto, pior do que uma tragédia mundialmente divulgada é uma tragédia mundialmente esquecida. Não tivemos a chance de ser suficientemente solidários, e oferecemos pouca (ou nenhuma?) ajuda humanitária para o Chile em maio de 1960, quando quase a metade do país se inclinou 15 graus durante dois dias de terremotos contínuos, originados em 56 epicentros. Toda a zona costeira com 40 km de largura e 1350 km de extensão, desde o norte de Concepción até a Ilha Grande de Chiloé, foi violentamente sacudida e geograficamente modificada.

A mitologia indígena do sul do Chile (o povo Mapuche) descreve a formação

do arquipélago das ilhas Chiloé como uma batalha entre duas gigantescas serpentes. São as deusas da água Coicoi-vilu (Co = água e vilu = cobra) e da terra Tentén-vilu (Ten = terra). Antigamente a Grande de Chiloé e suas ilhas menores formavam terras contínuas, unidas ao corpo principal do continente sul-americano. A guerra mitológica começou quando, um belo dia, a deusa das águas acordou mal-humorada e ordenou que o mar se elevasse e invadisse o continente. Condenou ao desaparecimento seus habitantes e suas planícies férteis, suas florestas e animais. O desespero dos homens acordou Tentén-vilu, que imediatamente veio em socorro de seus domínios terrestres continentais. Começou a combater a deusa da água com violência telúrica, ordenando que as terras inundadas se erguessem, livrando-se das águas intronéticas e formando novas ilhas. Ao mesmo tempo, procurou salvar os homens do afogamento transformando-os em pássaros ou dando-lhes o poder de voar. Finalmente a deusa das águas se retirou, dando-se por vencida. Mas a vitória de Tentén-vilu foi parcial, uma vez que as águas pararam de subir, mas também não voltaram a baixar.

O resultado da batalha originou o cenário geográfico atual do sudoeste chileno, com suas centenas de ilhas que formam o arquipélago das Chiloés. Pelo menos assim acreditavam os índios Mapuche. E a crença parecia ainda estar viva entre alguns de seus membros até maio de 1960. Quando a polícia chegou, eles já haviam matado um menino de seis anos a pauladas e arrancado seu coração para oferecê-lo à Coicoi-vilu, na esperança de aplacar sua ira contra as planícies costeiras do sul do Chile e o trágico destino de quase um terço da população do país na época (revista *Times*, 4 de julho de 1960).

TREMORES EM SEQUÊNCIA

Tudo aconteceu em dois dias. Começou no sábado e terminou no domingo de tarde. Um fim de semana trágico para o Chile. Cerca de 45%

das famílias no sul do país viviam em condições precárias na época. Nos três meses que antecederam a catástrofe, os trabalhadores da indústria carvoeira estavam em greve por melhores condições de vida e trabalho. O governo federal cortou os suprimentos para a região – uma estratégia desleal para acabar com o movimento grevista. Foi nessas condições que cerca de três milhões de pessoas, habitantes de 13 das 24 províncias chilenas, acordaram precisamente às 6 horas, 2 minutos e 52 segundos do sábado, dia 11 de maio de 1960, com os primeiros tremores de terra. O epicentro foi perto da cidade litorânea de Concepción, com uma intensidade de 7,5 graus na escala Richter. Era só o começo de uma tragédia anunciada. No mesmo dia, uma série de tremores em sequência, vários com intensidades entre 6 e 8 na escala Richter, continuaram a sacudir e a torcer a terra violentamente. A pavimentação das ruas se estilhaçava contra paredes e janelas, e abriam-se fendas pra todos os lados.

Valdívia foi a cidade que mais sofreu. Após a primeira série de tremores, ocorrida no sábado, quando a devastação no sul do país parecia ter terminado, com uma população desabrigada em luto e revirando destroços, começou uma segunda série de tremores no dia seguinte, domingo, por volta das 15 horas. O primeiro epicentro foi ao sul da ilha Chiloé, com intensidade de 7,5 na escala Richter. Trinta segundos depois Valdívia, ao norte, sofreu o pior abalo sísmico já registrado na história da sismologia mundial, com os resultados mais devastadores de toda a região chilena. Em poucos minutos milhares de quilômetros quadrados afundaram 1,5 metro, mudando a linha da costa, o curso de vários pequenos rios, e provocando a formação de morros, ilhas e lagos. Dizem que até montanhas se moveram. Os livros didáticos de geografia do ensino fundamental no Chile provavelmente tiveram que ser rescritos após maio de 1960. Com a inclinação da placa tectônica entre

Valdívia e Chiloé, as cidades costeiras de Puerto Montt, Ancud, Castro e Quellon foram inundadas, com perdas de até 90% das casas. De acordo com as informações oficiais, ao mesmo tempo que o sul afundava, permitindo o avanço do mar, o norte se ergueu pelo menos um metro.

O terremoto de Valdívia foi na verdade um maremoto, pois o epicentro ocorreu no fundo do oceano Pacífico, a 60 km abaixo do leito marinho, próximo à costa. A intensidade foi 9,5 graus na escala Richter, o que representa o maior abalo sísmico já registrado em toda a história da humanidade. Para se ter uma ideia da força do fenômeno, a quantidade de energia (em ergs) liberada na região de Valdívia foi 40 vezes maior do que o terremoto que destruiu São Francisco (EUA) em 1906. Como resultado do abaixamento da terra, o nível relativo do mar chegou a nada menos do que seis metros em centenas de quilômetros quadrados, intensificando as magnitudes dos enormes tsunamis que vieram a seguir. Vieram pra arrasar! O mar terminou afogando o pouco que havia sobrado e sobrevivido com os tremores violentos das últimas horas.

De acordo com os relatos de sobreviventes valdivianos, no momento do grande maremoto, surgiram enormes manchas escuras na superfície do mar. Pescadores pensaram que fosse um cardume de baleias. Era sedimento ressuspendido pelo tremor do assoalho marinho. Imediatamente após o maremoto, ouviu-se um barulho estranho semelhante ao de um aspirador de pó, ao mesmo tempo em que o mar se retraía rapidamente até secar e expor partes do fundo da baía de Valdívia. Algumas pessoas (as únicas que se salvaram) se abrigaram nos morros ao redor da baía. Em seguida veio um silêncio, e 15 minutos depois surgiu o monstro no horizonte: uma onda de 25 metros de altura com velocidade maior do que 100 km por hora. Era o mar regressando. Exceto o Super-Homem, o que pode

parar uma parede de água com essa altura e essa velocidade?

DEPOIS, OS TSUNAMIS

O resultado foi devastador. As vilas de Corral de Baixo e Niebla, localizadas na boca da baía de Valdívía, foram as que mataram as tsunamis no peito. Toda a população de Corral desapareceu. Famílias inteiras sumiram, junto com suas casas, seus pertences e animais domésticos. Pescadores assustados com a sequência de terremotos anteriores carregaram seus barcos com toda a família, na ilusão de se livrar dos efeitos em terra. Também nunca mais foram encontrados. Vários navios ancorados no porto de Valdívía foram arrastados continente adentro. Um deles destruiu uma escola e várias casas. Outro foi parar atrás de uma fábrica têxtil. Até cidades a 1 km de distância do mar foram totalmente arrasadas. Hoje ainda se pode ver embarcações encravadas no morro quando se navega pelo rio Valdívía rumo à costa. Eu mesmo vi um deles a uns 50 metros acima do nível do mar, quando estive na região em 1995.

Não se sabe ao certo quantos morreram, uma vez que o fluxo de informação da época, além de precário, foi totalmente bloqueado pela catástrofe múltipla. Estima-se que morreram pelo menos dez mil pessoas, o que não é nada comparado à tragédia recente da Indonésia. Mas nem só de mortos são feitas as tragédias. Foram quase três milhões de pessoas atingidas, entre mortos, feridos e prejudicados pela perda material e afetiva de suas casas, parentes e amigos. Lembre-se que isso aconteceu em 1960. Não havia internet nem notícias *on-line*. Rádios, TVs e jornais da época estavam mais preocupados em noticiar a iminência da guerra nuclear entre Estados Unidos e União Soviética (por causa dos mísseis em Cuba) do que a guerra mitológica e tectônica entre Coicoi-vilu e Tentén-vilu. Essa sim aconteceu. E só o povo chileno viu.

PASSE LIVRE PARA OS RIOS

Aparentemente, a biosfera, isto é, o conjunto de todos os organismos vivos de nosso planeta, depende de ciclos contínuos e equilibrados no meio físico, mantidos permanentemente em todas as escalas temporais e espaciais. Na escala planetária, pelo menos até onde nossa mente imagina o que seja o infinito, dependemos dos ciclos de translação da Terra em torno do Sol, e de rotação da Terra em torno de si mesma. Desses dependem os ciclos sazonais climáticos e o regime meteorológico global. Na sequência, eles controlam os ciclos de todos os elementos químicos (hidrogênio, carbono, oxigênio, nitrogênio etc.) que, por força da gravidade terrestre, são mantidos em nosso planeta, e com os quais temos uma relação profundamente simbiótica. Em linguagem técnica, são conhecidos como “ciclos biogeoquímicos”, porque mantidos em função de processos e compartimentos biológicos, geológicos e químicos. Entretanto, esses ciclos não existiriam se não houvesse a circulação da água em nosso planeta. A água é o sangue da Terra, como disse Lord Selborne em seu livro *The ethics of freshwater use: a survey*, publicado pela Unesco em 2001.

Os elementos químicos essenciais à vida são chamados “nutrientes”. Eles dissolvem-se na água e por ela são transportados para dentro ou para fora das plantas e animais por meio da absorção pelas raízes, ingestão e transpiração. Os ecossistemas terrestres são controlados pela disponibilidade de água na fase líquida. Na falta de água na fase líquida, tem-se um deserto. Digo na fase líquida porque nos ecossistemas continentais da Antártica existe 90% da água doce do planeta, mas congelada e, portanto, não disponível. A falta de água na fase líquida não é problema nos ecossistemas marinhos. Aqui o problema é apenas a circulação. Mares com pouca circu-

lação tendem a ser pobres em vida marinha. O ciclo hidrológico é, portanto, a circulação da água em escala global, e representa o principal cenário de fundo sobre o qual a vida se desenvolve em nosso planeta.

Do ponto de vista ecológico, as necessidades básicas para a sobrevivência de qualquer ser vivo começam com o alimento (que inclui a água), proteção e reprodução. Esses são conceitos simples, mas, ao mesmo tempo, complexos quando se trata de garanti-los para cada ser vivo. O ciclo hidrológico, por exemplo, é tão importante no nosso cotidiano que logo aparece no currículo do ensino fundamental de qualquer país. Obviamente fazemos parte desse ciclo, uma vez que no mínimo 65% do nosso corpo é formado por água (83% do sangue, 80% do cérebro, 75% dos músculos e 30% dos ossos). As baratas são mais secas (60%) e as pererecas mais úmidas (78%). Os organismos aquáticos chegam a mais de 90% de seu corpo constituído por pura água, como por exemplo as águas vivas.

Desnecessário tentar convencer alguém sobre o óbvio. Porque o que é importante, para não dizer vital, passa despercebido no dia a dia. E é aí que mora o perigo. Ninguém mais se preocupa em entender porque 1 mais 1 são 2 (os matemáticos provam isso). Poucos se preocupam em saber de onde vem a água que usam diariamente ou tampouco para onde ela vai quando sai pelo ralo. Quando nossas necessidades básicas estão plenamente satisfeitas, nossas preocupações pulam para o patamar seguinte, no mesmo nível do conforto e, dependendo do nível socioeconômico, até os limites do prazer.

Mas o fato é que sem água não haveria prazer nenhum em viver e fazer parte da biosfera terrestre. Mostre um McLanche Feliz e um galão com dez litros de água limpinha e fresquinha para uma criança do polígono da seca no Nordeste. Não me arrisco a adivinhar o que ela irá escolher, tendo

em vista o estágio atual da nossa globalização econômica e o poder mercadológico. Mas, sem dúvida, levado mais pelo instinto de sobrevivência do que pelo prazer, o pequeno Severino vai refletir alguns segundos a mais do que o que normalmente levaria uma criança culturalmente urbanizada.

Normalmente diz-se que um verdadeiro ciclo não tem começo, meio ou fim. Pode-se iniciar o ciclo a partir de qualquer ponto, porque todas as etapas são partes essenciais do processo cíclico. Mas, para simplificar, vamos iniciar a descrição do ciclo hidrológico a partir do mar. Aristóteles (400 a.C.) não concordava com os paradigmas divinos sobre a origem dos lagos e rios, e foi o primeiro a perceber que o mar tinha alguma coisa a ver com as chuvas. E estas com a formação das nascentes e rios. Ou seja, que era sempre a “mesma água” que passava por um determinado ponto, em um ciclo interminável. Suas suspeitas começaram quando ele percebeu que, apesar de os rios correrem para o mar, o Mar Egeu nunca “transbordava”. A descrição mais detalhada de um ciclo hidrológico completo foi feita séculos mais tarde por Leonardo da Vinci, em 1500.

Começando então pelo mar, (i) a água evapora pela ação dos raios solares, (ii) o vapor de água se condensa, (iii) formam-se as nuvens, e em seguida (iv) as chuvas que caem diretamente no mar ou em terra, onde (v) penetram no solo, (vi) formam os lençóis freáticos, (vii) as nascentes e (viii) os rios que (ix) desembocam no mar. Existem desvios dessa via principal, como a saída de água do ciclo para reservatórios específicos e processos biológicos, mas que, indiretamente e em escalas de tempo diferentes, acaba retornando para a via cíclica principal. Por exemplo, do solo, em vez de formar os lençóis freáticos, a água é absorvida pelas raízes das plantas, entrando no compartimento biológico e permeando pela teia alimentar até sair pela transpiração e degeneração da matéria orgânica morta de volta para a

via principal. Ou então o lençol freático forma um lago em vez de um rio. Ou ainda a água forma grandes reservatórios subterrâneos, denominados aquíferos, semelhantes aos reservatórios de petróleo.

Mas, cedo ou tarde, a água volta para o mar. Essa interação entre água doce e água salgada na zona costeira assume diversas formas. A água doce dilui a água salgada diretamente pelas chuvas, pela penetração através do lençol freático, pela drenagem fragmentada ao longo da costa ou visivelmente, através dos estuários. Esses ecossistemas costeiros são importantes do ponto de vista ecológico, histórico, cultural e socioeconômico para o Brasil e para o mundo. São caracterizados por gradientes de salinidade desde a fonte de água doce até o mar adjacente. Para ilustrar melhor o gradiente salino, imagine que você está navegando em um rio a favor da corrente, na direção do mar e, de tempos em tempos, pega um pouco de água de superfície e experimenta para sentir o gosto (não faça isso nos rios Guaíba, Cubatão, Capibaribe etc). Ainda no rio a água é totalmente doce, mas, a partir de um certo ponto, onde começa o que chamamos de “estuário” propriamente dito, a água vai ficando cada vez mais salgada, até você sair na foz e entrar mar adentro, onde a salinidade é máxima. Desse modo, você cruzou o gradiente de salinidade desse estuário, que em alguns casos ocupa uma pequena área geográfica; em outros, a distância entre os extremos de água doce e água salgada chega a quilômetros. Isso depende de vários fatores, mas os principais são o volume de água doce (isto é, o tamanho do rio) e a circulação de maré. Esses fatores determinam o grau de mistura entre a água do rio e a água do mar.

Existem situações onde o gradiente de salinidade se estende mar adentro, ocupando áreas distantes sobre a plataforma continental, já fora da desembocadura do rio. Na foz do rio Amazonas, por exemplo, ocorre um

caso extremo e único em todo o mundo. O volume de água desembocada no mar é tão grande (em média 1.800.000 metros cúbicos por segundo) que o gradiente estuarino acontece quilômetros mar adentro. Chega a 200 km na região amazônica, e resquícios da água doce ainda são detectados até próximo a Cuba, no Mar do Caribe. Situação semelhante ocorre no extremo sul do Brasil, onde o maior aporte de água doce continental vem do rio da Prata, com menor contribuição da Lagoa dos Patos. Ambos lançam cerca de 28 mil metros cúbicos por segundo de água doce no oceano Atlântico Sul Ocidental, que se desloca rumo ao norte, chegando até o sul do Estado de São Paulo no inverno, impulsionada pelos ventos de sudoeste.

O que torna as regiões costeiras férteis e mais ricas em recursos pesqueiros é o aporte de nutrientes e de material biogênico oriundo da bacia de drenagem dos rios. Como o adubo na agricultura, os nutrientes fertilizam a superfície do mar adjacente, ao mesmo tempo em que o material orgânico particulado sedimenta, formando um depósito de detrito orgânico consumido por invertebrados da base da teia alimentar marinha. O resultado é a abundância da quantidade de peixes, moluscos e crustáceos explorados pelas comunidades de pescadores artesanais e industriais.

Existe uma variação natural da produtividade biológica da zona costeira em função do regime hídrico de cada região. No Nordeste, por exemplo, a zona costeira, além de ser mais fertilizada durante o período chuvoso entre maio e setembro (aproximadamente), também é ocupada por mais larvas de camarões e caranguejos. O período também é propício à alimentação das ostras, sururus e bacucus, iguarias dos estuários nordestinos, devido ao maior aporte de material biogênico particulado, do qual se alimentam por filtração. O resultado é uma desova mais abundante em outubro, no final do período chuvoso. Esses são apenas alguns aspectos importantes dessa rela-

ção entre a drenagem continental de água doce e o mar. Existem inúmeras outras, tão importantes para a pesca e a integridade biológica dos sistemas marinhos costeiros.

No entanto, o equilíbrio dessa relação está sendo pouco a pouco alterado. Além do desmatamento e da poluição na bacia de drenagem dos rios que desembocam no mar, contaminando cada vez mais a zona costeira, com entrada excessiva de sedimentos e produtos tóxicos, a alteração do fluxo hídrico e do volume de água dos rios na foz representa um dos piores fatores de alteração dessa relação entre água doce e água do mar na zona costeira global. É fácil concluir que, quando diminui o volume de água doce transportada para a zona costeira, sua fertilidade também diminui, além de causar problemas geomorfológicos tais como alterações de linha de costa. De acordo com o livro de Lord Selbourne, em 1986 haviam 36.235 barragens de grande porte, com mais de 15 metros de altura, em todo o mundo, e desde então uma média de 267 novas barragens foram construídas anualmente. Se essa média se manteve, já devemos ter chegado em cerca de 41.500 barragens grandes, além das milhares de barragens de médio e pequeno porte.

Essa retenção em massa de água doce nos continentes, somada aos milhares de projetos de transposição que desviam o fluxo hídrico para a agricultura, pode diminuir consideravelmente o fluxo de nutrientes e material orgânico particulado para a zona costeira, além de alterar os gradientes estuarinos naturais e destruir a estabilidade biológica e geológica que evoluiu em função desses gradientes e fluxos. Se isso virar moda, nós terráqueos vamos ter um problema muito sério, talvez irreversível. O ciclo não muda; o que muda são as quantidades de água nos reservatórios ao longo do ciclo – a alteração dos padrões globais do ciclo hidrológico. Antes havia mais água doce fluindo para a zona costeira, mas ela agora encontra-se retida nas bar-

ragens. Antes também havia mais água doce nos aquíferos, mas agora deve estar indo para o mar.

No Brasil, o caso mais grave pode ser o da foz do rio São Francisco. Nos últimos 20 anos, as barragens no Médio São Francisco retiveram sedimentos, provocando déficit de areia na foz e erosões graves da linha da costa. O resultado foi o recuo de quase 300 metros, ameaçando sumir com o povoado de Cabeço. A região também tornou-se menos fértil, e locais de pesca tradicionais foram substituídos por outros à montante do rio, cuja desembocadura se saliniza cada vez mais à medida que o volume de água doce diminui. E isso pode se agravar pelo tão polêmico projeto de transposição de suas águas para irrigar o polígono das secas no Nordeste. Dizem que são apenas 26 metros cúbicos a menos na vazão do rio. Só que, fazendo as contas, isso representa uma perda anual de mais de 800 milhões de metros cúbicos de água para a zona costeira, sem contar com a areia e a matéria orgânica particulada, vitais para os processos de estabilidade geológica e para os recursos pesqueiros da região costeira. Enquanto os homens não aprendem, o “Velho Chico” que se cuide.

PROBLEMA ANTECIPADO

Dizem que Deus é brasileiro, porque aqui não tem terremoto, vulcão e furacão. Para falar a verdade, eu também sempre acreditei nisso, pelo menos até o final de março de 2004, quando os moradores da costa sul de Santa Catarina e norte do Rio Grande do Sul foram surpreendidos por um furacão extratropical, o primeiro de que se tem notícia no oceano Atlântico Sul. A velocidade dos ventos do furacão “Catarina” manteve-se em torno de 150 km/h, com rajadas de até 178 km/h, suficientes para matar duas pessoas, destruir 100 mil casas e desabrigar milhares.

Essa desgraça toda obviamente ocupou o noticiário nacional por vários dias. Mas foi logo esquecida. Outros fenômenos similares deram sequência ao legado do Catarina. Anita foi um ciclone subtropical que se originou perto do litoral do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina em março de 2010. Arani foi um ciclone subtropical que se formou entre o litoral do Rio de Janeiro e do Espírito Santo, também no mês de março, mas em 2011. Bapo foi outro ciclone subtropical que se originou na costa de São Paulo e atuou em fevereiro de 2015. E Cari, mais atual, foi um ciclone subtropical que se originou na costa de Santa Catarina em 1º de março de 2015. Os furacões passam e depois de um horizonte de tempo curtíssimo já não se fala mais nisso. Apesar dos traumas emocionais e prejuízos socioeconômicos produzidos na costa sul brasileira, continuamos incrédulos em relação às catástrofes naturais no Brasil.

Assisti uma entrevista do professor Rubens Villela em um conhecido programa matinal de TV após a passagem do Catarina. O professor Villela é uma das maiores autoridades em meteorologia marinha em nosso país. Trabalha no Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São

Paulo. A entrevista era sobre previsões climáticas e, evidentemente, a conversa rumou na direção do furacão em Santa Catarina. Villela descreveu o fenômeno com precisão científica, mas didaticamente, para que a entrevistadora pudesse compreendê-lo.

Em um dado momento da entrevista, o professor deu uma informação que me preocupou seriamente. Disse que cientistas ingleses construíram um modelo para prever a ocorrência de furacões no mundo nas próximas décadas. Eles utilizaram dados atuais das causas antropogênicas da alteração climática, particularmente da dinâmica atmosférica em decorrência do “efeito estufa”. Como vocês sabem, o famoso efeito estufa, provocado pela emissão dos gases oriundos da atividade industrial e queima de florestas (por exemplo, gás carbônico), aumentou em um grau a temperatura média no planeta nos últimos 100 anos. Bom, e daí? Daí que a formação dos furacões sobre o mar está diretamente associada aos gradientes de pressão atmosférica causados por diferenças de temperatura em escala planetária. Segundo o professor Villela, o modelo dos ingleses previa furacões no Atlântico Sul (pasmem!) por volta do ano 2070!

Parece que os furacões chegaram mais cedo do que o previsto. Começo a acreditar menos no fato de Deus ser brasileiro e mais em furacões por aqui, e na necessidade de tomarmos medidas preventivas para evitar os transtornos sociais associados. Os habitantes dos litorais Sudeste e Sul que se cuidem, pois as consequências do efeito estufa já podem estar acontecendo.

A crise energética do século XXI encontra na zona costeira um leque de alternativas para a redução da sua dependência de matrizes não renováveis. Em um contexto em que as energias de origem fóssil estão cada vez mais caras, as oportunidades de se obter energia por meio dos ventos costeiros ou *offshore*, ondas, gradientes de salinidade e temperatura, entre outros, se mostram cada vez mais reais e possíveis. Atualmente, a energia mais explorada na zona costeira é a dos ventos, com parques eólicos tanto na zona costeira como *offshore*. Existe ainda a viabilidade de se utilizar microalgas marinhas na produção de biocombustíveis. Estudos recentes indicam que o biodiesel pode ser obtido a partir de microalgas, devido à facilidade de seu cultivo, quantidade de lipídios e duplicação da biomassa em um curto período de tempo, entre outras. Além disso, seu cultivo pode ser realizado em áreas desinteressantes para a agricultura, reduzindo a pressão sobre os ecossistemas terrestres e sobre as áreas agriculturáveis. Os oceanos serão, sem dúvida, uma das maiores fontes de energia do futuro. J.L.G.

MAR E ENERGIA

BIODIESEL, A BOLA DA VEZ

Há uns anos minha irmã contou que um amigo baiano havia se referido ao óleo de dendê como combustível e não comestível. O cara poderia estar prevendo o futuro da matriz energética mundial e não sabia. Antes de qualquer coisa, é preciso esclarecer que todo o combustível fóssil (como petróleo, carvão) tem origem biológica. São e sempre foram biocombustíveis. Mas, na forma em que se encontram na natureza, não são renováveis. São heranças da natureza paleolítica para as sociedades industrializadas do futuro. Um ouro negro repleto de átomos de carbono unidos pela energia química latente da fotossíntese pré-cambriana, prestes a explodir e se transformar na energia térmica, mecânica, cinética, elétrica e luminosa necessárias para manter a estrutura e o funcionamento do ecossistema urbano e industrial. Uma herança que até hoje provoca guerras

e disputas na luta pela sobrevivência econômica e social do planeta.

Uma breve cronologia da tomada de consciência sobre a questão ambiental no mundo, que talvez tenha se iniciado na década de 1970. Eram os tempos em que ainda se considerava Gaia mais uma teoria esotérica. Mas a ideia de que era necessário proteger o meio ambiente já começava a ser consenso nos bate-papos de botequim. Só que ninguém sabia muito bem o porquê e pra quê, e as conversas se tornavam evasivas, às vezes ecochatas. Daí ou se mudava de rumo ou se fazia inimigos, como nas discussões sobre política e futebol. Até que surgiu o primeiro réu ambiental: o gás das geladeiras e ar-condicionado. Aquele produto com nome de filme de ficção científica da sessão da tarde, que esburaca a camada de ozônio e torna os raios ultravioletas os culpados por todos os casos de câncer de pele do planeta. A indústria de eletrodomésticos entrou em pânico e a indústria cosmética festejou. O tempo passou, nada foi feito, parece que tudo continua do mesmo jeito e nos conformamos em incluir os protetores solares nos itens de consumo.

A vilã seguinte foi a emissão de gases do efeito estufa, tais como o carbono e o metano, e a ameaça do aquecimento global, que está deixando os russos radiantes de felicidade pela possibilidade da expansão agrícola nas terras do subártico favorecidas pelo degelo. O desmatamento da Amazônia, a poluição das águas e a possibilidade, ainda que remota, do domínio das máquinas e de bebezinhos terem que usar máscaras de oxigênio no futuro nos fez repensar o modelo de desenvolvimento. Governos, empresas, cientistas e ambientalistas decidiram reverter o rumo da degradação ambiental do planeta, partindo para um novo paradigma do desenvolvimento socioeconômico: o uso sustentável dos recursos naturais, preconizado na Agenda 21 Global, um documento construído com a participação de diversos países durante a ECO 92. Parecia que as coisas iriam ser mais bem esclarecidas. Agora nós

tínhamos um protótipo de diálogo entre os setores industriais produtivos e o movimento conservacionista. Um novo modelo de desenvolvimento econômico com responsabilidade socioambiental.

Palavras bonitas, porque na prática ainda há um desequilíbrio dinâmico entre a energia solar usada para manter a organização do meio ambiente global e a nossa capacidade de queimar, matar e demolir habitats naturais. O ciclo do carbono continua a ser alterado, e ele se acumula cada vez mais na atmosfera. E as palavras carregadas de bonitas intenções continuam apenas no papel.

TUDO É ECOLOGIA

Mas valeu a intenção do início dos anos de 1990. De uma hora pra outra os termos “meio ambiente” e “ecologia” invadiram a nomenclatura nacional e o cotidiano das pessoas. Nos demos conta de que somos vivos, orgânicos, feitos de carbono e que dependemos da saúde dos ecossistemas para manter nossa própria saúde. As ONGs ambientalistas internacionais se fortaleceram cada vez mais, conseguindo credibilidade e apoio financeiro das multinacionais que se sentiam culpadas. Surgiu o *Globo Ecologia* e a novela *Pantanal*. Estávamos aos poucos nos educando para o próximo milênio e para o grande desafio final de resolver os conflitos entre desenvolvimento e conservação. E o dever de casa mais complicado era, e ainda é, desacelerar o aquecimento global.

Mas não sei bem o que aconteceu no meio do caminho. O *marketing* ambiental e a indústria do verde e do ecologicamente correto se meteram na frente. Começaram aqueles mandamentos marqueteiros do tipo “sabendo usar não vai faltar” ou “conservar é saber usar”. Nos últimos dez anos, vulgarizou-se como nunca a palavra *ecologia* e seus conceitos termodinâmicos e biogeoquímicos que explicam a vida e o equilíbrio

ambiental no planeta. Hoje em dia tudo o que supostamente não prejudica tanto o meio ambiente adquiriu automaticamente o título de “ecológico”. É couro ecológico, tijolo ecológico, bioinseticidas e repelentes ecológicos à base de ultrassom. Tem até um antilatido (e neurotizante de cachorro) ecológico com um nome nada ecológico: *Dog Silencer-PRO!* E a coisa evoluiu para brindes ecológicos feitos com papel reciclado e uma infinidade de produtos de limpeza ecológicos tais como detergentes, desengordurantes, lava-louça em pó ecológico, limpa-vidros, limpa-banheiros e limpa-bundas ecológicos. Algo parecido aconteceu com o termo sustentabilidade, definido pela primeira vez no Relatório Brundtland em 1972. Seu significado, nebuloso de nascença, perdeu todo e qualquer sentido com a apropriação sofrida pela economia e pela indústria.

Recentemente surgiu mais um absurdo ecológico chamado “saco plástico oxi-biodegradável” no mercado consumidor varejista. Outra empurrada de sujeira pra debaixo do tapete, só que dessa vez com consequências mais graves. Enquanto o saco plástico era apenas mais um maldito saco plástico a chegar na praia ou nas margens dos rios, dava até pra remover e resolver o problema com educação ambiental e reciclagem. Mas se ele se esfarela em milhões de pedacinhos invisíveis até o tamanho das moléculas, como polímeros venenosos, ai é que o bicho pega! Quanta ignorância! Para o meio ambiente vai ser que nem uma doença fatal causada por um vírus incurável. Por fim, não posso deixar de mencionar o suprassumo das redundâncias gramaticais: a comida orgânica! Nunca se abusou tanto dos benefícios para a saúde e de toda essa indulgência ecológica pra se entrar no céu. Parece até réu confesso se evangelizando na cadeia pra ver se a sociedade perdoa os crimes hediondos do passado.

E, nesse clima de ignorância total sobre o que é e pra que serve

a ecologia, a bola da vez é, sem dúvida, o combustível ecológico, com destaque para o biodiesel. Sim, porque o álcool, nosso primeiro e bem-sucedido biocombustível, foi responsável por tanto problema ambiental que se evita enaltecer suas qualidades como combustível renovável. O Proálcool provocou a perda de grande parte da Mata Atlântica ciliar central e nordestina, com erosão de margens e transporte de excesso de sedimentos para os oceanos, reduzindo drasticamente a extensão e a saúde dos recifes de coral.

Portanto, todas as atenções estão voltadas para o biodiesel extraído de culturas terrestres, as chamadas oleaginosas. Destaca-se a soja (geralmente transgênica), a mamona, o dendê e o girassol, cujas sementes normalmente produzem 20-50% de óleo em sua composição química, com alta rentabilidade na produção industrial de biodiesel. O dendê atendeu perfeitamente às previsões anedóticas do amigo da minha irmã. Produz até 4400 kg/ha de óleo bruto, contra 600 kg/ha produzido pela soja. As diretrizes atuais do governo demandam a mistura obrigatória de pelo menos 7% de biodiesel no diesel total (até 2010 a proporção era de 5%), o que impulsiona essa indústria, em conjunto com o aumento das monoculturas de soja (principal cultura) pelas paisagens dos biomas brasileiros, cada vez mais retalhados.

MICROALGAS COMO FONTE

Agora vem minha maior preocupação. O receio de repetirmos os erros ambientais do Proálcool. No Brasil, a política de biocombustíveis já mostra defeitos congênitos. O pior deles é o uso do solo do cerrado para a agroindústria da soja, de modo a atender a demanda interna e de exportação de biocombustíveis. Também podemos destacar a questão dos conflitos agrários gerados em função da instalação de extensas monoculturas de soja,

geralmente sustentadas por grandes latifúndios que avançam cada vez mais em direção às terras de pequenos produtores, ocasionando um desequilíbrio na distribuição de terra e injustiças sociais no campo. O outro é o consumo de água doce, que já começa a preocupar tendo em vista os problemas com o desequilíbrio do ciclo hidrológico. Sabemos que são consumidas centenas de litros de água para cada quilo de grãos de culturas oleaginosas.

Paulo César Abreu, do Departamento de Oceanografia da Fundação Universidade do Rio Grande (RS), foi quem me familiarizou com o tema e com as vantagens da produção de biodiesel a partir de microalgas marinhas. São vegetais unicelulares que não usam água doce, podem ser cultivados em tanques flutuantes no mar, sem conflitos agrários, e usar nutrientes de fontes oceânicas, desde que as águas profundas ricas em nutrientes sejam bombeadas até a superfície. Nada que um pouco de tecnologia e vontade política não resolvam.

O conteúdo de lipídios das microalgas, substância precursora do biodiesel algal, varia entre 1 a 40% do peso seco, podendo alcançar até 85% se as condições nutricionais do cultivo forem manipuladas. Quer dizer, se a concentração de nutrientes for reduzida, diminuindo os custos de produção, a concentração de lipídios intracelular aumenta ainda mais, o que potencializa o rendimento. Um paradoxo positivo jamais encontrado no sistema produtivo industrial. As microalgas marinhas, sobretudo as diatomáceas, são mais promissoras ainda, devido ao alto teor de lipídios em suas células. Claudia Maria Teixeira e Maria Elizabeth Morales, ambas pesquisadoras do Instituto Nacional de Tecnologia (RJ), publicaram o artigo “Microalga como matéria-prima para a produção de biodiesel”, que comprova o potencial das microalgas como candidatas para a produção de biodiesel no Brasil sem conflitos ambientais.

Em Portugal, empresas europeias (Alga Fuel, Green Cybe & Espírito Santo Ventures) estão investindo em uma refinaria de produção em massa de microalgas. É um novo conceito de rendimento de óleo por biomassa vegetal chamado “single cell oil” (SCO), que visa desenvolver tecnologia para extração de óleo de organismos unicelulares, como as microalgas.

NOSSOS PIONEIROS

No Brasil, existem iniciativas pioneiras do uso de microalgas para produção de biodiesel e fixação de carbono como forma de diminuir emissões industriais. O dr. Marcelo Montes D’Oca coordena atualmente o projeto “Biodiesel a partir de microalgas”, a ser desenvolvido no Departamento de Química da FURG, no Rio Grande do Sul. Resumindo, as principais vantagens do uso de microalgas como matéria-prima para a produção de biodiesel são:

- Gasta pouca água. A maior parte da água é usada como hábitat dos organismos que vivem em suspensão. Os cultivos em biorreatores mantêm a água em sistemas fechados ou em piscinas abertas, onde pode ser reutilizada indefinidamente após cada colheita.
- Cultivos em massa podem ser feitos em qualquer lugar. Não utiliza o solo como hábitat de sustentação. Portanto, nossos solos podem continuar a produzir a agricultura tradicional, sem necessidade de impactar o cerrado ou a Amazônia no processo produtivo.
- Cultivos em massa de microalgas ocupam o espaço em três dimensões. Ou seja, 1 m² de área usada para cultivos de microalgas pode ser estendido verticalmente, produzindo centenas de vezes mais óleo vegetal do que culturas oleaginosas no mesmo espaço. Veja bem as vantagens disso! Não precisa derrubar mata nativa nenhuma. Em escala experimental, estima-se

que as microalgas possam produzir de 200 a 300 vezes mais óleo vegetal do que a maioria das oleaginosas em uma área 100 vezes menor. Isto é, para produzir 250 mil toneladas de biodiesel vegetal a partir de microalgas são necessários 2.500 hectares de espaço em terra. Para produzir as mesmas 250 mil toneladas a partir da soja, são necessários 500 mil hectares.

– A questão do espaço é ainda mais vantajosa se os cultivos em massa forem desenvolvidos no mar, depois que o Ibama licenciar, é claro. As medidas compensatórias são várias!

– Microalgas têm eficiência fotossintética muito maior do que os vegetais terrestres, com crescimento e acúmulo rápido de biomassa vegetal. Ou seja, produzem mais biomassa por hectare em menos tempo.

– Outra vantagem de usar microalgas marinhas é que elas não necessitam de água doce! Crescem na água salgada. Um problema ambiental a menos.

– Microalgas são fixadoras eficientes de carbono atmosférico. Fixam mais carbono através da fotossíntese em muito menos tempo. Estima-se que cada tonelada de biomassa algal produzida em determinado tempo consome duas toneladas de CO₂ através da fotossíntese. Isso representa dez a vinte vezes mais do que o absorvido pelas culturas oleaginosas.

– A natureza unicelular assegura uma biomassa com mais pureza bioquímica, ao contrário das plantas terrestres, que têm compostos diferentes em diferentes partes do vegetal (frutos, folhas, sementes ou raízes).

Entre 1978 e 1996 foi desenvolvido o “Programa de Espécies Aquáticas” no Laboratório Nacional de Energia Renovável (NREL), financiado pelo Office of Fuels Development, da Division of the US Department of Energy. O programa testou várias espécies de microalgas marinhas e de água doce, concluindo que as diatomáceas e as clorofíceas unicelulares (como *Neochloris oleoabundans*, *Scenedesmus dimorphus* e

Botryococcus braunii) são os grupos mais promissores. Espécies do gênero *Botryococcus* podem produzir até 86% de seu peso seco em hidrocarbonetos de cadeia longa (quer mais?). Alguns cientistas acreditam que foi um antepassado fóssil desse gênero de microalga o responsável por vários depósitos de petróleo explorados atualmente.

Ou seja, as vantagens de usar microalgas, sobretudo marinhas, como matéria-prima para a produção de biodiesel são óbvias. E os números em relação à eficiência e vantagens sobre as culturas de oleaginosas estão aí para comprovar. Estamos mais uma vez diante de uma bifurcação na corrida pelo desenvolvimento com responsabilidade ambiental. Podemos seguir o caminho da tecnologia inovadora, criativa e alternativa, que usa a biotecnologia em benefício da própria humanidade. Ou continuamos no caminho da agroindústria tradicional, que até agora usou a biotecnologia em benefício próprio, arcando com um ônus futuro de mais problemas ambientais e sociais.

ENERGIA DO MAR: SOLUÇÕES PARA O AQUECIMENTO GLOBAL

Neste momento de discussão global sobre ameaça ao clima por conta da poluição por combustíveis fósseis e até pum de cupim, parece que finalmente nossos governantes acordaram ou limpam os ouvidos. Agora já discutem e escutam com mais atenção o alerta da comunidade científica sobre o aquecimento da Terra. A poluição atmosférica e seus efeitos climáticos, uma ameaça real e iminente para as próximas gerações, de proporções catastróficas, faz com que vários países retomem as pesquisas no sentido de tornar economicamente viável a geração de energia limpa a partir de fontes alternativas. E o mar inspira e lidera cada vez mais iniciativas tecnológicas na busca de soluções em curto prazo para o pior que vem aí. Se é que ainda dá tempo.

No mar, a energia elétrica pode ser obtida a partir de ondas, correntes de marés, ventos, gradientes horizontais de salinidade e gradientes verticais de temperatura. Já existem protótipos e projetos em estágios mais avançados de funcionamento, e aqui estão alguns exemplos:

ENERGIA DAS MARÉS

O mais estável e previsível dos processos oceânicos com potencial para extração de energia elétrica é a circulação diária das marés. Existem basicamente duas possibilidades de extrair energia das marés: usinas de barragem e turbinas aquáticas. O primeiro tipo é formado por uma barragem com turbinas na base que aproveita o desnível da água de ambos os lados da barragem em função do ciclo de marés.

A primeira usina de barragem de maré construída, em 1966, funciona no estuário do rio Rance, no norte da França, com capacidade

de produzir 240 MW. Foi a maior barragem durante muito tempo, até a construção da Sihwa Lake Tidal Power Plant na Coreia do Sul em 2011, com potência para gerar 254 MW. Uma outra barragem com potencial para gerar 812 MW próxima à ilha de Ganghwa (Coreia do Sul) também está sendo construída. Atualmente, para atender ao protocolo de Quioto, que regula a emissão de carbono na atmosfera, o governo da Grã-Bretanha está estudando 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. Também existem turbinas semelhantes no Canadá (20 MW), China (40 KW), e diversos outros países já possuem instalações ou estão em fase de estudos para a implementação de suas usinas. O maior problema com esse sistema é o impacto ambiental decorrente da construção da barragem em regiões estuarinas. No Brasil, isso seria uma catástrofe do ponto de vista ambiental e socioeconômico. Do ponto de vista ambiental, a tecnologia mais apropriada para obtenção de energia das marés é a instalação de turbinas subaquáticas, como as da empresa Marine Current Turbines Ltd. Elas funcionam como moinhos de vento, mas são submersas e captam a energia das correntes geradas pelos ciclos de maré. Cada unidade gera entre 750 e 1500 KW, dependendo da corrente local.

ENERGIA DAS ONDAS

Estima-se que a energia contida nas ondas em todos os oceanos seja de aproximadamente dois trilhões de watts (o equivalente a 2 mil GW). Estudos feitos na costa oeste americana estimam que em média cada metro linear de onda produza entre 40 e 70 KW. Projetos de extração de energia diretamente do movimento das ondas na superfície, ou das variações de pressão em subsuperfície decorrentes do movimento ondulatório no

mar, vêm sendo investigados na Escócia, Canadá, Austrália, África do Sul e Estados Unidos.

GRADIENTES TÉRMICOS VERTICAIS

Diferenças de temperatura entre a superfície ensolarada e o fundo escuro são características permanentes em regiões tropicais. Quem já teve o prazer de ir ao fundo do mar durante o verão já sentiu como a água é mais fria lá embaixo. Esse gradiente térmico vertical, que os oceanógrafos chamam de termoclina, pode ser diário quando se considera as diferenças de temperatura nos primeiros centímetros da água entre o dia e a noite; sazonal, ocorrendo apenas durante o verão em regiões temperadas; ou permanente, como ocorre nas águas tropicais, nas quais a radiação solar esquenta a superfície do mar o ano todo, mantendo diferenças térmicas marcantes entre a superfície e o fundo que podem chegar a 10 graus.

A ideia de energia elétrica extraída a partir de gradientes térmicos no mar foi concebida na França pelo físico Jacques Arsene d'Arsonval, em 1881. O princípio do sistema OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion) é evaporar amônia com a água quente da superfície, que se expande movimentando turbinas que geram energia elétrica. Em seguida, a amônia é condensada pela água fria bombeada dos níveis abaixo da termoclina permanente, retornando ao sistema na forma líquida e fechando o ciclo.

Em 1930, George Claude, discípulo de Arsonval, construiu em Cuba a primeira planta de geração de energia a partir do gradiente de temperatura, e uma outra no Brasil em 1935. Mas eram protótipos que foram destruídos pelo mau tempo. Uma nova tentativa foi feita mais tarde, na década de 1950, pelos franceses na Costa do Marfim, África. Os custos operacionais inviabilizaram sua construção e a ideia foi novamente abandonada. Mas uma boa ideia não deixa de ser boa só porque não foi executada corretamente.

A partir de 1974, os Estados Unidos assumiram a liderança na pesquisa de novos OTECs, na tentativa de reduzir custos de construção e atingir a viabilidade econômica. Além dos sistemas fechados com amônia, existe um sistema 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.

GRADIENTES OSMÓTICOS

No mar, existem diferenças de salinidade no plano horizontal e vertical, sobretudo na zona costeira. Quando rios desembocam no mar (os estuários), o encontro da água doce com a água salgada forma gradientes salinos marcantes, que podem gerar energia. Quem não se lembra do termo osmose? Quando uma solução menos salgada é separada de uma outra solução com mais sal por uma membrana semipermeável (isto é, que só deixa passar a água e não o sal nela dissolvido), a água atravessa essa membrana no sentido “menos salgado para o mais salgado”, buscando o equilíbrio osmótico. Ou seja, após algum tempo, as duas soluções têm a mesma concentração de sal. Esse fluxo de água através de membranas semipermeáveis para equilibrar a pressão osmótica pode ser usado para girar turbinas.

Trata-se de uma tecnologia limpa, que no futuro pode ser usada

em nossos estuários, sobretudo nos da região amazônica, mais carente de energia limpa. Não há impacto ambiental a não ser aquele decorrente da própria construção, uma vez que o sistema não consome água ou sais e não interfere no fluxo natural de água doce para o mar.

VENTOS OFFSHORE

A tecnologia de extração de energia elétrica do vento desenvolveu-se exponencialmente nos últimos 25 anos, sobretudo na Europa e nos Estados Unidos. Mas o potencial dos ventos em regiões distantes da costa (ventos *offshore*) é maior. O único obstáculo são as instalações em águas com mais de 30 metros de profundidade. Nesse caso, o sistema precisa ser ancorado. O potencial estimado de energia a partir de ventos *offshore* entre 5 e 50 milhas náuticas ao longo de toda a costa americana foi estimado em 907 GW, ou seja, maior que a capacidade total instalada no país.

Não foi à toa que os franceses selecionaram o Brasil para sediar uma das primeiras OTECs experimentais em 1935. Nosso país é privilegiado em relação a gradientes ambientais com potencial para geração de energia elétrica a partir dos ventos costeiros e gradientes termohalinos, tendo em vista a ocorrência de termoclinas permanentes e próximas à superfície (principalmente nas regiões central e nordeste) e estuários ao longo de quase toda a costa brasileira. O sistema OTEC pode ser aplicado no Nordeste para refrigeração de prédios públicos e para a cultura de espécies de clima frio. A geração de energia de marés pode ser uma alternativa na região mais a norte (por exemplo, no Golfão Maranhense), onde as variações de maré são maiores.

O potencial no Brasil em relação à energia eólica em áreas de plataforma rasa também é enorme, sobretudo no Norte e Nordeste, com a incidência constante dos ventos alísios, que, por enquanto, só movimentam

jangadas. Já existem moinhos costeiros no município de Osório (RS) em funcionamento. Não há por que não expandi-los para outras partes da região Sudeste-Sul, e principalmente para o Norte-Nordeste, onde a incidência dos ventos alísios permite a viabilidade econômica de projetos dessa natureza.

O mar é uma esperança futura de produção de energia limpa. O salvador de todas as pátrias em termos energéticos. Só resta esperar pela escassez e conseqüente aumento do preço dos combustíveis fósseis para que energias limpas extraídas do potencial marítimo tornem-se comercialmente competitivas e vençam a batalha pela demanda cega e desenfreada de nosso consumo suicida.

A poluição é, provavelmente, a maior vilã dos oceanos na atualidade. Dentro da concepção de que o poder de diluição do oceano é infinito, vale lançar tudo. Virou o destino final de todas as coisas inservíveis que o ser humano produz, desde os rejeitos até os caprichos da indústria de cosméticos. Os elementos poluentes podem chegar de diversas maneiras: por gravidade, pelo vento, por meio de emissários, durante o trânsito de embarcações, de maneira ativa ou passiva. Assumem distintas formas também, desde minúsculas moléculas a restos da construção civil e navios contaminados naufragados. Pode vir por meio de patógenos oriundos dos seres humanos que causam estragos na cadeia trófica. Pode ser também visual e sonora, como a iluminação artificial da zona costeira e os constantes ruídos das embarcações mais diversas e dos equipamentos da indústria petroleira. Os plásticos andam recebendo atenção especial, já que são de degradação extremamente difícil e caíram no gosto da população, sendo de fácil manuseio (não quebram nem rasgam) e descarte (não são retornáveis). Mas a pior poluição é aquela que não podemos ver, e não se percebe nem gera empatia. Poluição crônica e latente que, de maneira invisível, intoxica e mata os oceanos pouco a pouco. São um exército de componentes das indústrias médicas, farmacêuticas, estéticas e tantas outras.

J.L.G.

POLUIÇÃO MARINHA

DE OLHO NO ÓLEO

Em uma manhã ensolarada de domingo acordei de bem com a vida, com o colesterol abaixo dos níveis de referência, as contas pagas e tentando fazer o primeiro filho. Daí decidi dar uma de maridão esperto e, sob o olhar carinhoso e agradecido da jovem esposa orgulhosa, inventei de instalar aquela prateleirinha branca na parede do banheiro. Foi mais pra inaugurar o kit furadeira Bosch. Assim que mirei cuidadosamente a broca 8 mm entre o reboco de dois azulejos direto num ponto quase mentalmente georreferenciado... Pimba! Jorrou um jato de água fria que, se não tivesse parado no meu olho, teria invariavelmente batido na parede oposta. Acertei em cheio o cano d'água do edifício.

No desespero de evitar a molhadeira na virilha e no tapete do cor-

redor, a bronca da mulher e a censura do síndico, minha reação foi imediata e involuntária. Em questão de segundos meti heroicamente o mata-piolho no buraco pra estancar a hemorragia aquática descontrolada. Ali fiquei, pê da vida, em pé, com cara de bocó e escravo da própria burrada enquanto minha cúmplice no episódio buscava na lista amarela o socorro de um encanador 24 horas. Ele chegou duas horas depois que eu (muito esperto!) substituí meu dedo por um cabo de escova de dentes enrolado num pano de chão imundo.

Agora imaginem um vazamento enorme e descontrolado de óleo cru de um buraco no fundo do Golfo do México, com temperaturas congelantes e uma pressão capaz de esmagar um botijão de gás em milésimos de segundos. Multipliquem por cem o mesmo clima emocional gerado pelo episódio doméstico do meu banheiro. É mais ou menos assim o que a diretoria da British Petroleum (BP) deve ter se sentido no incidente de 20 de abril de 2010, quando a plataforma arrendada pela empresa derramou milhões de barris de petróleo no oceano depois que explodiu – assim como tantas outras companhias ao longo de décadas acumulando copiosamente desastres no mar. Não foi a virilha nem o tapete do corredor, e sim todo o mar do Golfo de México; não foi a bronca da mulher ou a censura do síndico, e sim de toda a comunidade internacional. Ambientalistas, políticos, empresários e milhares de comerciantes ao longo da costa sul dos EUA cobrando soluções e reparações pessoais e coletivas.

No caso da BP, a preocupação com o vazamento foi inicialmente mais financeira, como toda empresa privada que se preze, deixando as questões do impacto ambiental por conta do otimismo para uma solução rápida do problema antes que ele fugisse ao controle. Só que agora, em um mundo globalizado e mais transparente, sobretudo pela divulgação em massa das

informações via internet, todos os setores da sociedade civil global, governos e empresas, são cobrados diariamente pela prática da responsabilidade socioambiental, e, para a infelicidade financeira e pública da BP, a censura internacional foi crescendo a cada dia.

As consequências ambientais e o impacto no ecossistema marinho ao redor do Golfo são irreparáveis em curto prazo. Os impactos decorrentes desse vazamento da BP se somam sinergicamente a muitos outros (de maior ou menor porte) já contabilizados ao longo da história. O meio ambiente ainda se convalesce de vazamentos históricos nas últimas décadas em todo o mundo, com os mais de 30 milhões de litros do “ExonValdes” no Alasca em 1989, os cerca de 100 km da costa da Namíbia contaminados pelo vazamento de um barco de pesca afundado em 2002, os mais de sete milhões de litros do petroleiro “Prestige” na Espanha em 2002 e, o pior dos piores, os vazamentos crônicos da desastrosa e corrupta exploração petrolífera da Nigéria, que só em 2009 despejou mais de 13 bilhões de litros de óleo cru no delta do rio Níger, emporcalhando campos agrícolas e pesqueiros tradicionais, empobrecendo as comunidades locais, que desconhecem os lucros oriundos do petróleo, mas já estão muito familiarizadas com os seus impactos. Em meio ao caos socioambiental, alguns movimentos de resistência armada no delta do Níger reivindicam uma maior participação nos lucros e o cumprimento das responsabilidades ambientais. Esse caso, a mídia internacional não clama nem reclama (?!).

Mesmo vazamentos pequenos ocorridos há décadas em regiões costeiras ainda deixam pistas no óleo acumulado no sedimento de marismas e manguezais em todos os continentes. Sim, o óleo no mar se dispersa, volatiliza, sedimenta ou é transformado químico e biologicamente (bactéria adora petróleo, pode?). Mas deixa resquícios de contaminação na teia alimentar

com hidrocarbonetos e metais pesados. Sem falar no impacto das alterações físicas e químicas da água devido à lambuzeira geral. Esta é visível a olho nu, seja no pelo e penas dos animais marinhos que sufocam e (haja fígado!) se intoxicam até a morte, seja na pele dos comerciantes que sofrem com a queda do turismo em suas praias emporcalhadas de piche. Sem falar sobre o impedimento de trocas gasosas e o bloqueio da fotossíntese.

Mas de quem é a culpa, afinal? Apenas da BP? Das indústrias petrolíferas? Ou da demanda mundial por energia ainda não renovável, sustentando níveis galopantes de consumo? É a velha hipocrisia da condenação de traficantes. Eles só existem porque alguém social ou psicologicamente doente consome e paga caro pela droga. Não, a culpa é de toda a cadeia produtiva. E nós, coletivamente, somos responsáveis por tudo isso, porque nos acomodamos na conveniência dessa dependência dos combustíveis fósseis como matriz energética. Primeiro o carvão, que abriu os caminhos para a Revolução Industrial, atualmente o petróleo e, se os alertas contra o aquecimento global decorrente da poluição atmosférica não mudarem os rumos da matriz energética mundial, o gás substituindo o óleo (sorte da Bolívia e dos taxistas).

O fato é que ainda estamos na era do óleo, e dependemos quase totalmente de sua exploração e do beneficiamento industrial de seus derivados. Olhe ao redor da sala, do ônibus ou de onde quer que você esteja agora e aponte qualquer coisa da qual você dependa direta ou indiretamente pra viver e sobreviver que não tenha o dedo do petróleo. E agora atire a primeira pedra. Por enquanto, somos todos culpados, mas podemos e devemos nos redimir por meio da mudança de comportamento e hábitos de consumo. Mas isso só vem no longo prazo, com a educação de várias gerações e a consciência coletiva sobre a importância de equilibrar bem-estar social e

qualidade ambiental – seja no mar, seja na terra, seja no quintal da sua casa. Sobre o desfecho do acidente da BP, foi anunciado que a empresa pagará 18,7 bilhões de dólares em indenizações pelo derramamento de óleo, sendo a quantia paga ao longo de 17 anos. Fica a reflexão sobre o custo real do maior acidente ambiental da história dos Estados Unidos. As consequências socioambientais decorrentes fazem esses bilhões de dólares parecerem dinheiro de pinga. Abaixo descrevo alguns dos principais acidentes com petróleo das últimas décadas, com informações extraídas de artigo publicado pela revista *Exame* em 2010:

Guerra do Golfo, Kuwait, Golfo Pérsico (jan. 1991) – Volume: 1 milhão e 360 mil toneladas (753 piscinas olímpicas). O pior vazamento de petróleo da história não foi propriamente acidental, mas deliberado. Causou enormes danos à vida selvagem no Golfo Pérsico, depois que forças iraquianas abriram as válvulas de poços de petróleo e oleodutos ao se retirarem do Kuwait.

Ixtoc I, Campeche, Golfo do México (jun. 1979) – Volume: 454 mil toneladas (251 piscinas olímpicas). A plataforma mexicana Ixtoc 1 se rompeu na baía de Campeche, derramando cerca de 454 mil toneladas de petróleo no mar. A enorme maré negra afetou, por mais de um ano, as costas de uma área de mais de 1.600 km².

Poço de petróleo Fergana Valley, Uzbequistão (mar. 1992) – Volume: 285 mil toneladas (158 piscinas olímpicas). Trata-se de um dos maiores acidentes terrestres já registrados. Em março de 1992, a explosão de um poço no vale da Fergana afetou uma das áreas mais densamente povoadas e agrícolas da Ásia Central.

Atlantic Empress, Tobago, Caribe (jul. 1979) – Volume: 287 mil toneladas (159 piscinas olímpicas). Durante uma tempestade tropical, dois superpetroleiros gigantes colidiram próximos à ilha caribenha de Tobago. O aciden-

te matou 26 membros da tripulação e despejou milhões de litros de petróleo bruto no mar.

Nowruz, Irã, Golfo Pérsico (fev. 1983) – Volume: 260 mil toneladas (144 piscinas olímpicas). Durante a primeira guerra do Golfo, um tanque colidiu com a plataforma de Nowruz, causando o vazamento diário de 1500 barris de petróleo.

ABT Summer, Angola (maio 1991) – Volume: 260 mil toneladas (144 piscinas olímpicas). O superpetroleiro Libéria ABT Summer explodiu na costa angolana em 28 de maio de 1991 e matou cinco membros da tripulação. Milhões de litros de petróleo vazaram para o oceano Atlântico, afetando a vida marinha.

Castillo de Bellver, África do Sul (ago. 1983) – Volume: 252 mil toneladas (139 piscinas olímpicas). Depois de um incêndio a bordo, seguido de explosão, o navio espanhol rachou-se ao meio, liberando cerca de 200 milhões de litros do óleo na costa de Cape Town, na África do Sul. Por sorte, o vento forte evitou que a mancha alcançasse o litoral, minimizando os efeitos ambientais do desastre.

Amoco Cadiz, França (mar. 1978) – Volume: 223 mil toneladas (123 piscinas olímpicas). Um dos piores acidentes petrolíferos do mundo aconteceu em 1978, quando o supertanque Amoco Cadiz rompeu-se ao meio perto da costa noroeste da França. O vazamento matou milhares de moluscos e ouriços do mar. Essa foi a primeira vez que imagens de aves marinhas cobertas de petróleo foram vistas pelo mundo.

M T Haven, Itália (abr. 1991) – Volume: 144 mil toneladas (79 piscinas olímpicas). Um superpetroleiro, o gêmeo do Amoco Cadiz explodiu e naufragou próximo da costa de Gênova, matando seis tripulantes. A poluição na costa mediterrânea da Itália e da França se estendeu pelos 12 anos seguintes.

Odyssey, Canadá (set. 1988) – Volume: 132 mil toneladas (73 piscinas olímpicas). O poço petrolífero localizado na província canadense de Newfoundland explodiu durante uma operação de perfuração da plataforma americana Odyssey. Uma pessoa morreu e outras 66 foram resgatadas sem ferimentos.

A POLUIÇÃO DA BELEZA E DA CURA

Tenho falado muito sobre a zona costeira em minhas colunas no portal *O Eco* e sobre os impactos humanos associados à sua ocupação desordenada. E ainda sobre a degradação de seus habitats e a perda irreparável e crônica de sua biodiversidade tropical – um ambiente dinâmico, com alterações topográficas constantes devido à circulação da maré e às ações do vento, das ondas e do ser humano. Ou sobre o transporte de sedimentos que provoca mudanças naturais na linha de costa. A zona costeira é uma fronteira geográfica formada por vários biomas, cujos recursos físicos, energéticos, biológicos e paisagísticos sustentam centenas de atividades industriais e comerciais. E que hoje em dia, mal e porcamente, mantém milhares de famílias que exploram seus recursos pesqueiros cada vez menos abundantes e, pior ainda, cada vez mais contaminados.

Existem vários tipos de contaminação ambiental: química, sonora, estética e luminosa. A poluição química na ZC tem sido divulgada e discutida em diversas instâncias da sociedade, principalmente porque afeta a maioria da população brasileira que ocupa as bacias litorâneas. Infelizmente, é a regra da pimenta no “fiofó” dos outros. A contaminação no meio do oceano, lá na Latitude dos Cavalos, ou em Mar del Plata, fica longe da minha porta. Eu não tenho nada a ver com isso. Pensar assim não ajuda a resolver a contaminação marinha em escala global e de longo prazo, nos isentando de responsabilidades que são, na verdade, nossas. E essa contaminação vai nos afetar cedo ou tarde, isso é certo.

Acidentes com vazamentos de óleo e a contaminação crônica com pesticidas, nutrientes, detergentes e metais pesados oriundos de atividades industriais, agrícolas e urbanas ao longo de bacias de drenagem costeira

parecem ser os mais comuns. Parecem, mas não são! O elenco de compostos químicos orgânicos usados na indústria farmacêutica e cosmética é tão prejudicial para nós quanto para a biodiversidade marinha.

Existe um coquetel de moléculas orgânicas com fórmulas complicadas, criadas e reproduzidas em laboratório, com nomes estranhos e complexos, que são tão ou mais diversos que os compostos naturais que a bioquímica da natureza conseguiu evoluir. Esses “poluentes orgânicos persistentes” (POPs) formam um exército com mais de dez mil substâncias patenteadas e usadas só na indústria cosmética. Na indústria médica e farmacêutica, o número deve ser muito maior. A maioria delas nunca foi testada pela vigilância sanitária de qualquer país, e os poucos testes são resultantes de políticas voluntárias das próprias empresas, cujos resultados em seus laboratórios privados nunca foram contestados por órgãos reguladores do governo. Os POPs não se degradam facilmente e acumulam-se na teia alimentar do ambiente contaminado.

O problema todo começa nas privadas e nos ralos das casas. Acontece, sobretudo, nos ambientes urbanos, com muita gente excretando moléculas orgânicas sintéticas. Tudo vai pro esgoto, uma ligação oculta, subterrânea, mas muito eficiente entre as cidades e os lençóis freáticos adjacentes. Dependendo da declividade, após alguns anos as moléculas chegam no mar através da bacia de drenagem, que nada mais é do que a dimensão geográfica de um processo natural de escoamento da água dos continentes para suas margens costeiras, devido à ação constante da gravidade terrestre.

O sistema de abastecimento é um desvio artificial do ciclo hidrológico, feito para atender a demanda do uso doméstico, público e industrial. O passo seguinte é o sistema de esgotos, originalmente criado como uma tentativa de diluir o que não deve e não pode ficar concentrado, por uma

questão de saúde e mau cheiro. Nosso atual sistema de esgotamento sanitário basicamente dilui poluentes, tratando compostos orgânicos com lodos ativados, no caso das cidades (esgoto este que, posteriormente, vai caminhar pelo sistema de drenagem continental e desembocar nos oceanos), e, no caso da zona costeira, o “tratamento” é basicamente constituído por um sistema de gradeamento (que apenas evita a passagem de grandes objetos, como uma cadeira, por exemplo) e emissários, isto é, lança-se o esgoto quase *in natura* o mais longe possível oceano adentro, esperando que o mesmo seja diluído e suma como um passe de mágica. E os demais componentes químicos poluidores permanecem.

Entretanto, nosso potencial de contaminação marinha vai mais longe do que isso. Elevados teores de cafeína foram detectados na água do mar em fiordes da Noruega, com certeza como resultado do consumo de café e chás por populações costeiras do norte da Europa. Do mesmo modo, a contaminação crônica com remédios e cosméticos do nosso cotidiano é cada vez mais preocupante, uma vez que urinamos anualmente toneladas desses excessos de moléculas orgânicas não metabolizadas.

MEDICAMENTOS

Os remédios mais consumidos nos grandes centros urbanos são antibióticos, anti-inflamatórios, anticoncepcionais e antidepressivos. Essas são as principais fontes de princípios ativos não metabolizados e que são expelidos pela urina e fezes. Espalham-se pelo sistema de esgoto, podendo retornar para o consumo humano. A contaminação de lagos e de rios com princípios ativos da indústria farmacêutica tem sido avaliada nas últimas décadas. Mas mesmo as tecnologias mais modernas de tratamento de efluentes municipais não são capazes de livrar a água da contaminação com coquetéis de POPs industriais. Os resultados são alarmantes.

Um artigo da revista *Discover Magazine* (<<http://discovermagazine.com/2003/dec/fish-on-prozac1127>>) publicado em dezembro de 2003 denunciou os altos níveis de fluoxetina, o princípio ativo do antidepressivo Prozac, em bagres e outros peixes de rios afetados por afluentes municipais próximos à cidade de Dallas, Texas (Estados Unidos).

No início de 2008, saiu um artigo no jornal americano *Los Angeles Times* (<http://www.oeco.org.br/images/docs/our_medicines_are_altering_marine_biology_latimes.pdf>) mencionando pesquisas nos Estados Unidos e Canadá sobre o alto nível de concentração de hormônios femininos (estrógeno), oriundos de anticoncepcionais, em tecidos de peixes. Mais de 90% dos machos de uma espécie de linguado começaram a ovular (coisa de fêmea, certo?!). A “feminilização” dos machos é grave do ponto de vista ambiental e socioeconômico, pois a população para de se reproduzir com quantidades mínimas do princípio ativo. O artigo menciona a impossibilidade de tratamentos de esgoto em nível primário eliminarem a maior parte desses compostos.

Quase todo mundo toma ou já tomou alguma dessas categorias de remédios. Como o tratamento de esgoto em nível primário é o principal (pra não dizer o único) nível de tratamento de efluentes municipais no Brasil, me pergunto como será que está o grau de contaminação da costa brasileira com POPs? Pense bem, cerca de 60% de nossa população, algo em torno de 125 milhões de pessoas, vive na zona costeira, com enorme potencial de contaminação crônica pelo consumo e eliminação diária de resíduos desses produtos através da urina.

COSMÉTICOS E HIGIENE PESSOAL

Você já ouviu falar em Tetradibutyl Pentaerythrityl Hydroxyhydrocinnammate? É um composto orgânico usado no sabonete que você usa

todos os dias. De acordo com a base de dados do Grupo de Trabalho Ambiental americano SkinDeep (<<http://www.ewg.org/skindeep/>>), é uma substância de baixo risco para a saúde humana. No entanto, de acordo com a mesma base de dados, essa aparente baixa periculosidade é na verdade mais associada à falta de pesquisa sobre o produto. E o dióxido de titânio? Esse pode causar câncer, provocar alergias e deficiência imunológica, além de prejudicar o metabolismo digestivo, respiratório e cardiovascular. Diariamente, milhões de pessoas consomem toneladas de pasta de dente, sabonetes e xampus cuja composição, normalmente escrita com letrinhas pequenas e em inglês, sempre tem um produto com propriedades cancerígenas e persistência ambiental, com capacidade de acumular na teia alimentar. São substâncias com ação cancerígena.

A tabela ao lado revela o efeito tóxico dos ingredientes mais comuns encontrados em marcas famosas de sabonetes, xampus e pastas de dentes:

composto	efeitos	usado na fabricação de
Sodium Palmitate	Cancerígeno	Sabonetes, desodorantes, creme de barbear
Sodium Oleate	Não testado	Sabonetes, cremes para tratamento de espinhas e adstringente facial
Sodium Laurate	Cancerígeno, irritação da pele, olhos e pulmão	Sabonetes, desodorantes, cremes para tratamento de pele, rejuvenescedor
Titanium Dioxide	Cancerígeno, alergias, irritação da pele, olhos e pulmão	Sabonetes, protetor solar, protetor labial
Citric Acid	Neurotóxico, doenças crônicas degenerativas do sistema nervoso	Sabonetes, xampus, tintura de cabelo etc.
Bentonite	Cancerígeno, tóxico, causa danos no sistema digestivo, respiratório e cardiovascular	Sabonetes, creme rejuvenescedor, protetor solar etc.
Pentasodium Pentetate	Não testado	Sabonetes, xampus, esfoliantes, creme de barbear etc.
Etidronic Acid	Infertilidade, câncer em órgãos reprodutores, má formação de fetos	Sabonetes
Yellow 10	Cancerígeno, reações alérgicas e problemas no sistema imunológico	Sabonetes, colônias, loções pós-barba, tinturas de cabelo, desodorantes
Red 4 (CI 14700)	Cancerígeno	Sabonetes, água de colônia feminina, xampus e condicionadores
Green 5 (CI 61570)	Disfunções hormonais, danos no sistema digestivo, respiratório e cardiovascular	

O crescimento populacional demanda muitas coisas além de energia, comida e habitação. Somos seduzidos por uma infinidade de produtos cosméticos dispostos nas prateleiras dos supermercados. Nos lavamos, nos perfumamos e nos lambuzamos diariamente com sabonetes e xampus (que nada mais são do que sabão perfumado), pasta de dentes e cremes hidratantes com abrasivos microscópicos, alvejantes químicos e essências cuja origem natural do produto é duvidosa, para não dizer caluniosa.

Também é fato que a publicidade exerce papel fundamental nisso. Todos os dias somos bombardeados por informações nos dizendo que não somos bonitos o suficiente, cheirosos o suficiente, saudáveis o suficiente, dentre tantas outras coisas. Essa é de fato a melhor estratégia para empurrar-nos goela abaixo produtos que, além de fazerem mal para nosso corpo e para o ambiente, são simplesmente desnecessários. Atualmente, o Brasil é o segundo maior consumidor de cosméticos do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos.

Eu não confiaria em nada que diga “manter fora do alcance das crianças”. Os produtos de limpeza alertam pra isso. Mas os cosméticos e produtos de higiene pessoal também. Nas embalagens sempre está escrito que o produto vem de essências naturais e que vai deixar sua pele macia e hidratada. Mas no fim está sempre escrito em letras bem miudinhas que é pra “manter fora do alcance das crianças”. Ora, que hipocrisia é essa?! Se é essa maravilha toda, porque manter fora do alcance das crianças? Se é perigoso para as crianças, é perigoso para qualquer um, certo? Sem falar do potencial de contaminação ambiental. Ou seja, compre e leve pra sua casa. Daí em diante, o problema é seu. Todos somos responsáveis por aceitar essas regras do mundo civilizado e contaminado.

Sim, individualmente somos responsáveis por toda essa contaminação com princípios ativos testados apenas parcialmente em ratinhos de laboratório (eles com certeza também não aprovariam os efeitos desses produtos, se pudessem falar), sem saber seus reais efeitos na natureza ao nosso redor. Coletivamente, o resultado é preocupante. Tudo está se contaminando à nossa volta, e o ponto final desses resíduos orgânicos artificiais é o mar.

Diariamente, chega na ZC o maior elenco de substâncias derivadas da presença humana no planeta. Todo resquício de substâncias dissolvidas na água doce que a força da gravidade pode levar em direção à costa, o que é uma solução paliativa e perigosa quando se pensa em escalas ambientais de tempo e espaço (veja o artigo “Diluição não é solução”). A drenagem envolve milhões de metros cúbicos de água que passam pelas cidades anualmente. Esse volume, assim como o dos oceanos, nos dão a falsa sensação de nos livrarmos do problema. Isso até poderia ser verdade, não fosse pelas propriedades persistentes e reativas desses compostos, aumentando as chances de serem adsorvidos em partículas orgânicas e em micro-organismos da base da pirâmide alimentar. Pouco a pouco vão subindo de nível, estacionando em animais no topo da pirâmide alimentar, dissolvendo-se em suas gorduras, alterando seus hormônios, seu metabolismo e sua capacidade reprodutiva. Sem falar nas inúmeras possibilidades de doenças imunológicas, câncer e má formação congênita de seus descendentes.

A tabela acima é apenas uma amostra irrisória de todos os POPs usados em cosmética e higiene pessoal. Sem querer gerar preocupações, sugiro que você perca um pouco do seu tempo e acesse o banco de dados do SkinDeep. Vá até o banheiro e selecione qualquer produto de higiene pessoal. Faça uma lista com o nome dos compostos químicos descritos na “composição” do seu sabonete, xampu ou pasta de dente preferidos. Veja a

capacidade que cada um tem de produzir algum mal à saúde e seu potencial de acúmulo no meio ambiente.

São todos produtos que eu, você e todos nós usamos indiscriminadamente todos os dias desde a Revolução Química Industrial, após a Segunda Guerra Mundial. Décadas de uso constante. Talvez os POPs não sejam as causas diretas de muitos problemas de saúde que nós e os animais marinhos sofrem, ou que ainda sofrerão. Mas com certeza são mais uma herança que deixaremos para o banco de contaminantes da biodiversidade marinha. Corremos o risco de nos tornar uma sociedade intoxicada por nosso próprio veneno em frascos fálcos e potes cheirosos, marcando diariamente nossos territórios com urina contaminada.

ADRIANA E AS TARTARUGAS – HEROÍNAS ANÔNIMAS

A visão de um réptil incomoda muita gente, sobretudo os católicos. Esse fóssil vivo teve o azar de sobreviver às extinções mesozoicas e pagar pelos pecados ambientais do homem aqui na Terra. A Bíblia, apesar dos valiosos ensinamentos e de seu conteúdo histórico, não foi justa com os répteis. O pavor que temos dessas criaturas peçonhentas de sangue frio e olhar de predador cruel e calculista é em parte devido à crença popular católica. Os problemas no paraíso começaram com aquela maldita serpente, e todo o grupo dos répteis levou a má fama. “Dar o bote”, “ela é uma cascavel”, “se morder a língua, morre envenenada”, “fulano é traiçoeiro como uma jararaca” e “ciclano soltou cobras e lagartos” são apenas algumas das metáforas comuns do nosso cotidiano gramatical, descrevendo o pior do comportamento humano. E, quando nosso olhar trava no de um réptil qualquer, é normal essa sensação, que varia desde um leve mal-estar até aquele terror histórico, geralmente feminino (lembre-se que foi Eva a primeira a ser picada).

Mas toda regra tem sua exceção. E a má reputação dos répteis encontra uma trégua nas tartarugas. Esses répteis de armadura surgiram há pelo menos 200 milhões de anos como contemporâneos dos dinossauros. Hoje representam um dos principais grupos emblemáticos do movimento mundial da conservação animal, sobretudo as espécies marinhas. As espécies terrestres podem não ser um exemplo de beleza animal (peço desculpas aos especialistas, mas gosto não se discute), mas também não têm aparência e nem velocidade ameaçadora. São tão inofensivas que são usadas como *pets* em jardins da infância. Às vezes é o primeiro, pra não dizer o único, bicho de

estimação permitido por jovens donas de casa, zelosas da decoração moderna do apartamento, que não deixam o bicho sair nem da bacia, e que teriam um ataque histérico com um estabanado Golden Retriever subindo molhado no sofá da sala.

Em 1997 frequentei por um mês a Universidade de Murcia, na região sul da Espanha. Num domingo, uma equipe de biólogos me convidou para um trabalho voluntário de monitoramento de campo da população de tartarugas de um determinado bioma semiárido típico daquela região. Era um projeto de conservação financiado pela União Europeia. O trabalho era simples. Tínhamos que formar uma linha de frente pra contar tartarugas em uma determinada faixa de terreno árido e pedregoso, com aproximadamente 200 metros de comprimento. Elas ficavam meio camufladas entre a vegetação seca e rasteira, e eram facilmente confundidas com as pedras. Extremamente lentas, talvez até pra ficarem ainda mais parecidas com as pedras. Mas o mais curioso é que elas eram carnívoras. Predadoras vorazes, pra ser mais exato. Eu imediatamente perguntei ao biólogo coordenador do projeto o que exatamente elas conseguiam caçar naquela lentidão toda, enquanto pensava em algum animal dormindo. Naquele momento não me passou pela cabeça o óbvio: ele disse que elas caçavam caracóis! A única presa do reino animal que, como num vídeo em câmara lenta, podia ser alcançada por tartarugas carnívoras, numa caçada emocionante.

Curiosidades à parte, o fato é que as espécies marinhas adquiriram nas últimas décadas uma simpatia popular muito maior do que as terrestres. Existem no mundo sete espécies, das quais cinco ocorrem no Brasil: uma herbívora (tartaruga-verde – *Chelonia mydas*) e quatro carnívoras, algumas com nutrição especializada, como a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), que se alimenta principalmente de esponjas marinhas, e a gigantesca tarta-

ruga-de-couro (*Dermochelys coryacea*) que se alimenta principalmente de animais gelatinosos (águas-vivas). As outras são carnívoras oportunistas com uma dieta variada de moluscos, crustáceos, peixes e cnidários bênticos (tartaruga-cabeçuda – *Caretta caretta* e tartaruga-oliva – *Lepidochelys olivacea*).

No Brasil, graças ao Projeto Tamar, as tartarugas marinhas estão protegidas por lei. Suas ações práticas de manejo, pesquisa, educação ambiental, inclusão social e divulgação contribuíram para que a população brasileira reconhecesse as tartarugas marinhas como um dos principais representantes da biodiversidade do mar brasileiro. Pode-se dizer que o Tamar deu início ao movimento de conservação marinha no país no início da década de 1980. No seu rastro vieram os projetos de conservação de mamíferos, aves e até tubarões (veja o artigo “Se nadar o bichin pega! Se boiar o bichin come!”, neste livro). Hoje as pessoas até se esquecem que tartarugas marinhas são répteis. Para a maioria elas não são répteis. São só tartarugas. E a tática do Tamar de mostrar filhotinhos foi tiro e queda! Quem nunca viu um vídeo ou pelo menos uma foto daqueles ovinhos se rompendo e as centenas de tartaruguinhas se arrastando sobre a areia da praia em direção ao mar? No frenesi do “salve-se quem puder”, elas se amontoam, sobem uma por cima das outras, e se os resorts cinco estrelas estiverem com as luzes apagadas e a praia não estiver muito entulhada de lixo para se enroscarem, elas correm na direção do mar vencendo as primeiras dunas, as primeiras ondas, os primeiros predadores e saem nadando, cada uma por si e Deus por todas, desaparecendo na imensidão do mar tropical. Depois regressam pra costa anos mais tarde (cerca de 20 a 25 anos) em busca de áreas de alimentação e reprodução.

O período entre nascer e regressar é que é cheio de mistérios. As evidências indicam que elas passam os primeiros anos de vida tentando so-

breviver como heroínas anônimas nos desertos oceânicos de águas quentes que formam os giros planetários (veja o artigo “A Latitude dos Cavalos”). Uma fase de vida pelágica muito longe da costa, batizada pelos especialistas como “anos perdidos” devido ao quase total desconhecimento dos estudiosos. Perdidos estão eles! Porque as tartarugas sabem muito bem onde e por que estão nessas regiões. Pequenos répteis com baixo metabolismo podem sobreviver longos períodos sem se alimentar, uma vantagem já bem conhecida em desertos. E nos oceânicos as únicas alternativas de alimento para um filhote de tartaruga estão na superfície. Seus pulmõezinhos não garantem suprimento de oxigênio suficiente para explorar alimento em profundidade, como o faz a grande e misteriosa tartaruga-de-couro.

Uma das regiões candidata a berçário de tartaruga marinha é o Mar dos Sargaços, localizado no giro oceânico planetário do Atlântico Norte, onde se protegem contra os predadores sob os macrotalos vegetais flutuantes, os quais servem de substrato para uma comunidade autóctone (quer dizer, que só existe lá) de peixes, crustáceos, moluscos e até insetos trazidos pelos ventos alísios do continente africano. Ou seja, tem bastante alimento para as tartaruguinhas no Mar dos Sargaços. Além do próprio talo da alga, que eu acredito deva alimentar a herbívora *Chelonia mydas*. Além disso, a água quente dos trópicos e a imobilidade típica dos répteis garantem menos consumo e economia de energia. Imagine você nas férias de verão protegido por um guarda-sol e deitado num daqueles colchões de ar, flutuando na piscina. A economia de energia é a mesma. As que porventura pegam a corrente errada e não têm a sorte de encontrar o caminho para o Mar dos Sargaços acabam parando em qualquer um dos outros quatro giros planetários, onde são poucas as chances de encontrar alimento na superfície. Contam com a pouca probabilidade de serem encontradas por algum predador nesse gi-

gantesco deserto marinho. Por outro lado, sendo carnívoras, têm poucas chances de encontrar suas presas.

A explicação mais lógica para a sobrevivência de tartarugas em desertos tropicais está no tipo de alimento. Sabe-se que os principais itens alimentares de tartarugas carnívoras quando jovens, ou adultas na fase não reprodutiva, são animais gelatinosos do plâncton popularmente conhecidos como “águas-vivas”. Aquelas que queimam. Muitos desses animais alimentam-se de pequenas partículas orgânicas filtrando ativamente milhares de litros de água do mar em suas redes orgânicas, como um aspirador de pó biológico. Muitas vezes concentram-se em áreas extensas dos mares tropicais, temperados e até de regiões polares, entupindo as redes de pesca. Como as salpas e os ctenóforos (procure no Google) que bombeiam litros e litros de água do mar pra dentro do corpo com batimento de cílios, concentrando e digerindo partículas orgânicas minúsculas em seu corpo gelatinoso. Um prato cheio para jovens tartarugas carnívoras, que não enxergam partículas microscópicas, mas enxergam muito bem os animais que as concentram.

Eventualmente encontram objetos flutuando, incrustados com invertebrados e algas que podem ser raspados e garantir temporariamente algum suprimento alimentar. Mas isso seria abusar da sorte. Em áreas desertas com pouco alimento, muitas são mortalmente seduzidas por pedaços de plástico que se acumulam nos giros planetários (ver novamente “A Latitude dos Cavalos”). O plástico se incrusta com comunidades marinhas sésseis e adquire o mesmo odor marinho. Uma miragem para as tartarugas famintas, que confundem o plástico com alimento gelatinoso. Sem conseguir digerir nem expelir o plástico disfarçado de vovozinha, seu estômago perde espaço e área de absorção do verdadeiro alimento. Morrem injustamente por indigestão depois de todas as provações naturais.

Uma das espécies menos conhecidas em relação ao ciclo de vida é a gigante tartaruga-de-couro. São carnívoras e muito mais ativas do que as outras espécies. Já desde pequeninas, quando acabam de sair do ovo, correm pela areia da praia com muito mais vigor e nadam mais rapidamente do que as outras espécies, com batimentos explosivos e simultâneos dos membros natatórios. O maior mistério é que as jovens não são encontradas no Mar dos Sargaços e em nenhum outro lugar. Onde se escondem e do que se alimentam durante os “anos perdidos” são perguntas ainda sem respostas. Os juvenis não apenas são maiores do que os das outras espécies e com mais capacidade pulmonar, mas também nadam mais rapidamente. Isso talvez faça uma enorme diferença na aptidão dessas pequenas grandes tartarugas para o mergulho profundo, aumentando as chances de sobreviver no centro dos giros oceânicos tropicais, onde existe alimento abundante entre 100-200 metros. Ou nas margens subtropicais dos giros, nas zonas de Convergência Subtropical (CST), onde há muito alimento mesmo na superfície. Tartarugas-de-couro recebem esse nome devido à característica particular do seu casco, que mais parece um couro, sendo flexível à elevada pressão a que estão sujeitas ao realizarem seus profundos mergulhos – que podem chegar a mil metros de profundidade.

A CST é uma fronteira hidrográfica que divide águas subtropicais de águas temperadas. No hemisfério Sul, quando se navega na direção sul cruza-se uma faixa oceânica de pouco mais de 60 milhas náuticas de espessura, na qual a temperatura cai de 20 para 15 graus, aproximadamente. É uma estreita faixa de gradiente térmico, rica em produção orgânica, que circunda todo o globo no HS. Daí a dificuldade de encontrá-las, porque normalmente os navios cruzam com a CST durante seus cruzeiros oceanográficos em geral no sentido norte-sul. São raros, se é que existem, cruzeiros oceanográficos

no rumo da circunavegação ao longo da zona de convergência subtropical, onde a probabilidade de encontrar tartarugas se alimentando seria pelo menos centenas de vezes maior. Zonas semelhantes também existem no Atlântico e no Pacífico Norte.

É óbvio que essas zonas de fronteira hidrográfica reúnem as melhores condições de alimento e temperatura, não apenas para as jovens e enigmáticas tartarugas-de-couro, mas também para outras espécies carnívoras, que ocorrem em todos os oceanos. Como precisam de temperaturas elevadas para manter o metabolismo corporal (são animais de sangue frio), devem permanecer do lado quente da fronteira hidrográfica. Exceto talvez a tartaruga-de-pente, cujos itens favoritos do cardápio são as esponjas marinhas que crescem em recifes de corais. Aliás, é curiosa essa semelhança entre o hábito alimentar das carnívoras jovens em regiões pelágicas subtropicais e tropicais, alimentando-se não apenas de medusas carnívoras, mas também de organismos gelatinosos igualmente bons filtradores como as esponjas marinhas. Será essa mais uma adaptação evolutiva do hábito alimentar de animais pelágicos com poucas oportunidades de encontrar alimento? Não me admira nada uma tartaruga conseguir sobreviver em um deserto tropical, onde o alimento mais abundante está nas partículas microscópicas invisíveis e que só um “aspirador de pó vivo” consegue aproveitar. As melhores alternativas de alimento são, sem dúvida, esses empacotadores de partículas orgânicas de vida planctônica, com pouca mobilidade e, portanto, facilmente capturados. É certo que esses gelatinosos tem 97% de água em sua composição. Ou seja, comida *diet*, com baixíssimo poder calórico. Mas já que as tartarugas também têm baixo metabolismo basal, fica elas por elas.

Hoje as tartarugas são protegidas por lei, o que, infelizmente, não garante proteção integral. As populações continuam vulneráveis aos pecados

dos homens contra a biodiversidade marinha, dentre os quais sem dúvida a pesca comercial de arrasto e de espinhel e a contaminação com lixo plástico são os mais ameaçadores. O Ibama/Tamar está fazendo um belíssimo trabalho em Santa Catarina, monitorando os conflitos entre a pesca de espinhel e a conservação das tartarugas. Um anzol com isca é uma iguaria irresistível no hábitat pelágico, e elas acabam sendo capturadas acidentalmente. A pesca comercial tem interesse em resolver esses conflitos, uma vez que cada tartaruga capturada no anzol é um atum a menos na produção pesqueira. O projeto em SC desenvolveu anzóis especiais para evitar essas capturas acidentais.

Mas contra o lixo plástico a coisa vai de mal a pior. Um problema difícil de solucionar é evitar a contaminação dos mares com lixo sólido, que ameaça a vida marinha de várias formas. Quando os pedaços são pequenos, são confundidos com alimento e matam por dentro (ver o artigo “*Nibs*, o campeão do microlixo marinho”). Quando é grande, como cabos e redes de nylon à deriva, são armadilhas igualmente mortais. Como ocorreu ao largo da ilha do Cardoso, sul de São Paulo, em março de 2008. Recebi a denúncia de Adriana Brandão, uma médica cirurgiã cujo principal lazer é a fotografia submarina, talvez pra saciar um desejo oculto de ter sido bióloga marinha. Eram mais ou menos quatro da tarde quando a tripulação do veleiro “Da Vinci”, que viajava de Paraty a Antonina (baía de Paranaguá, PR) foi alertada por Adriana sobre um estranho objeto plástico que flutuava em meio ao lixo que se espalhava pela superfície do mar. Ao se aproximar, após a insistência de Adriana, perceberam algo que se debatia embaixo de um tambor de óleo.

Adriana imediatamente percebeu o vulto de uma enorme tartaruga presa no cabo amarrado ao tambor, um sistema de boia improvisada que

deve ter se desprendido de algum atracadouro costeiro ou alguma rede de espera. As imagens são dramáticas e ao mesmo tempo redentoras. Dramáticas porque revelam o que acontece com frequência nos mares do mundo afora; milhares de tartarugas enroscadas em pedaços de redes ou cordas de pesca. Como crianças ingênuas, não percebem o perigo e se aproximam em busca de alimento ou abrigo, e acabam enroscadas, morrendo de fome, exaustão ou falta de ar. A não ser que tenham a sorte de encontrar pessoas como Adriana, que heroicamente salvou essa cabeçuda do enroscado fatal. Esse é o lado redentor das imagens.

Adriana é também uma heroína anônima, assim como todas as jovens tartarugas que lutam solitárias pela sobrevivência num oceano de armadilhas. Pulou corajosamente no mar sob o olhar assustado de três marmanjos indecisos, que, além de tirarem as fotos (lindas, por sinal), deviam estar aos berros em cima do veleiro, mais preocupados com a mordida que a tartaruga podia dar na Adriana. Que sua coragem, levada, sem dúvida, pela força do espírito materno, sirva de exemplo pra todos nós. Nunca hesitem em salvar um animal marinho em apuros. Mesmo que seja tarde demais, pois ele merece morrer com dignidade diante das ameaças tão covardes que, por pura ignorância, provocamos contra a natureza do mar. É sua chance de redimir os pecados dos homens.

NIBS – O CAMPEÃO DO MICROLIXO MARINHO

Talvez o maior desafio da medicina neste século seja o controle da aids. E é bem provável que sua cura seja descoberta em um futuro próximo. Só que a vida marinha muito provavelmente não terá a mesma sorte de ser curada de um mal que contamina os ecossistemas marinhos de forma análoga. Trata-se de um “vírus industrial” cuja sigla circula pelas guias de exportação e importação do setor petroquímico. São os *nibs* (também conhecidos como *pellets*), umas bolotinhas brancas com tamanhos que variam entre 1 e 5 mm transportadas por pelo menos 20% da frota mundial de navios mercantes.

Nibs já são encontrados em áreas remotas dos oceanos, disfarçados entre os grãos de areia das praias do mundo inteiro. Em linguagem técnica, eles são o resultado da peletização industrial de resinas sintéticas oriundas da polimerização de hidrocarbonetos derivados de petróleo e gás. O objetivo dessa fragmentação em minipelotas é facilitar a armazenagem, o transporte e o processamento da matéria-prima do plástico, a melhor ou talvez a pior invenção industrial do século XX, dependendo do ponto de vista. Se por um lado essa *commodity* diminui a pressão sobre matérias-primas naturais, principalmente as árvores, por outro contamina o ambiente com resíduos sólidos de um modo nunca antes visto. Podemos ver pedaços de plásticos por toda parte, de vários tamanhos e formas: sacos, garrafas, tampinhas e as mais diversas embalagens. Nesse caso, a estética alarmante ajuda a enfrentar o problema, seja por meio de programas de educação ambiental ou pela reciclagem. Mas e os que não vemos? Nem sequer sabemos que existem. Há um processo de contaminação crônica e cumulativa de microlixo plástico nos oceanos que começa a pre-

ocupar governos, ONGs, cientistas e ambientalistas do mundo todo.

Tudo começou quando um infeliz qualquer, possivelmente engenheiro da tecnologia petroquímica, imaginou um modo prático de transferir matéria-prima para a fabricação de plástico inspirado no modelo agroindustrial de transporte de grãos de soja. Pra variar, pensou apenas em uma parte do processo. Imaginem aquelas montanhas de soja estocadas nos silos e armazéns. Dunas orgânicas. Agora imaginem dunas sintéticas de *nibs* em armazéns da indústria petroquímica. São igualmente transferidos para caminhões ou vagões de trem através de esteiras rolantes a céu aberto. O transporte terrestre leva invariavelmente até o porto mais próximo, onde são novamente transferidos por esteiras rolantes para sacos e caixas de papelão enormes e contêineres que são acondicionados no porão dos navios. Daí são transportados para o outro lado do oceano e descarregados.

Durante o transporte e transferência de cargas, a perda é inevitável. Ventos fortes e enxurradas de água da chuva roubam parte da carga, que vaza das esteiras rolantes ou dos sacos de papelão e, na maioria das vezes, acaba no mar. Daí, um abraço. Só Deus e os oceanógrafos físicos sabem pra onde vai. As correntes de maré e circulação oceânica se encarregam de transportar e dispersar os pequeninos e terríveis *nibs*, num processo lento e contínuo, que os leva para todas as praias do mundo e as áreas mais remotas dos oceanos do planeta, como o Ártico, Antártico, Mar dos Sargaços e giros subtropicais do Pacífico. Já em 1980 foram detectados densidades de mil e quatro mil *nibs* por km² nas regiões temperadas dos oceanos Atlântico e Pacífico, respectivamente (Vooren e Fernandes, 1995).

Os Estados Unidos são campeões da produção de plástico peletizado. São cerca de 27 milhões de toneladas, ou um quadrilhão dessas peletas produzidas anualmente e transportadas entre os polos petroquímicos

americanos e os portos exportadores, que as levam aos portos importadores, distribuindo-as para outros centros industriais europeus e asiáticos. No início da década de 1990, os congressistas americanos, pressionados pela opinião pública, além de cientistas e ambientalistas, exigiram a formação de uma força-tarefa governamental, liderada pela NOAA e pela Agência de Proteção Ambiental americana (EPA, 1992). Tornou-se urgente um diagnóstico da contaminação dos *nibs* na zona costeira americana e no mundo. O relatório da EPA revelou que os *nibs* já eram parte inseparável do lixo em suspensão e do sedimento de fundo e da areia da praia de todos os oceanos, sem exceção. Revelou também que a contaminação se dá ao longo do processo industrial de peletização, armazenagem, transporte e processamento do material.

Agora vamos supor que haja uma perda mínima, irrisória, de 0,001% dessa matéria durante o transporte terrestre e marítimo. Mesmo sendo essa perda infinitamente menor do que a média entre 0,1 e 0,25% diagnosticada no relatório da agência americana, isso ainda representa dez bilhões de *nibs* que podem chegar à zona costeira pelas linhas de drenagem urbanas e industriais todos os anos. Mesmo que minhas estimativas sejam exageradas, e que o número seja muito menor, os *nibs* duram de um a mais de dez anos no mar, dependendo das condições ambientais que aceleram ou retardam a degeneração do produto, bem como da natureza do polímero e dos aditivos adicionados para aumentar a resistência a UVs, à temperatura ou para alterar a densidade. Com isso, ocorre a bioacumulação das pelotas virulentas na teia alimentar. E é aí que vem o pior.

O IMPACTO SOBRE OS ANIMAIS MARINHOS

A maioria dos *nibs* são esféricos, ovais ou cilíndricos, e a cor é normalmente branca ou transparente. Portanto, são quase imperceptíveis

ao olho humano. Mas são detectados pelos olhos de animais famintos, que os confundem com comida em suspensão ou na beira da praia. A contaminação da teia alimentar por *nibs* está crescendo de modo crônico e cumulativo, como um pesticida sólido. Partículas estranhas e atraentes que invadem o estômago das criaturas marinhas, que, como criancinhas inocentes, aceitam balinha de uma natureza estranha. Mais uma praga industrial que contamina nossos animais.

Aves e tartarugas marinhas são os mais ameaçados, tendo em vista a frequência com que *nibs* são encontrados no trato digestivo desses animais (Ryan, 1990). Pesquisas indicam que pelo menos 80 espécies (25%) de aves marinhas ingerem *nibs* ativa ou passivamente através da teia alimentar. Dentre as aves, principalmente o grupo da ordem Procelariformes, que inclui os albatrozes e petréis. Essas aves têm o hábito de se alimentar apenas na superfície do mar, com mergulhos curtos ou simplesmente ciscando ovos de peixes, lulas e pequenos animais planctônicos. Estudos indicam que os *nibs* podem permanecer no trato digestivo das aves de 10 a 15 meses, ocupando espaço, diminuindo a eficiência alimentar e a absorção de nutrientes, causando enfraquecimento e morte dos animais (Day *et al.*, 1985; Ryan e Jacksson, 1987). Produtos químicos que são adicionados aos *nibs* para alterar suas características físicas e químicas, ou contaminantes absorvidos durante sua permanência em suspensão na água, têm efeito fisiológico tóxico nos animais, prejudicando processos de migração e reprodução.

Estudo recente realizado em 2015 mostra, inclusive, que o zooplâncton já está ingerindo acidentalmente esse plástico microparticulado, uma tragédia no que diz respeito à contaminação da biota oceânica: animais podem agora estar ingerindo plástico por meio de todos os elos da

cadeia trófica, já incorporado ao organismo dos menores e mais variados participantes dessa complexa rede.

O MICROLIXO CONTAMINA ANIMAIS E PRAIAS DO BRASIL

O microlixo plástico tende a ser leve e geralmente flutua na superfície do mar, agregando-se ao longo de zonas de convergência de massas de água, onde o detrito orgânico e o lixo industrial se acumulam. Essas regiões são locais de alimentação de tartarugas marinhas. O lixo plástico serve de substrato de fixação para vários invertebrados marinhos, enriquecendo-os com matéria orgânica e dando uma aparência mais “apetitosa” ao plástico. Mamíferos e tubarões também são vítimas do lixo plástico. Márcia Oliveira, do Laboratório de Mamíferos do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná, estuda a população do boto *Sotalia fluviatilis* da baía de Paranaguá. Frequentemente encontra tampas de caneta, linhas de nylon e pequenos resíduos plásticos no conteúdo estomacal de animais mortos acidentalmente.

Apesar do tamanho, os *nibs* também são colonizados por bactérias e invertebrados bênticos, iludindo albatrozes e petréis, sobretudo em períodos de escassez de alimento, quando o hábito alimentar torna-se menos seletivo. Além disso, a ingestão de *nibs* diminui a sensação de fome das aves, que se alimentam menos. A presença dos *nibs* no estômago de aves da região Sul do Brasil tem sido comprovada por Ricardo Krul, especialista em aves marinhas também do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná. O resultado de seus trabalhos e dos seus colaboradores é preocupante. A densidade de *nibs* encontrados nas praias de Pontal do Paraná (PR) chega a milhares por metro quadrado.

Os *nibs* são a pior causa do microlixo sólido e podem causar da-

nos irreversíveis nas comunidades biológicas marinhas se a contaminação continuar indefinidamente. A única solução é a gestão mais adequada e o controle rigoroso da atividade de transporte e armazenagem por parte da indústria petroquímica, evitando perdas e prejuízos para a indústria e, sobretudo, para o oceano global.

REFERÊNCIAS

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1992. *Report. Plastic Pellets in the Aquatic Environment: Sources and Recommendations*. United States Environmental Protection Agency Office of Water (WH-556F) EPA 842/B-92/010, December 1992.

DAY, R.H.; WEHLE D.H.S.; COLEMAN, F.C., 1985. "Ingestion of plastic pollutants by marine birds". In: SHOMURA, R.S; YOSHIDA H.O. (eds.). *Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris*, November 27-29, 1984, Honolulu, Hawaii. NOAA Tech. Mem. NOAA-TM-NMFS-SWFC-54. Dep. of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Washington, DC.

RYAN, P.G., 1990. "The effects of ingested plastic and other marine debris on seabirds". In: SHOMURA, R.S; YOSHIDA H.O. (eds.). *Proceedings of the Second International Conference on Marine Debris*, 2-7 April 1989, Honolulu, Hawaii. NOAA Tech. Mem. NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFSC-154. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Washington, DC.

RYAN, P.G.; JACKSON, S., 1987. "The lifespan of ingested plastic particles in seabirds and their effect on digestive efficiency". *Mar. Pollut. Bull* 18(5): 217-219.

VOOREN, C.M.; FERNANDES, A.C., 1994. *Guia de albatrozes e petréis do sul do Brasil*, cap. "Os procellariiformes e o homem". Porto Alegre: Sagra Luzzato.

DILUIÇÃO NÃO É SOLUÇÃO

O mar tem sido repositório de todo o tipo de lixo sólido, líquido e gasoso gerado pelo homem. É a velha cultura da diluição. Parece que a imensidão do oceano dilui, espalha, faz desaparecer. Na verdade, o lixo se acumula quando não se recicla. Infelizmente, as escalas de tempo e espaço nas quais vivemos dificultam a análise global do problema. Talvez seja mais fácil entender a gravidade da contaminação marinha fazendo comparações com a escala do nosso quintal. Por exemplo, a espessura média dos oceanos, que é de aproximadamente 3800 metros, está para o planeta assim como a camada de tinta externa está para a bola de boliche. Na verdade, os despejos crônicos ou agudos, propositais ou acidentais, se acumulam gradativamente. Concentram-se cada vez mais nos limites das bacias oceânicas e começam a fazer parte do funcionamento de um ecossistema contaminado que automaticamente nos prejudica (assim como aos organismos marinhos), ou pode até nos excluir totalmente.

É verdade que existem aspectos positivos dessa má educação atávica. Pelo menos parte da história dos povos ao redor do Mediterrâneo é conhecida graças ao descarte dos potes cerâmicos usados nos navios para armazenar vinho. Potes vazios eram imediatamente lançados pela borda. Se não era coisa de bêbado, era pra economizar espaço a bordo. Imaginem isso ao longo de centenas de anos formando trilhas de lixo submarino entre a origem e o destino desses navios. Arqueólogos marinhos e oceanógrafos resgataram esse material do fundo do mar, georreferenciaram trilhas e estabeleceram cronologias históricas com base nas correntes, na profundidade e na posição em que esse material era encontrado. É interessante. Só que agora, no século XXI, o lançamento de lixo no mar é praticamente injustificável.

Até o início da década de 1970, os países industrializados despejavam o lixo indiscriminadamente, sem nenhum controle sobre o efeito desses materiais na saúde dos oceanos. Mas, em 1972, algo mudou no reino de Namor. Pelo menos em águas internacionais. Esses países reuniram-se em Londres para discutir a questão do lixo no mar e estabelecer medidas para que o desenvolvimento industrial global não prejudicasse os ecossistemas marinhos. A chamada Convenção de Londres (daqui pra frente CL) entrou em vigor em 1975, e agora é o documento que regulariza o despejo de lixo no mar por aqueles que assinaram esse compromisso. Foi o primeiro compromisso internacional para criar critérios técnicos, políticos e socioeconômicos para o despejo de resíduos no oceano (tanto por navios como por aeronaves), visando a proteção da saúde humana e do ambiente marinho. Pela primeira vez na história da humanidade, o homem se reuniu com a intenção de proteger os oceanos contra a poluição.

O Brasil ratificou a CL em 1982, enquanto suas emendas foram promulgadas pelo decreto 6.511, de 17 jul. 2008. As emendas são relacionadas ao Protocolo de 1996, que adaptou os procedimentos originais de despejo com base nos de licenciamento ambiental. A portaria n. 6 de 19 ago. 2011 da Sec-IMO, (D.O.U n. 163 de 24 ago. 2011, seção 1, página 8), deu publicidade ao texto consolidado e emendado da Convenção de Londres.

Previamente à promulgação de suas emendas pelo decreto 6.511 em 2008 foram feitas algumas reuniões com o intuito de acelerar e divulgar o processo. Fui convidado para participar de uma delas em março de 2005: “Seminário internacional sobre gestão e controle de resíduos e outras matérias que podem ser consideradas para alijamento no mar”, no Rio de Janeiro, promovida pelo Ministério do Meio Ambiente. O evento reuniu autoridades marítimas governamentais e não governamentais, ambientalistas, cientistas e

empresas privadas. Foi patrocinado pela Petrobras em parceria com a Agência de Proteção Ambiental dos EUA e o escritório da CL na Inglaterra.

O objetivo da reunião foi esclarecer os termos da CL para aqueles que estão envolvidos direta ou indiretamente com alguma atividade que provoca despejo e assentamento de resíduos sólidos ou líquidos no mar. Essa tarefa ficou por conta de convidados estrangeiros especialistas no tema. Como disse sabiamente Craig Vogt, dos EUA, “diluição não é solução”. A CL entende que a contaminação é um processo crônico e cumulativo que precisa ser urgentemente controlado. O ordenamento do despejo começa com a classificação dos materiais candidatos a serem jogados ao mar de acordo com uma “lista negra”, uma “cinza” e uma terceira lista na qual estão incluídos os materiais autorizados a serem despejados de acordo com os licenciamentos ambientais. A lista negra inclui materiais proibidos sob quaisquer circunstâncias, mesmo em quantidades mínimas. A lista cinza inclui alguns materiais que necessitam de permissão da Convenção para serem despejados em situações específicas. Podem ou não ser autorizados para despejo, desde que haja uma justificativa irrefutável para que não seja mantido em terra e desde que não contamine o local de despejo de modo a prejudicar irreversivelmente outras atividades ou a própria saúde humana. Estão incluídos nessa lista o despejo de sedimento dragado, esgoto, restos da pesca industrial, navios e plataformas obsoletas, restos de construção e estruturas metálicas diversas, as quais são julgadas de acordo com o impacto físico no mar, tais como alterações no regime hidrográfico e erosão.

Mas nem tudo é perfeito. Pela própria definição da CL, despejo no mar é tudo o que é embarcado e despejado com o único propósito de se livrar do material. Está escrito na CL, em inglês claro e enxuto, que “dumping is deliberate disposal at sea of wastes loaded on board”. A lista cinza inclui,

entre outras coisas, o resíduo dos navios fábrica que processam o pescado a bordo, produzindo enlatados e produtos embalados prontos para serem comercializados. São conservantes e restos não aproveitados despejados no mar. De acordo com René Coenen, um dos executivos da CL, essa atividade gera cerca de oito mil toneladas de resíduo orgânico no mar. Ora, isso não é nem 0,05% do descarte da pesca de arrasto que devasta há décadas as plataformas continentais ao redor do planeta.

Pelas estatísticas da FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), são cerca de 20 milhões de toneladas de “by-catch” (fauna acompanhante) da pesca de arrasto descartados de volta ao mar. Trata-se de um despejo involuntário, porque a indústria pesqueira não associa esse fato ao despejo nos termos da CL. Todo o material capturado indiscriminadamente nas redes é içado para o navio e selecionado. Ou seja, é um material *loaded on board*. O resto é descartado. Esse despejo é muito mais grave do que os restos dos navios fábrica. E essa falha da CL precisa ser urgentemente corrigida para que seus termos de referência sejam totalmente validados pela comunidade que depende da saúde dos oceanos para seu sustento e que se preocupa com a conservação dos ecossistemas marinhos.

OS NOVOS CAPITÃES DA AREIA

Durante a reunião descrita no artigo anterior sobre a Convenção de Londres e os protocolos internacionais de despejo de lixo no mar (Rio de Janeiro, março de 2005), tive o prazer de conversar no saguão do hotel com uma equipe de jovens ambientalistas de primeira linha em termos de iniciativa prática para tentar resolver o impacto do lixo sólido que polui as praias brasileiras.

Era a turma do Global Garbage (<<http://globalgarbage.org/praias/>>), uma ONG que luta em favor da proteção de nossas praias contra o despejo do lixo sólido. Três rapazes e uma moça, todos com personalidade forte, e espírito de equipe mais forte ainda. Após dez minutos de conversa, percebi de cara que são daqueles que falam menos e fazem muito. Estavam perfeitamente seguros das ações contra o impacto ambiental e social do lixo que chega em nossas praias trazido pelo mar. O lixo internacional, contrabandeado pelas correntes marinhas até nossas praias.

A principal área de ação do grupo é a costa dos coqueiros ao norte de Salvador. Uma região vulnerável ao efeito da convergência continental de águas tropicais da Corrente Sul Equatorial que vem desde a África até o Nordeste brasileiro, fluindo próximo à linha do Equador sob a ação constante dos ventos alísios e trazendo calor, águas transparentes, os portugueses e o Amyr Klink. Mas também trazem muito lixo sólido despejado por barcos de pesca e embarcações de turismo.

Só para se ter uma ideia do problema, no ano passado esses “capitães da areia” recolheram 4.349 embalagens de 75 países ao longo dos 172 km de praia entre Arembepe e Mangue Seco, das quais 2.843 eram de plástico, 665 de papel, 579 metálicas, 228 de vidro, 19 de isopor, 11 de madeira

e quatro de borracha. É o lixo que boia, de outra forma não teria alcançado a praia pelas correntes. O impacto desse material é mais visual, e pode ser resolvido paliativamente com a remoção mecânica. Ou seja, limpando as praias. Nada diferente do que ocorre com o nosso próprio lixo sólido.

Mas o grande vilão do lixo sólido são os *light sticks*, tubos de plástico contendo materiais fluorescentes usados na pesca oceânica de espinhel para atrair atuns e peixes do gênero. Transcrevo abaixo uma mensagem enviada pelo professor Etelvino Bechara, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP), para o Global Garbage. Ele faz uma descrição técnica detalhada da natureza e origem da substância fluorescente que tanto hipnotiza e fascina crianças e adultos da comunidade litorânea.

“Os *light sticks* são originalmente produtos da Cyanamid Co., resultantes do estudo da quimio-luminescência de ésteres de ácido oxálico pelo prof. Rahut na década de 1960. Eles contêm um oxalato orgânico aromático, água oxigenada e um ativador fluorescente, cuja natureza varia de acordo com a cor desejada, tudo dissolvido num solvente viscoso à base de tereftalato de butila. Os ativadores são compostos altamente tóxicos, pois são hidrocarbonetos aromáticos policondensados na maioria das vezes. Devem causar danos seriíssimos à saúde por fotossensibilização (ação fotodinâmica), inclusive câncer em pele e, se ingeridos, por metabolização pelo citocromo P-450, câncer no fígado.”

Em outras palavras, o líquido dentro dos *light sticks* é péssimo para a saúde humana. Por algum motivo, eles são estupidamente descartados no mar pelos barcos de pesca de espinhel. É de novo aquela velha mentalidade da sujeira por debaixo do tapete, da dispersão pelo mar acompanhada da sensação de que o problema foi resolvido. É como jogar o lixo no quintal do vizinho durante a noite.

Os problemas ambientais e sanitários causados por milhares desses “geladinhos da praia” estão sendo diagnosticados pelos capitães de areia do Global Garbage não apenas na costa baiana, mas em todo o litoral brasileiro. E não são poucos. Recolhidos aos milhares em todas as praias do Nordeste, na costa leste, sul e até no Uruguai, fazem inúmeras vítimas. Os casos mais graves são as crianças que os acham na praia, e quando não passam na pele para ver brilhar à noite por pura diversão, guardam no freezer junto com os verdadeiros geladinhos. Ou adolescentes que usam como bronzeador. Ou uma massagista que viaja a Salvador e passa o produto dos *light sticks* no cliente que, ingenuamente, se sente bem com o novo tratamento e pede mais. Também já foram confundidos com óleo lubrificante e usados por pescadores em seus motores marítimos. Tudo o que permite a imaginação fértil dos menos orientados já foi feito com o líquido maldito dos *light sticks*. Graças aos capitães de areia do Global Garbage, muitos acidentes fatais foram evitados.

O único conselho que ousei dar ao pequeno grande grupo foi não perder o foco em relação à poluição das praias com lixos sólidos no Brasil. A maior parte ainda vem daqui mesmo. E que seria boa política começar por denunciar a origem externa para mobilizar a comunidade ambientalista internacional e, indiretamente, atacar o problema do nosso lixo. Eles me responderam: “Mas é exatamente isso o que estamos fazendo!”. Senti-me como se tivesse acabado de descobrir a roda. Parabéns, Fabiano, Isaac, Paula e Davi, e todos aqueles do Global Garbage que não tive a oportunidade de conhecer durante a reunião da Convenção de Londres no Rio.

OS ECOS DO MAR

Poluição ambiental é qualquer produto antropogênico que, direta ou indiretamente, prejudica a estrutura e o funcionamento de um ecossistema. O termo está normalmente associado a produtos químicos ou sólidos (e o plástico é o campeão), cujo grau de contaminação pode ser imediatamente avaliado pelos nossos sentidos, até onde podemos ver, cheirar e ouvir. Mas nossos sentidos valem muito pouco abaixo da superfície do mar. Precisamos de instrumentos sofisticados para detectar – diga-se de passagem, com excelente grau de precisão – os níveis de contaminação química. Podemos medir a temperatura da água com um simples termômetro e avaliar a abrangência de uma pluma térmica causada por uma estação termoeétrica em uma baía fechada. Podemos, também, aumentar nossa capacidade de enxergar no mar através de fotografias, vídeos submarinos ou sondas acústicas, e contar quantos pneus e sandálias havaianas decoram a paisagem submarina do mar brasileiro.

Entretanto, a avaliação da poluição sonora subaquática – e seu impacto no ecossistema marinho – ainda é uma questão controvertida, cheia de incertezas e especulações. Infelizmente, ainda não inventaram sensores para confirmar se “esse peixe ou golfinho escuta, aquele não” ou “esse peixe ou golfinho passou mal com o tiro do canhão de ar de uma petrolífera, aquele não”. O problema é complexo demais para ser medido apenas com um sensor.

Peixes e mamíferos marinhos são os principais alvos de avaliação do impacto da poluição sonora. São vertebrados que “ouvem” alguma coisa. Mas, apesar do empenho de empresas internacionais que nos últimos dez anos acumularam dados experimentais e informações sobre essa questão, o tema continua muito controvertido. Quanto menos se sabe, mais se espe-

cula. E, no vácuo do princípio da precaução, o Ibama exige, os pescadores reclamam e os ambientalistas denunciam.

Está faltando um pouco mais de informação técnica no âmbito desses julgamentos. O ((som)) é o resultado de ondas mecânicas que se propagam com velocidades diferentes por onde passam: no ar (340 m/s), na água (1.500 m/s) e no ferro (5.000 m/s). Ou seja, quanto mais denso o meio, maior a velocidade das ondas mecânicas que, no final das contas, terminam por vibrar nossos tímpanos, nossa micro-oficina auditiva e nossos nervos amplificadores. Como o som viaja quatro vezes mais rápido na água do que no ar, pode-se dizer que, em comparação com o ar, o mar é um domínio mais sonoro do que visual ou olfativo. O mar está repleto de sons naturais produzidos por animais, impactos de ondas, atritos de correntes com lajes e rochas submersas, terremotos que produzem ondas sísmicas, ultrassons diversos etc.

Não se sabe ao certo como é a percepção acústica dos pequenos e dos grandes vertebrados marinhos, sejam peixes, aves, anfíbios, répteis ou mamíferos. Se eles tivessem orelhas, ouvidos internos e sistema nervoso como os nossos, certamente ouviriam o que ouvimos. Mas eles não têm. Portanto, não ouvem como nós. Isso não quer dizer que não detectem ou não processem a vibração mecânica do meio para outras finalidades fisiológicas. Sabe-se com certeza que peixes, baleias e golfinhos podem detectar ondas mecânicas que viajam pela água oriundas de todas as direções. Os animais, de acordo com a espécie, respondem de maneiras diferentes a níveis mínimos de vibração “sonora”, variando conforme a intensidade em decibéis ou frequência em hertz. O ouvido dos peixes é um órgão interno, sem comunicação com o meio externo, isto é, com a água. Ele fica localizado junto à cabeça e é formado por canais laterais revestidos por células ciliadas que

percebem as vibrações mecânicas do meio quando estas penetram diretamente através das escamas e pele do animal. Baleias e golfinhos têm ouvidos mais sofisticados, protegidos por ossos e caixas sonoras, que se comunicam com o meio exterior através de um pequeno orifício. É como se o tímpano estivesse exposto, no mesmo nível da pele.

Golfinhos usam vibrações de alta frequência, com poder de ecolocalção, isto é, de avaliação do meio ao redor através da emissão e captação do som, que retorna após ser refletido por qualquer obstáculo. O mecanismo é semelhante ao dos morcegos, mas muito mais sensível e com maior alcance, já que o som viaja mais rápido na água do que no ar. Golfinhos e baleias também emitem som de baixa frequência que podemos ouvir; é aquele som característico do Flipper, golfinho personagem do seriado televisivo.

Mas a transmissão do som no mar tem inúmeras outras funções no sistema biológico. A percepção de vibrações mecânicas é usada para comunicação, equilíbrio, localização, busca de alimento, proteção contra o predador ecolocalizador, acasalamento etc. Os grandes cardumes pelágicos usam esse mecanismo para manter o sincronismo da formação. Seus órgãos internos, formados por tecidos epiteliais e cílios vibratórios, evoluíram em função do regime acústico natural ao seu redor. Quando esse regime é contaminado com vibrações mecânicas acima do normal, esses órgãos internos podem ser seriamente avariados.

O som produzido pelos canhões de ar utilizados para prospecção geofísica viaja em todas as direções, mas o que interessa é a penetração da energia sonora no assoalho marinho. As ondas sonoras atravessam camadas geológicas com características e densidades distintas e, conseqüentemente, com reflexão e velocidades também distintas. É a análise desses registros que revela um perfil vertical de camadas geológicas diferentes e a ocorrência ou

não de camadas menos densas (água, petróleo, gás). É graças à propagação das ondas sísmicas produzidas por terremotos que se tem uma ideia da composição geológica do nosso planeta.

A propagação do som no mar também tem aplicações tecnológicas que nos são extremamente úteis. A primeira delas foi o uso de sensores hidroacústicos em barcos para medir a profundidade local (ecobatímetro). Nos estudos oceanográficos, usam-se sensores hidroacústicos para medir velocidade e direção das correntes, detecção de cardumes e características do fundo marinho usando sonar de varredura lateral, uma espécie de tomógrafo que reproduz imagens quase perfeitas do relevo submarino e tudo o que está sobre ele. Foi com esse equipamento que localizaram o Titanic a 3 km de profundidade no Mar do Norte. Além disso, a aplicação da acústica marinha é fundamental para se estudar os perfis geológicos da crosta terrestre, através da análise de ondas sísmicas produzidas por terremotos.

Todos os animais com habilidade de detectar as vibrações mecânicas produzidas por ultrassons e canhões de ar podem ser seriamente prejudicados. Recentemente, começou uma preocupação generalizada com os canhões de ar da prospecção petrolífera. Experimentos feitos com peixes submetidos a vários regimes sonoros, com intensidades e frequências diferentes, revelaram destruição do tecido epitelial dos órgãos auditivos internos, que pode ser reversível ou não, dependendo do grau e tempo de exposição ao som. Nesses experimentos foram utilizados os tais canhões de ar (canhões hidroacústicos) empregados na procura de petróleo.

O que mais preocupa é o efeito crônico de ruídos de motores, hélices e ultrassons usados diariamente, desde a invenção da máquina a vapor até hoje, por cada uma das centenas de milhares de navios e milhões de embarcações de pequeno e médio porte, navegando em todas as direções desse

mar global, costeiro e oceânico, tropical e polar. E a coisa pode ter piorado ainda mais quando entrou em cena o ultrassom antropogênico, com a invenção do ecobatímetro e do sonar. Quem pode avaliar a confusão que passa nos centros de percepção dos vertebrados marinhos? Sempre ouço a notícia de baleias e golfinhos que encalham na praia e, mesmo quando acudidas e libertadas em águas mais profundas, tornam a virar na direção da areia. E acabam morrendo. É intrigante esse comportamento aparentemente suicida. E há muita especulação sobre os motivos. Podem ser causas naturais, mas (o Truda que me corrija) quem me garante que a poluição sonora atual do meio marinho, que navega no mar profundo milhares de quilômetros em todas as direções, não afeta cetáceos e golfinhos?

Entretanto, como o que está em julgamento atualmente são os canhões de ar das empresas petrolíferas, minha sugestão é a seguinte: as empresas deveriam incluir em seu planejamento estratégico plurianual estudos de impacto ambiental prévios em áreas supostamente ricas em petróleo. Tudo se baseia na determinação do que chamamos de “nível de efeito”, ou seja, o nível mínimo de som no qual uma determinada mudança no comportamento animal ocorre. Quando isso for determinado para cada espécie, ou, pelo menos, para aquelas dominantes, analisa-se o campo de propagação do som com medidas de intensidade e frequência em cada posição ao redor da sua origem. Em linguagem simples, precisa-se saber se, onde o peixe está, o som vai chegar com a intensidade acima ou abaixo do nível mínimo de intensidade que o afeta.

Um estudo multidisciplinar, como em qualquer EIA-RIMA que se preze, deve incluir um conjunto de medidas físicas, geográficas, hidroacústicas, biológicas e sociais na área afetada, para se determinar no mínimo: (i) a densidade da água; (ii) a velocidade com que o som se propaga; (iii) o

grau de atenuação do som; (iv) o alcance da onda sonora; (v) a sensibilidade auditiva de cada uma das centenas de espécies de peixes e mamíferos que habitam o local; (vi) a densidade populacional de cada espécie, e (vii) o efeito que isso tem na pesca e em outras atividades socioeconômicas da região.

É bom lembrar que, para avaliar o efeito dos canhões de ar sobre a fauna marinha, é preciso travar uma verdadeira batalha naval para obter um número suficiente de dados estatisticamente confiáveis para chegar a algum resultado. Talvez o número de disparos necessários para encontrar petróleo seja bem menor (?) do que o necessário para os experimentos sobre o impacto do som dos canhões sobre os peixes. Portanto, os trabalhos de prospecção sísmica têm que ser feitos simultaneamente com o estudo de impacto ambiental. Não há outro jeito. Imaginem fazer inúmeros experimentos com canhões de ar e usar os dados apenas para analisar seus efeitos nos peixes. E, depois de avaliar o impacto ambiental, pagar a conta das medidas mitigadoras e compensatórias e voltar ao mesmo local para reiniciar a saraivada de canhões e achar (se achar) petróleo. Seria dinheiro jogado fora e impacto ambiental dobrado. Ou, alternativamente, os experimentos poderiam ser em laboratório, simulando as condições naturais, o que seria bem mais caro.

O custo da análise do impacto sobre a fauna seria, portanto, mínimo se comparado com os custos tecnológicos, humanos e ambientais com que frequentemente essas empresas têm que arcar para extrair petróleo. O que representa um ou dois milhões de reais para essas empresas? Absolutamente nada comparado ao desgaste social e aos prejuízos ambientais e econômicos quando ocorrem vazamentos. Sem contar com os gastos com soluções mitigadoras ou compensatórias totalmente paliativas, apenas para apaziguar os ânimos da mídia e saciar a voracidade da “corretagem ambiental” que se vê por aí.

Só após os estudos é que se irá dispor de uma base mínima de dados para se diagnosticar, com um certo grau de credibilidade, o que o som com intensidade acima dos ruídos naturais provoca no comportamento das espécies locais. Talvez, após mais alguns anos de pesquisa, sejamos capazes de alimentar um modelo de computador e simular, sobre a mesa do escritório, o verdadeiro impacto ambiental de determinada atividade sísmica em um local específico. É o único meio de acabar com as especulações e os “casos de guerra” entre indústria petrolífera, órgãos ambientais, ambientalistas e pescadores artesanais.

BIOPOLUIÇÃO IRREVERSÍVEL

Invasões biológicas podem ser definidas como dispersões que rompem as barreiras físicas que separam domínios ecológicos diferentes, através de mecanismos naturais ou pela ação do homem. Até antes da Era dos Descobrimentos, eram raras as invasões de espécies marinhas tropicais e temperadas de um continente para outro, isso devido às distâncias e às barreiras biogeográficas ambientais. Mas elas foram pouco a pouco sendo rompidas pelas longas viagens intercontinentais. Quando os espanhóis e portugueses (ou os vikings? Ou os fenícios? Não importa nesse contexto) chegaram do lado de cá, há mais de 500 anos, trouxeram um presente de grego para o ecossistema costeiro do continente americano: espécies exóticas.

Invertebrados marinhos do continente europeu, que habitavam substratos rochosos, viajavam clandestinamente através do oceano Atlântico, fixos no casco das caravelas e dos galeões. Eles resistiam à travessia das águas mais salgadas do oceano azul e profundo até “perceberem” que estavam novamente em águas estuarinas com baixa salinidade, só que do outro lado do Atlântico. Os navios aportavam em águas típicas das baías lagunares da costa leste americana, usadas como portos naturais. Eram cracas, anêmonas, corais, caracóis, mariscos etc., que aí lançavam suas larvas aos milhares após todo o estresse da viagem. As larvas se dispersavam com as marés e correntes costeiras, colonizando habitats ainda não ocupados pelas espécies locais, crescendo e passando a competir como exilados na nova teia alimentar. Muitas venceram essa batalha pela sobrevivência e hoje fazem parte do cenário submarino das Américas do Norte, Central e do Sul.

Antes de meados do século XIX, as únicas barreiras físicas naturais que dificultavam essas migrações de pequenos organismos eram os

continentes e a temperatura na superfície. Espécies do oceano Pacífico equatorial jamais poderiam invadir o Caribe, no Atlântico, pois eram impedidas pelas baixas temperaturas no sul da América do Sul, que são em torno dos 10 graus lá pelas bandas da Terra do Fogo. Com a expansão do comércio marítimo internacional, novas rotas de navegação e mais navios, as invasões passaram a acontecer em todos os continentes, de lá para cá e daqui para lá, numa velocidade incontrolável e com muito mais abrangência geográfica.

Como se não bastasse, vencidas as barreiras térmicas pelo intenso tráfego marítimo, as barreiras físicas representadas pelos próprios continentes, separando mares e oceanos, também foram rompidas pela ação do homem. A abertura do Canal de Suez provocou uma “tropicalização” da fauna marinha do setor oriental do mar Mediterrâneo, devido à invasão de espécies exóticas do mar Vermelho e do oceano Índico. Algumas décadas mais tarde (1914), uma pequena faixa de terra de 81 quilômetros foi finalmente rasgada no istmo do Panamá, abrindo uma porta de comunicação genética fechada há milhões de anos durante a formação dos continentes. Imediatamente começou a homogeneização da biodiversidade tropical, com invasões de espécies do Pacífico para o Caribe e vice-versa.

Mas o pior veio depois. Os navios dos antigos navegadores não podiam enfrentar a fúria do “Rio Grande” durante as longas travessias, sem muito peso. Às vezes, a carga transportada não era suficientemente pesada para baixar o centro de gravidade do navio e aumentar a sua estabilidade durante a navegação. O problema era resolvido com pedras no fundo do casco. Eram lastros sólidos e permanentes, que podiam ser aproveitados em construções civis nas colônias.

Entretanto, a versão moderna para o lastro é a água. Atualmente, para completar o peso necessário para a estabilidade do navio, usa-se a água

do próprio local de embarque da carga para encher os tanques de lastro das grandes embarcações. A água de lastro, dividida em compartimentos que se comunicam, é o maior reservatório de contaminação biológica entre os portos marítimos. São milhares de espécies marinhas transportadas diariamente nos porões dos navios. No porto de origem, a água do mar ou do estuário é bombeada pra dentro dos tanques, e com ela toda sorte de organismos microscópicos, larvas e juvenis que por acaso passam diante da entrada das bombas de sucção são conduzidos diretamente aos porões escuros do navio. Uma pequena parte do ecossistema local é mantida no tanque, no qual sobrevivem as espécies mais resistentes até chegarem ao porto de destino. Justamente aquelas que subjagam os mais fracos da teia alimentar local são bombeadas pra fora do navio, sem direito a repatriação. Não importa se estão no Rio de Janeiro, Nova York, Rotterdam, Cidade do Cabo ou Tóquio. Se a salinidade e a temperatura forem tolerantes, os mais resistentes saem à procura de alimento e espaço, buscando seus direitos de participar da nova teia alimentar e disputar recursos com as espécies locais. E elas que se cuidem!

A expansão e a globalização do comércio marítimo, após a Segunda Guerra Mundial, agravaram ainda mais o problema ecológico causado pela bioinvasão marinha. O nível de contaminação atual é, no mínimo, centenas de vezes maior com a substituição do lastro de pedras das caravelas, galeões, corvetas britânicas e vapores americanos por lastreamento com água nos porões dos navios petroleiros e graneleiros.

A competição, a troca de informações genéticas e as variações da biodiversidade são comuns em todos os ecossistemas. A natureza é dinâmica. E no mar mais ainda, pois esses processos são potencializados pela circulação. Entretanto, a socioeconomia costeira usa o mar de diversas for-

mas. Atividades portuárias, industriais e de pesca são tradicionais, e, mais recentemente, o turismo e a maricultura crescem vertiginosamente. Por trás dessas atividades vêm a construção civil, a derrubada da vegetação costeira, as obras de dragagem, os aterros, os enrocamentos e a poluição doméstica e industrial. O impacto conjunto dessas atividades sobre o ecossistema costeiro altera as condições de circulação, introduzindo substâncias químicas orgânicas e inorgânicas que não estavam presentes há centenas de anos, ou mesmo há algumas décadas. Diante dessa nova realidade ambiental, as espécies locais se enfraquecem e as invasoras resistem, ganhando cada vez mais espaço no cenário submarino dos países costeiros.

No Brasil, temos vários exemplos preocupantes de biopoluição. O livro *Água de lastro e bioinvasão*, de Silva e Souza (Rio de Janeiro, editora Interciência, 2004) resume os principais eventos desse problema em nossas águas e seus riscos potenciais para a saúde e socioeconomia da zona costeira. As espécies indígenas, menos competitivas, são substituídas, alterando o equilíbrio do ecossistema marinho, uma vez que as invasoras exóticas, com menos exigências ambientais e altas taxas de crescimento, ganham espaços antes ocupados pelas espécies nativas.

Microalgas marinhas são as grandes vilãs dessa invasão. Em condições ambientais favoráveis, normalmente potencializadas por poluição orgânica, muitas espécies de microalgas produzem toxinas que provocam mortandade massiva de peixes, danos ao turismo e estragos nos cultivos de moluscos. Mariscos e ostras cultivados em ambientes com altas concentrações dessas microalgas acumulam em seus tecidos concentrações letais de toxinas. Quando ingeridos, podem causar no homem vários problemas médicos, desde intoxicações com forte diarreia até paralisia muscular e asfixia, podendo levar à morte.

Hoje em dia, a presença de animais e algas marinhas exóticas em nossa costa é uma questão cada vez mais preocupante. São organismos introduzidos propositalmente pela maricultura e aquariofilia, ou acidentalmente por águas de lastro nos portos brasileiros, além de serem oriundas de atrapalhadas iniciativas governamentais sem os devidos estudos prévios. De acordo com a Convenção de Diversidade Biológica, a segunda maior causa de perda de biodiversidade no mundo é a introdução de espécies exóticas que se tornam invasoras. Uma dessas espécies que deve ser familiar a todos é o coral-sol (*Tubastraea spp.*), que vem se proliferando pela nossa costa de maneira avassaladora, tomando à força o substrato rochoso outrora ocupado por espécies coralíneas autóctones. Foi primeiramente observado na década de 1980 em plataformas de petróleo na Bacia de Campos, e atualmente já se alastrou por costões rochosos dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina, Espírito Santo e Bahia. Operações em massa para sua retirada manual vêm sendo promovidas por ONGs e pelo ICMBio, e a última, denominada Operação Eclipse II, contou com várias embarcações e mais de 80 voluntários de órgãos públicos, ONGs, universidades e operadoras de mergulho, além do apoio do Ministério Público. Realizada em novembro de 2015, retirou mais de 325 quilos do coral invasor apenas dos costões da Estação Ecológica de Tamoios (RJ).

Os órgãos ambientais e sanitários já se mobilizam para lutar essa batalha. Mas, infelizmente, já como derrotados, pois as invasões são praticamente irreversíveis. Agora, o maior desafio é como conviver com elas, mitigando seus efeitos nocivos ao equilíbrio ecológico e à saúde dos ecossistemas marinhos brasileiros.

Inúmeras são as estratégias adotadas para conservar a sociobiodiversidade da zona costeira. Em se tratando de oceanos, o fato de serem ambientes altamente dinâmicos e interconectados requer ações tomadas em conjunto nas mais variadas esferas públicas, com participação ativa da sociedade civil e a cobrança em relação às atividades das empresas. Ainda estamos muito aquém das metas globais da Convenção da Diversidade Biológica (CDB) para a proteção da nossa zona costeira, e o país ainda encontra dificuldades não só para criar unidades novas, mas também para gerir e fiscalizar as unidades já existentes de maneira eficaz. Ainda sob o guarda-chuva da conservação, também é importantíssimo considerar um manejo pesqueiro eficaz cuja real prioridade seja a manutenção dos estoques pesqueiros a níveis seguros, afim de garantir a sustentabilidade da atividade pesqueira e, como consequências, a saúde ecossistêmica e a segurança alimentar da população. A educação ambiental se apresenta como uma aliada essencial na luta pela conservação da nossa biodiversidade, não só transmitindo conhecimento mas também auxiliando no desenvolvimento de habilidades e atitudes que nos permitam atuar efetivamente no processo de manutenção do equilíbrio ambiental.

J.L.G.

CONSERVAÇÃO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

ÁREAS MARINHAS DESPROTEGIDAS

Certa vez li um aviso fixado na parede da pia de um banheiro que dizia “Conservar é saber usar!”. Uma frase quase sem sentido formada por quatro verbos, um sujeito inexistente e nenhum objeto direto ou indireto. Apesar de aparentemente bem-intencionada do ponto de vista ambiental, também é uma forma educada de pedir para não desperdiçar água. Na verdade, eu diria que a frase é ainda o reflexo da ignorância generalizada das últimas décadas sobre o que é e pra que serve conservar a natureza, afinal.

Conservar é o verbo mais usado nos discursos ambientalistas e, no entanto, pouco conjugado pelo resto da sociedade, que insiste cegamente no consumismo globalizado, sem se dar conta do custo ambiental. Felizmente o ambientalismo está crescendo, denunciando abusos contra a natureza em jornais, congressos, panfletos, na arte e até nas novelas. De tal modo que

hoje a maioria das pessoas aceita, talvez mais por condicionamento social e autodefesa do que por convicção, que proteger a biodiversidade agora é a poupança garantida de serviços ambientais e recursos biotecnológicos para depois. Isto é, para as “gerações futuras”, que pra maioria das pessoas é no máximo para os netos. Isto é, se eles já tiverem nascido. Senão para nossos filhos mesmo.

De qualquer modo, pouco a pouco a sociedade global vai se conscientizando sobre as questões ambientais, principalmente as associadas às mudanças climáticas que as afetam diretamente. Entretanto, o movimento de conservação marinha parece não estar ainda tecnicamente preparado para defender os oceanos. Talvez pelas razões pessoais que vou descrever a seguir.

O famoso capítulo XVII da Agenda 21 recomenda o uso sustentável do mar e 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 a mantêm são protegidos por lei por meio da restrição de atividades antrópicas potencialmente impactantes, como a pesca. É a captura de um recurso público praticamente sem dono, com finalidade social, comercial e recreativa. Um bom exemplo marinho da tragédia do bem comum. Enquanto a pesca artesanal e recreativa sobrevive do pouco que ainda resta nas áreas costeiras, a pesca comercial é praticada sem manejo por empresas e indivíduos que ainda acreditam na utopia do inesgotável.

O ecossistema marinho também é vulnerável a todo tipo de poluente orgânico persistente, metais pesados oriundos da atividade industrial na zona costeira e lixo sólido não biodegradável. Somada a isso, a perda de habitats sensíveis devido a obras costeiras mal planejadas compromete ainda

mais a diversidade biológica e a diversidade cênica da zona costeira, por si só um recurso inestimável, usado totalmente na contramão das vias da sustentabilidade preconizadas na Agenda 21.

Atualmente, existem cerca de 1300 AMPs ao redor do mundo, representando menos de 1% dos oceanos. Com a ameaça do colapso dos estoques pesqueiros comerciais, 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 recomendaram 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. Em 2014 iniciou-se o Projeto Áreas Marinhas Protegidas (GEF Mar), com duração prevista de cinco anos e cujo objetivo principal é apoiar a criação e a implementação de um sistema representativo e efetivo de áreas marinhas e costeiras protegidas (AMCPs) para reduzir a perda de biodiversidade, aumentando para 5% a superfície protegida.

Supõe-se que com a criação de AMPs pelo menos parte dos oceanos estarão protegidos desses impactos. Será? Bem, pelo menos os estudos científicos ao redor do mundo comprovam os resultados benéficos para o ecossistema marinho da criação de AMPs, tais como recuperação gradativa dos habitats degradados, aumento rápido de populações sobre-exploradas, crescimento do tamanho médio dos indivíduos das populações de peixes e invertebrados, aumento do ciclo de vida e sucesso no recrutamento larval, aumento da biodiversidade dentro e fora das AMPs etc.

No Brasil, existem inúmeras Unidades de Conservação (UCs) terrestres ao longo da zona costeira, sobretudo na região Sudeste-Sul. São mais de 30 só em São Paulo e Paraná. Mas, no espaço marinho propriamente dito, a situação é crítica e segue o mau exemplo global, que tem apenas 0,6% do

espaço oceânico protegido, pelo menos no papel. 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 do nosso mar territorial brasileiro e Zona Econômica Exclusiva.

No geral, a conservação marinha é um tema que, infelizmente, ocupa muito pouco os foros ambientalistas nacionais, que focam mais na preservação das florestas. E com razão; afinal, a destruição das florestas brasileiras é o que se enxerga. No mar também acontece o pior, mas não se enxerga por ignorância. É o resultado da falta de conteúdo programático sobre o mar no nosso ensino fundamental, como discutido no artigo “Amazônia Azul... Uma ova!”. Analisando o material didático utilizado nas escolas, tanto públicas como privadas, percebemos um buraco no que diz respeito aos conhecimentos sobre os oceanos e a zona costeira. Em um país com 8500 km de zona costeira, o assunto passa longe do conteúdo programático, permanecendo marginalizado no processo de construção do pensamento e da consciência, submetido ao interesse específico e particular de um ou outro professor que resolva trazer o tema à tona em sala de aula, sempre por iniciativa própria.

A causa principal para esse esforço global de conservação marinha está diretamente associada ao esgotamento dos recursos pesqueiros. Já começou errado: a criação de AMPs está sendo justificada devido à iminência do colapso da pesca e não ao ecossistema em si. Ou seja, o motivo parece ser mais econômico do que ético. Conservar só porque os recursos pesqueiros estão se esgotando?

É preciso tirar a questão pesqueira do centro das atenções no palco

da conservação marinha. Conservar habitats específicos e seu ecossistema associado é um processo lento e complexo. Não basta criar o arcabouço legal, definir limites geográficos, criar Planos de Manejo, editar documentos, distribuir folders coloridos pra turistas e mostrar suas localizações e fotos na última versão do Google Earth. É preciso muito mais do que isso. É preciso uma mudança drástica da nossa postura em relação aos oceanos, que passaram a ser vistos (e olhe lá) como um bioma único, indivisível e frágil diante das mudanças globais previstas para as próximas décadas apenas em 2010, com a criação do bioma Zona Costeira. É preciso divulgar mais e conhecer profundamente, e não apenas superficialmente, o funcionamento e o papel ambiental dos ecossistemas marinhos.

Os oceanos não devem ser conservados apenas porque os estoques comerciais de peixes estão condenados a se extinguirem nas próximas décadas. É muito mais importante saber que os oceanos produzem pelo menos metade do oxigênio que respiramos gerado anualmente pela fotossíntese. Saber que eles refletem pelo menos metade dos raios solares incidentes nas áreas congeladas, o que ajuda a manter a temperatura média do planeta. Saber que os oceanos abastecem a indústria pesqueira com cerca de 100 milhões de toneladas de alimento (44 Maracanãs cheios até o topo!) todos os anos, mesmo às custas da sua própria degradação. Saber também que o oceano retarda o aquecimento global, absorvendo quase um terço da emissão anual de gás carbônico, resultante principalmente da queima de combustíveis fósseis.

E, no entanto, apesar desses serviços ambientais gratuitos, recebe em troca mais de seis bilhões de toneladas de lixo sólido todos os anos e mais alguns bilhões de litros de água contaminada com um coquetel de poluição venenosa produzida pela atividade humana ao longo das zonas costeiras. O mar dispersa poluentes químicos com muito mais facilidade do que a

atmosfera, já que a força da gravidade atua mais eficientemente no meio terrestre. Quando o vento para, a gravidade atrai as partículas de poluição diretamente na direção do solo, ou indiretamente através das chuvas.

A água, obviamente o “éter” do ambiente marinho, também circula constantemente pela ação dos ventos na superfície. No entanto, por ser mais densa que o ar, ela vence facilmente a força da gravidade, mantendo suspensos contaminantes sólidos e dissolvidos que podem ser transportados lateralmente por milhares de quilômetros, sem ser interrompidos por barreiras físicas. A dispersão da poluição no mar é muito maior, podendo chegar a milhares de quilômetros do ponto de origem. Apesar da distância, a contaminação de um rio na China pode chegar ao Brasil, mesmo que leve décadas. É só uma questão de tempo. Quer melhor exemplo do que o fato de encontrarem traços de DDT, usados sem controle na agricultura da década de 1950, em tecidos de peixes na Antártida? Mesmo ilhas oceânicas distantes estão na trajetória dos contaminantes, boa parte deles sólidos, principalmente restos de produtos de plástico industrializados. E o que dizer dos longínquos giros anticiclônicos subtropicais, os maiores biomas do planeta, já invadidos por pedaços de plástico boiando e engasgando mamíferos, tartarugas e aves marinhas?

Portanto, eu me pergunto de que adianta conservar alguns milhares de quilômetros quadrados? Proteger 1, 10, 20 ou 30% (tanto faz) do espaço oceânico é o mesmo que nada, porque é praticamente impossível proteger integralmente qualquer pedaço do oceano global, devido à conectividade natural entre todos os mares. Espero estar completamente equivocado, mas receio que a política e o diálogo internacional sobre a conservação marinha sejam mais um discurso que se distancia da realidade. A comunidade ambientalista precisa ficar alerta em relação à criação dessas áreas. No

rumo em que os diálogos e os acordos vão, criar 20% de AMPs significa automaticamente se conformar com os 80% restante de Áreas Marinhas Desprotegidas dos oceanos, onde tudo é permitido.

Não apenas algumas áreas, mas todo o oceano deveria ser considerado uma única AMP global. Um bioma internacional protegido por leis internacionais. Porque os oceanos são o principal alicerce do desenvolvimento histórico, cultural, socioeconômico e ambiental da sociedade humana. Se nós realmente respeitássemos o mar e quiséssemos protegê-lo, não haveria a necessidade de tapar o sol com a peneira e criar AMPs. Aproveito a oportunidade para sugerir que você veja o discurso de Sylvia Earle durante a entrega do prêmio TED (<http://www.ted.com/talks/sylvia_earle_s_ted_prize_wish_to_protect_our_oceans?language=pt-br>).

Bom proveito!

REFERÊNCIAS

SUBRAMANIAN, B. R. *et al.*, 1983. “DDTs and PCB isomers and congeners in antarctic fish”. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 12 (6): 621-626.

WEBER, K.; GOERKE, H., 2003. “Persistent organic pollutants (POPs) in antarctic fish: levels, patterns, changes”. *Chemosphere* 53(6): 667-678.

ABRINDO OS OLHOS PARA O MAR

A única vez que estive perto de um deficiente visual por mais de meia hora foi a bordo do navio de pesquisa oceanográfica “Professor Bernard”, da Universidade de São Paulo, durante a primeira Expedição Brasileira à Antártida. Era dezembro de 1982. Moacir era um técnico em eletrônica que embarcou em Santos junto com a tripulação e cientistas. Montou sua mesa de trabalho no convés superior atrás da cabine de comando, sobre a qual disputavam espaço uma parafernália eletrônica de cabos, fios elétricos, fita isolante e ferramentas eletrônicas. Além de uma estranha máquina de escrever elétrica Olivetti. Sua missão era reorganizar o sistema de rádio e comunicação do navio.

Até aí nada de novo, se não fosse pelo fato de Moacir ser deficiente visual. Era totalmente cego! Sua retina era incapaz de receber e codificar no cérebro uma pequena e tão importante faixa do espectro da radiação solar eletromagnética: a faixa do visível entre 400 e 700 nanômetros (1 nm = 10⁻⁹ metros). Também chamada de radiação fotossinteticamente ativa, pois é a única capaz de sensibilizar os cloroplastos na reação da fotossíntese, permitindo a vida no planeta. A mesma que atravessa nosso cristalino e penetra em nosso humor vítreo, projetando na retina as cores e seus milhões de tons entre a azul púrpura e o vermelho sangue. Os olhos de Moacir eram tão inúteis quanto vestígios evolutivos. Por isso ele usava mais o sentido do tato e sua “memória virtual” para desencapar e isolar fios, aparafusar e encaixar terminais elétricos, testar baterias e placas de sistemas integrados. E o olfato usava para identificar componentes eletrônicos queimados. Só não conser-tou o termossalinógrafo de bordo porque não tinha as peças que faltavam. Mas descobriu o defeito pelo cheiro.

Parecia inacreditável a ideia de um cego assumir a responsabilidade de organizar a comunicação do navio, um dos componentes mais importantes da segurança naval. A navegação do pequeno Besnard ao longo do continente sul-americano rumo à Antártida precisava ser monitorada diariamente em relação às condições de vento e mar, através das mensagens e boletins meteorológicos recebidos a cada três horas. Em outras palavras, nossa segurança e o sucesso da expedição estavam praticamente nas mãos de Moacir. Ou melhor, na ponta de seus dedos sensíveis.

Foram quatro dias de viagem entre Santos e o Porto do Rio Grande no Rio Grande do Sul, onde faríamos uma pausa para abastecer o navio. Durante a viagem, quando Moacir não estava debruçado sobre os fios, ouvia atentamente através de um fone de ouvido enorme e preto (parecia tecnologia russa) os sons que vinham de sua estranha máquina de escrever adaptada para cegos. Um sistema que ele desenvolveu para “ouvir textos” datilografados. Se tivesse sido inventado no século XIX, teria sido batizado de “datilografonaudiômetro” ou coisa parecida. Cada letra do alfabeto e cada sinal gramatical representado por um tom da escala musical, de uma oitava acima ou abaixo, incluindo graves e sustenidos, era sonorizado na mesma sequência e com a mesma velocidade com que escrevemos.

Moacir literalmente ouvia os textos que recebia, assim como ouvia os textos que datilografava. Toda canção tem letra e música. As dele se fundiam em uma coisa só. Como um maestro virtuoso, era capaz de processar em milésimos de segundo um complexo quebra-cabeça sonoro para formar palavras, frases e períodos inteiros de informação textual codificada. Se a música desafinava, era porque havia algum erro gramatical, que era imediatamente corrigido. E ele nos deixava ouvir quando ligava os fios na caixa de som. Ficávamos boquiabertos com aquela engenhoca, e sempre que sobrava

um tempo disputávamos a entrada daquela modesta oficina eletrônica e de radiocomunicação para ouvir as “sinfonias do Moacir”.

Moacir interagiu muito com toda a equipe. Visitava-nos frequentemente no laboratório de pesquisa e perguntava tudo sobre nosso trabalho. Como não poderia ser diferente, usava as mãos para sentir grandes volumes, e apenas alguns milímetros quadrados de epiderme da ponta dos dedos para visualizar mentalmente os detalhes de nosso material de trabalho, desde um complicado correntômetro até uma simples pipeta. De tarde sentava no banco no convés superior do navio sentindo os odores da maresia, o vento no rosto e o balanço das ondas nos ouvidos internos.

Após quatro dias de navegação e a missão cumprida, ele desembarcou no Porto de Rio Grande. Não foi permitida sua participação na expedição até a Antártida devido à deficiência visual. Uma decisão que parecia equivocada, pois seus outros sentidos eram muito mais desenvolvidos do que a média das pessoas sem deficiências físicas, tornando-o mais apto para a viagem do que alguns membros da tripulação (a começar pelo imbecil do comandante, que foi despedido imediatamente após a expedição).

Faz 36 anos que nunca mais ouvi falar de Moacir. Lembrei-me dele alguns anos mais tarde, quando soube que a gigante japonesa Casio havia inventado uma máquina de calcular para deficientes visuais, com teclas sonorizadas. Mas de repente tomei contato novamente com a dificuldade de pessoas com deficiência visual quando Chayane, uma aluna do curso de graduação em Oceanografia da UFPR, veio pedir apoio da Associação Mar-Brasil para desenvolver sua monografia de conclusão de curso, intitulada *Abrindo os olhos para a natureza*. Tratava-se de um projeto de educação ambiental marinha para crianças e adolescentes com deficiência visual. São crianças simples de famílias humildes, que não participam de nenhuma pa-

raolimpíada televisionada, e, portanto, poucas vezes são lembradas nos projetos de inclusão social.

A metodologia e os recursos didáticos adotados pelo projeto eram obviamente limitados, mas eficientes. Se apoiavam no aprendizado sobre a biodiversidade marinha e o ambiente costeiro através dos outros quatro sentidos. O ensino se desenvolvia em sala de aula e no campo. Em sala de aula, Chayane usava cartilhas com desenhos em alto-relevo de animais marinhos feitos com tinta epóxi. Um método Braille figurativo. Também usava modelos que se assemelham aos animais. Por exemplo, espetava palitos em uma bola de isopor para explicar sobre a forma de um ouriço. Usava bexigas com água e elásticos para revelar o volume e a forma de uma água-viva. E modelos de tartarugas em tecido.

O trabalho de campo envolveu uma logística um pouco mais complicada. O projeto organizou duas expedições de campo, uma para a ilha do Mel, um dos cartões-postais do litoral do Paraná, e outra para visitar o Projeto Tamar em Florianópolis. A ilha do Mel é rodeada por praias, dunas e alguns costões rochosos, com uma biodiversidade marinha representativa da costa sul brasileira. O pequeno grupo seguia de mãos dadas em fila indiana, guiado por Chayane e seus colaboradores voluntários através das trilhas entre a vegetação costeira até a praia. A maioria nunca tinha andado em um barco, sentido o cheiro da maresia, a consistência da areia e das pedras. Também nunca havia molhado os pés e sentido o gosto salgado da água do mar. A expedição seguinte foi para visitar o Projeto Tamar em Florianópolis, e pelo que me contaram também foi um sucesso.

Evidentemente, o projeto limitou-se a um nível muito básico de ensino, tendo em vista os recursos limitados e a didática específica e adaptada. Por enquanto só revelou a existência e as formas gerais da biodiversidade

marinha e seu entorno ambiental através de outros sentidos. Por outro lado, para quem nunca viu (literalmente) nada, o contato direto com a natureza marinha foi decididamente uma experiência inesquecível. O projeto cumpriu suas metas, com a dedicação sincera e delicada de Chayane e dos monitores e voluntários que se apresentaram para colaborar com ela. Essas pessoas também saíram mais enriquecidas.

A experiência de ajudar crianças deficientes visuais, com um imenso desejo de conhecer melhor o mundo ao redor, ajuda-nos a perceber um pouco a futilidade de alguns aspectos de nossa rotina diária e, sobretudo, a ignorância do mundo em que vivemos. Como disse Mário Quintana, “o verdadeiro analfabeto é aquele que sabe ler, mas não lê”. Também vale dizer que “o verdadeiro cego é aquele que enxerga, mas não vê”. São versões diferentes da ignorância, talvez o defeito mais comum do ser humano. De outra forma não estaríamos tão ocupados buscando fórmulas mágicas para evitar a miséria, a poluição, a perda de biodiversidade, as extinções, a contaminação da água e o aquecimento global.

Chayane lutou contra a ignorância em diversas ocasiões, quando foi pedir apoio logístico e financeiro para viabilizar o projeto. Escreveu para várias empresas enviando material de divulgação com fotos e tudo. Esforçou-se até o último momento para conseguir um micro-ônibus de empresas de transporte e turismo. Nenhuma atendeu às demandas modestas do projeto. A Universidade Federal do Paraná acabou cedendo o ônibus depois de um ofício do coordenador do curso de Oceanografia. Felizmente o projeto também recebeu apoio de comerciantes locais. Um restaurante serviu almoço de graça para todas as crianças e para a equipe de voluntários, e uma padaria local deu pão e um bolo enorme para o lanche na praia.

Atualmente estima-se que existam 1,4 milhões de crianças cegas no mundo. No Brasil, entre 27 e 32 mil, a maioria com pouca expectativa para suas vidas. Portanto, a batalha de Chayane pela inclusão e justiça social de suas crianças só está começando. Para vencer como Moacir a bordo do Besnard, vai ser preciso enfrentar os velhos obstáculos do egoísmo e da arrogância, além de tantas outras manifestações da ignorância humana.

O MAR DOS MAIAS

Durante pelo menos 30 séculos as tribos maias costeiras viam diariamente o céu e o mar quando olhavam para o horizonte, a leste da costa e das ilhas do istmo centro-americano. Sem dúvida, o mar do Caribe é o mais atraente dos mares do Atlântico. Os mistérios que rondam suas águas e seus cenários naturais ainda inspiram histórias de terror e aventura, como o triângulo das Bermudas, pirataria, águas infestadas por tubarões famintos, tesouros perdidos em naufrágios ou escondidos em pirâmides maias amaldiçoadas. Uma zona de baixíssima pressão, como um vácuo atmosférico pronto para sugar o ar com uma força tão descomunal que eles acreditavam ser a manifestação do deus *Huracán* (ou *Hurakén*), o deus maia das tempestades. Daí surgiu a palavra furacão, uma das únicas do vocabulário português de origem maia. Em suas margens e ilhas costeiras nasceu, prosperou e decaiu o império da civilização maia, um povo que vivia da pesca, caça e da agricultura, o que não é nenhuma novidade, mas que deixou marcas impressionantes de desenvolvimento cultural e tecnológico na pré-história americana.

Hoje, tudo o que se sabe da cultura maia foi redescoberto por John Lloyd Stephens, um advogado, diplomata e explorador norte-americano que entre 1839 e 1842 desenterrou culturalmente, do meio da floresta tropical e das terras altas da península de Yucatán, as pirâmides de Copán, Palenque, Uxmal e Chichen Itzá, e suas construções associadas. Verdadeiras obras da engenharia pré-colombiana. Uma civilização em simbiose com a pedra calcária e porosa, originada da atividade de organismos marinhos, que durante milhões de anos acumulou-se e ergueu-se do fundo do mar pela ação das placas caribenhas. A porosidade do solo calcário drenava toda a água da chuva. O acesso ao lençol freático era através de poços sagrados, os cenotes,

que ainda hoje se abrem em reservatórios naturais submersos, ao redor dos quais desenvolviam-se os vários grupos tribais sacrificando perus selvagens e até vidas humanas como oferendas aos seus deuses insaciáveis.

Os maias pescavam com redes e anzóis no mar aberto, ou arpoavam peixes nas áreas estuarino-lagunares. Em terra cultivavam principalmente o milho, uma planta sagrada da qual acreditavam haver surgido o primeiro homem, além de feijão, mamão, abacate e cacau, cujas sementes eram torradas e moídas para produzir um pó usado para preparar uma bebida, o *xocolatl*, consumida pela classe nobre e que deu origem a palavra chocolate, outra do vocabulário português de origem maia. Os espanhóis levaram para a Europa, os suíços adicionaram o leite e hoje os chocólatras e dentistas agradecem. Tudo isso graças aos índios maias. As sementes de cacau serviam como moeda de troca, de tão valiosas que eram. Os maias também extraíam e mascavam uma resina da árvore copal, ou seja, foram também os inventores do chiclete (não, essa não é maia, não vem de algo como *xikletl*). Caçavam veados e criavam perus, as únicas fontes de proteína animal além da pesca. Também criavam abelhas para extração do mel. Enfim, li que esse povo produzia tanto alimento que podia trabalhar só seis meses e tinha o resto do ano para fazer o que quisesse, inclusive construir pirâmides e estradas de rocha calcária, unindo cidades e centros políticos e religiosos por toda a península de Yucatán. Eram bons astrônomos, matemáticos e, sobretudo, festeiros! Celebravam 22 festas religiosas ao longo dos seus precisos 365 dias do calendário solar. Exatamente como o nosso, só que distribuídos em 18 meses de 20 dias cada, mais cinco dias de “reajuste do relógio solar”. Não sei bem o que significa isso, mas posso imaginar.

Mesmo com todas essas qualidades, os maias tinham defeitos, como todos nós; devido às disputas entre reis e suas tribos rivais, derrubaram

florestas em demasia, cresceram em demasia e acabaram esgotando recursos naturais. Secas prolongadas e colheitas insuficientes enfraqueceram o império (sim, eu também li *Colapso*, do Jared Diamond!). Quando chegaram os espanhóis, por volta de 1500, a população já estava reduzida a alguns milhares, em contraste com os milhões de pessoas que habitavam a península Yucatán no auge do império. Mesmo assim, demorou quase 200 anos até os espanhóis subjuguem as tribos restantes e incorporarem as terras, as ilhas e o mar, antes explorados apenas pelos índios. Hoje os descendentes dos maias dividem com descendentes de piratas, garífunas (grupo étnico formado pela miscigenação de índios caraíbas e aruaques com escravos africanos, primariamente estabelecido na costa do Belize e Honduras), descendentes de escravos e turistas norte-americanos a exploração dos recursos costeiros e da barreira de corais.

O mar do Caribe é uma porção do Atlântico equatorial, cercada pelas costas do México, Belize, Guatemala e Honduras a oeste, as ilhas de Cuba, Jamaica, República Dominicana e Haiti ao norte, o arco das Antilhas holandesas a leste e as costas da Colômbia e Venezuela ao sul. Do ponto de vista oceanográfico e ambiental, é importante conhecer o padrão de circulação do mar caribenho. As correntes transportam nutrientes, partículas de alimento e larvas que mantêm o processo de colonização das comunidades biológicas. Mas também transportam todo tipo de porcaria que é jogada nas costas dos países ao redor, mesmo do rio Amazonas nos períodos mais chuvosos. A circulação caribenha começa a partir das águas quentes tropicais que se acumulam no lado esquerdo do oceano Atlântico equatorial devido à rotação da Terra da “esquerda pra direita” e a ação dos ventos alísios. A água tropical penetra por entre as pequenas ilhas das Antilhas holandesas e invade o mar do Caribe, movimentando-se em dois grandes giros horários e

anti-horários. Um horário ao norte do istmo do Panamá e outro anti-horário entre Cuba e o golfo de Honduras. A água que não está nesses giros está na corrente do Caribe, que se espreme no canal de Yucatán, entre essa península e Cuba, formando a corrente de Yucatán. Essa é a porta de saída das águas do mar do Caribe para o golfo do México, que já está cheio de água (óbvio!). O excesso de água é obrigado a seguir viagem através da corrente da Flórida que passa ao norte de Cuba, bem perto da costa.

A corrente da Flórida traz larvas de invertebrados cubanos que mantêm o processo de colonização dos recifes do sudeste tropical dos Estados Unidos e Miami, respectivamente. Se perderem o ponto, o que é comum, passam direto entre a Flórida e as Bahamas, desembocando na famosa Gulf Stream (Corrente do Golfo), que leva calor para o norte da Europa. A coisa vai longe, e não há espaço aqui para descrever os detalhes da circulação global oceânica. Em resumo, os cientistas calculam que levaria 100 mil anos para que as larvas cubanas, que por milagre sobrevivessem, chegassem de volta às Antilhas Holandesas, fechando o ciclo global oceânico. O importante disso tudo é saber que o mar, assim como o ar, são as vias de comunicação e troca de materiais e calor do nosso planeta. Tudo está interligado.

Visitei o Mar do Caribe pela primeira vez em novembro de 2006 junto com um pequeno grupo de ambientalistas, a convite da Fundação Avina. Nosso anfitrião e guia era Ricardo Soto, um cientista costa-riquenho que modestamente se autodenomina “botânico”. Na verdade, Ricardo é muito mais do que isso. Tem o perfil de um explorador naturalista das Américas, uma espécie das mais raras hoje em dia. Uma encarnação contemporânea de Humboldt em um corpo metade maia metade espanhol, com o cavalheirismo inglês. Ricardo sabe tudo sobre a natureza ao seu redor. Transpira ciência natural por todos os poros. Se traçarmos um perfil geográfico imaginário

na América Central, entre o Pacífico e o Atlântico caribenho, cruzando as terras altas áridas, vulcânicas, e as florestas úmidas da América Central, ele é capaz de descrever a formação geológica e a estrutura geral de cada bioma, seja terrestre ou marinho, desde as profundezas do mar caribenho até as montanhas áridas ao redor do rio Montágua. E ensina com prazer, coisa rara nos dias de hoje. Atualmente também trabalha no terceiro setor pela conservação da natureza e apoio social às comunidades menos favorecidas. Portanto, não podíamos ter tido melhor guia e anfitrião para nossa pequena expedição. Nossa missão era conhecer projetos de conservação da natureza nas costas da Mesoamérica caribenha e trocar experiências com ambientalistas locais.

A viagem começou por Belize – assim como a primeira expedição de John Stephens, em 1839 –, um pequeno país que pertence à comunidade britânica, e ainda não entendi qual a vantagem disso. O desenvolvimento costeiro é desordenado, a renda mal distribuída etc. e tal. A maioria dos brasileiros de classe média e alta nunca ouviu falar, a não ser os aficionados pelo mergulho *scuba*. O país nasceu da disputa política entre Inglaterra e Espanha nos séculos XVII e XVIII pela hegemonia do comércio caribenho. Quando Cromwell venceu a disputa pelo Parlamento inglês, resolveu sacanear os espanhóis que desfrutavam há quase um século das vantagens do Tratado de Tordesilhas, que lhes garantia a posse e o direito de explorar as Índias Orientais. Das terras e ilhas caribenhas eram exploradas madeira, coco, peixes, frutas, corantes, conchas e cacau. Havia caçadores de baleia e piratas ingleses, franceses e holandeses que infernizavam a vida a bordo dos galeões.

Outras nações com soberania náutica naqueles tempos, pelo menos Portugal, França, Inglaterra e Holanda, invejavam a posse espanhola do

Istmo da América Central devido ao potencial de acesso ao oceano Pacífico, consumado séculos mais tarde com a abertura do canal do Panamá em 1914. Principalmente a Inglaterra, a bola da vez na disputa pela soberania naval do período dos descobrimentos. Depois das batalhas e da diplomacia, a Espanha cedeu o território de Belize, desde que os ingleses parassem com a pirataria de seus galeões. Belize passou a ser, depois da Jamaica, o segundo centro de comércio da nova “pirataria continental”. Acabou sendo um mau negócio para a Espanha, que teve que dividir recursos naturais, agora explorados por ex-piratas do Caribe, só que direto da fonte. E o precedente acabou espalhando piratas reprimidos por toda a costa caribenha.

O fato é que em Belize está 80% da maior barreira de corais do Atlântico, a segunda maior do mundo depois da barreira da Austrália, com extensão de aproximadamente 240 km. No final dos anos de 1990, os governos de Belize, México, Guatemala e Honduras se convenceram da importância de proteger os recifes de coral, porque eles atraem turistas, trazendo divisas para o país. O programa Meso American Barrier Reef System Project <<http://www.worldbank.org/projects/P053349/mesoamerican-barrier-reef-system-gef?lang=pt>> foi criado em 2001 com o objetivo de monitorar em longo prazo o impacto do turismo e da pesca, e criar programas de educação ambiental para garantir a sustentabilidade e a proteção desse enorme ecossistema. Foram alocados US\$ 11,6 milhões financiados pelo GEF, e contribuições fominhas e da ordem de US\$ 1,69 milhões do governo de Belize, US\$ 0,59 milhões da Guatemala, US\$ 0,59 milhões de Honduras e US\$ 0,74 milhões do México. Me parece pouco para proteger algo tão valioso para a humanidade quanto a segunda maior barreira de coral da América Central, um patrimônio reconhecido pela Unesco em várias de suas unidades de conservação. Muitos estadunidenses estão comprando

ilhas paradisíacas na barreira de corais da Mesoamérica. Talvez quem tenha detonado o êxodo estadunidense para lá tenha sido a Madonna, quando homenageou a ilha Ambergrise (Ambergrise Key) em sua famosa canção “Iiii-la boniiiiita”. Recentemente chegaram Robert De Niro, Tiger Wood e Leonardo di Caprio. Todos compraram ilhas em Belize.

Esse cenário predatório mudou de nome na Mesoamérica. Chama-se turismo. Existem cerca de 200 “cayes”, ilhas de areia e calcário formadas sobre ou ao largo da barreira de coral. Nas pequenas predominam manguezais e nas maiores predomina o desenvolvimento urbano, turismo especulativo que na minha avaliação beneficia menos a população local e mais estrangeiros que exploram comercialmente as “cayes” paradisíacas. Existem raras exceções de turismo comunitário que tive a oportunidade de visitar na ilha Estero Lagarto, na Guatemala. A grande maioria das ilhas calcárias já têm proprietários estrangeiros, quase sempre estadunidenses, ou empresários e políticos que exploram esses pequenos *hotspots* de biodiversidade sem nenhum plano de manejo. Visitei uma delas, próxima ao Glover’s Reef Marine Reserve, onde o lixo se acumulava aos montes ao longo da praia. Em casos extremos, membros do próprio governo de Belize compram essas ilhas, e a primeira coisa que fazem é destruir o manguezal com dragagens que sufocam a vegetação, para substituí-lo por coqueiros e marinas. Esperem até chegar o próximo furacão.

O Blue Hole Natural Monument é outra bela jogada de marketing turístico que atrai milhares de aficionados pelo mergulho *scuba* em Belize. Um dos primeiros folders à disposição na oficina turística do aeroporto. É um buraco circular do tamanho de mais ou menos quatro campos de futebol no meio do assoalho calcário do atol Light House, com 150 metros de profundidade e diversas cavernas e formações calcárias em suas paredes laterais.

Como um queijo suíço. Ficou famoso quando o Calypso do Jacques Cousteau ancorou em suas bordas em 1972 e divulgou para o mundo a exuberância da vida marinha do buraco tropical. Tanto que se tornou patrimônio natural da Unesco em março de 1996, e declarado Monumento Nacional em Belize em fevereiro de 1999.

Infelizmente, aqui também a natureza perdeu a batalha para o turismo. A pirâmide alimentar parece achatada na base. Não vi animais do topo da pirâmide, como grandes carnívoros que regulam a estrutura geral da pirâmide trófica. Vi só uma barracudinha numa região que supostamente, no período colonial, era infestada de barracudas e tubarões. Nada de tubarão. Garoupas e badejos não eram maiores do que dois palmos. Lagosta então nem se fala. Éramos oito mergulhadores explorando aleatoriamente quase 100 metros de trilha ao redor da borda, e nenhum relatou ter visto algum crustáceo além dos caranguejos entocados e os ermitões de sempre. Tudo o que vimos foi um jardim vazio formado por gorgônias, esponjas tubulares, colônias de cnidários e os já corriqueiros peixes recifais coloridos.

A política de conservação da barreira de corais da Mesoamérica tem alguns defeitos que precisam ser consertados. Pelo menos dois que visualizei em Belize. Decretos governamentais do Fisheries Department estabelecem uma pequena porcentagem de alguns atóis e “cayes” calcários como reserva, deixando o manejo do turismo e da pesca artesanal, atividades sem dúvida importantes do ponto de vista socioeconômico, por conta das organizações não governamentais que lutam para preservar os verdadeiros tesouros submersos do mar dos maias. Reservas marinhas não têm fronteiras. Os animais só estão protegidos quando estão dentro da área da reserva. Quando saem, o que é natural, são capturados por pescadores para atender a demanda turística. Coletam peixes e moluscos (*Queen Conch*), que junto

com a lagosta representam um mercado importante para o turismo. A alteração da estrutura da teia alimentar é inevitável, sobrando uma comunidade recifal da base da pirâmide totalmente alterada. Um dos principais problemas é a substituição de recifes de coral por bancos de algas, um problema que aflige vários habitats recifais em todo o mundo, devido à remoção de peixes para consumo próprio pelas comunidades locais ou para atender ao turismo dos resorts.

Atóis são ilhas de biodiversidade, com poucas possibilidades de migração de peixes e invertebrados adultos de um para outro, a não ser através da dispersão de larvas transportadas pelas correntes marinhas. As mesmas espécies de peixes e invertebrados colonizam os habitats recifais calcários desde as Antilhas até a Flórida pelo processo de dispersão larval, que é lento como as correntes marinhas. Um novo habitat na região demora anos, décadas, talvez séculos, dependendo da posição em relação aos locais de origem das larvas até atingir o mesmo grau de complexidade. Isso significa que o impacto em um atol demora para ser revertido. Recolonizar um atol, transplantando populações de espécies em declínio pela pesca, por exemplo, só é possível a partir de comunidades do atol ou da barreira mais próxima. Mas, se todos estiverem comprometidos, não há de onde obter recrutas para recuperar a biodiversidade perdida. O correto teria sido transformar todos os atóis em santuários ecológicos, sem turismo e pesca. Como tem sido, pelo menos oficialmente, no Atol das Rocas.

Além dos problemas ambientais, os conflitos sociais também são graves. Em países nos quais governos e empresas privadas se misturam, a corda sempre arrebenta do lado dos mais fracos. Antes eram as sementes de cacau que valiam ouro. Hoje é a lagosta, usada até para lavar o dinheiro da cocaína. Na década de 1990 o narcotráfico colombiano desovava cocaína na

América Central para atravessadores nicaraguenses que compravam lagosta de pescadores Miskitos da Nicarágua. Houve até denúncias sobre o envolvimento da rede norte-americana Red Lobster, a principal consumidora da lagosta oriunda do mercado da droga. Tirando a cocaína, a fórmula é a mesma do Nordeste do Brasil; pescadores artesanais necessitados mergulham com equipamentos adaptados, sem segurança e sujeitos a acidentes fatais ou a lesões irreversíveis, para poder lucrar com o alto preço da lagosta no mercado internacional e com a demanda do turismo local.

Por último, chamo a atenção para a poluição generalizada oriunda dos esgotos urbanos e industriais através dos rios que deságuam no golfo de Honduras e mais ao norte, na península de Yucatán. A dra. Melany Macfield, pesquisadora do Instituto Smithsonian, fez um estudo preliminar no âmbito do programa Healthy Reef for Healthy People sobre a contaminação da teia alimentar da barreira de corais com metais pesados. Teia em que pescadores e turistas estão no topo. Descobriu níveis assustadores de chumbo no leite materno de mulheres pescadoras e dela mesma, que vive há 15 anos na região consumindo peixes e frutos do mar. A Organização Mundial da Saúde aceita no máximo 10 µg/dl. Os resultados da dra Macfield revelaram níveis de até 80 µg/L. Ou seja, essa contaminação crônica e oculta dos ecossistemas desanima e compromete as ações de conservação dos ecossistemas da região, se uma política ambiental mais rigorosa não for estabelecida com urgência. De que adianta proteger peixes contaminados?

Vi muito lixo e poucos peixes de topo da teia alimentar nas reservas marinhas dos atóis de Belize que visitei. O turista, leigo em questões mais complexas sobre biodiversidade e estrutura de uma teia alimentar recifal, observa maravilhado um jardim aquático vazio e cada vez mais contaminado. Gorgônias (corais moles), esponjas e dezenas de formações de corais

revelam para o leigo a noção de riqueza de espécies em um hábitat que ele não conheceu antes, quando apenas os maias exploravam a costa mesoamericana, sacrificando seus filhos por melhores colheitas e pescaria. Um cenário submarino que encanta turista, mas não engana ecologista.

MAR IN VITRO

Lembro-me de um conto de Julio Cortázar sobre o drama de um funcionário público argentino cujo corpo foi sequestrado por um “axolote”, uma larva de salamandra sexualmente precoce. O animal era um dos habitantes de um aquário público em alguma praça de Buenos Aires. No conto, o anfíbio hipnotizou o infeliz, que desde a primeira vista passou a bater o ponto da repartição cada vez mais tarde. Como um viciado, o homem não conseguia mais evitar de parar no aquário durante o trajeto diário para o trabalho e observar fixamente o animal, admirado, sem desviar a atenção. De curioso passou a fascinado, depois obcecado e, finalmente, louco, para quem não quiser acreditar no realismo fantástico de Cortázar. O desfecho surrealista da narrativa foi a vítima sentir na pele todas as sensações do ambiente aquático do aquário e ver seu próprio corpo do lado de fora. Fugindo.

De um certo modo, aquários realmente exercem esse fascínio hipnótico nas pessoas. Tanto quanto fixar os olhos sem piscar no fogo da fogueira ou na brasa do fogão a lenha, aquários acalmam, relaxam a mente e agem como sonífero. Devem ser resquílios evolutivos da infância mamífera. Assim como os bebês chorões são repentinamente atraídos pelos movimentos e sons curiosos de chocalhos coloridos, somos seduzidos pelos movimentos e cores de um aquário. Nossos sentidos de ver e analisar são estimulados, e agimos como predadores da informação sobre algo que desconhecemos. Curiosos sobre como as coisas são e funcionam no ambiente do aquário.

Representar parte da biodiversidade marinha entre quatro paredes de vidro tem pelo menos cinco utilidades para a raça humana: lazer, educação, trabalho, apoio à pesquisa e à conservação da natureza. Como isso é feito e explorado pelas sociedades humanas pode representar duas

faces opostas de uma mesma moeda. Por exemplo, a aquariofilia comercial, cuja fama não é das melhores entre os ambientalistas, sustenta um *hobby* de milhões de pessoas que em geral não conhecem quase nada sobre o que realmente acontece abaixo da superfície do mar, mas gostam de apreciar os mistérios do comportamento de animais aquáticos. É um mercado que soube explorar muito bem esse fascínio de algumas pessoas pelos movimentos, formas e cores desses animais – muitas vezes à custa de um legado ambiental catastrófico.

Infelizmente, os aficionados por aquários contribuem para o comércio ilegal de peixes ornamentais, invertebrados e rochas vivas que, em escala mundial, move bilhões de dólares anualmente, gerando empregos diretos e indiretos sim, mas com um custo ambiental imensurável. Na maioria das vezes, a cadeia produtiva do mercado de aquários inicia-se na pirataria da biodiversidade marinha de recifes e rios tropicais de todo o mundo, principalmente nos países subdesenvolvidos do Pacífico asiático. A pirataria de peixes ornamentais começou nas Filipinas no início da década de 1950 para atender o mercado norte-americano. Espalhou-se pela Indonésia e para a maioria dos países insulares rodeados de recifes de coral, onde a pobreza e a corrupção institucionalizadas fecham os olhos para o roubo e a depredação de espécies exóticas, muitas já na lista vermelha da IUCN. Os animais são geralmente obtidos de maneira arriscada, por meio de mergulho improvisado, gerando uma renda irrisória para populações já assoladas pela miséria e sem perspectiva de melhores qualidades de vida.

Milhares, talvez milhões de espécies de peixes e invertebrados bênticos são sequestrados anualmente de seu hábitat natural e vão parar em aquários decorativos de residências, *shopping centers*, escritórios de advocacia e consultórios médicos. Nunca vi nenhum nas escolas públicas e particu-

lares brasileiras que visitei. As técnicas de captura normalmente usam redes de espera, puçás e produtos químicos (cianeto de sódio) que anestésiam centenas de peixes ao mesmo tempo. Como no comércio de animais silvestres, muitos não resistem ao transporte e manuseio, morrendo antes de decorar a sala do dentista – a estimativa é de que apenas um de cada dez animais capturados chegue ao destino final. Alguns desses aquários são de um mau gosto irritante, no velho estilo anão de jardim ou troncos de árvores caiados de branco. A decoração mais comum são aquelas réplicas de caravelas portuguesas assentadas sobre fundos de pedrinhas azuis e verdes; nos casos mais extremos de breguice, o “pink cheguei” é o campeão. E, pra completar e dar aquele toque mais ecológico, decoram com plantas de plástico. Se for assim, prefiro um abajur ou um vaso.

Outros têm mais vocação turístico-recreativa. E, como tal, são ótimos para a desinformação e má educação ambiental, como os aquários que oferecem shows de focas, golfinhos e orcas. Um circo aquático que ganha rios de dinheiro explorando a inocência ignorante (*stricto sensu*) de crianças, adolescentes e adultos. Vão para casa felizes e com aquela visão distorcida do comportamento selvagem de animais marinhos. Os animais são tratados como investimento e condicionados, ou melhor, mentalmente torturados para responder aos estímulos do alimento. Exatamente como nos circos tradicionais antigos, cujos animais, às vezes, fugiam do controle do treinador, provocando acidentes.

Diante dos protestos de grupos conservacionistas, os investidores desse tipo de aquário usam a desculpa de que parte dos recursos são destinados a pesquisas de comportamento e conservação marinha. Nunca vi nenhuma publicação oriunda desses locais. Pra mim, a única pesquisa que fazem é como condicionar o coitado do Flipper a se comportar como gente, fazendo

piruetas e pulando argolas, como um poodle de circo. Esses circos aquáticos de mau gosto nada mais fazem do que distorcer a realidade do comportamento natural selvagem desses animais e prejudicar a conservação marinha. Criam animais neuróticos que fazem parte do circuito do entretenimento de massa em alguns países do primeiro mundo. Inclusive muitos desses animais são obtidos do ambiente natural de maneira cruel e agressiva, como foi denunciado no documentário *The Cove*, de Louie Psihoyos, lançado em 2009.

Entretanto, aquários têm um outro lado da moeda. Podem ter um papel importantíssimo na pesquisa marinha, na educação ambiental e no turismo recreativo responsável, com geração de milhões de empregos diretos e indiretos. Devem ser superdimensionados de modo a tentar reproduzir cenários em escala real e as características dos habitats marinhos e suas macrocomunidades dominantes. Já não são mais aquários. São oceanários.

Necessitam de paredes de concreto armado, impermeabilizadas e reforçadas para suportar a pressão de milhões de litros de água, com tecnologia de saneamento básico para limpeza, sistemas de filtração e bombeamento de água para circulação. Empregam arquitetos, engenheiros e técnicos especializados em construção de estruturas resistentes à água salgada. Contratam também veterinários, biólogos marinhos, mergulhadores, químicos e engenheiros químicos, microbiologistas, artistas da cenografia submarina, artesãos e escultores de réplicas educativas de animais marinhos e pessoal administrativo. Tudo organizado de modo a acomodar e harmonizar o mundo aquático com o mundo terrestre, divididos por apenas alguns centímetros de policarbonato transparente. Uma vitrine dos ecossistemas marinhos. Um mar *in vitro*.

Alguns desses aquários públicos são simplesmente geniais, do tipo “vale a pena ver de novo”. Entretanto, quase todos os oceanários do mundo

construídos com alta tecnologia, design avançado e programas interativos com o público estão em países do primeiro mundo. A educação ambiental voltada para o ambiente oceânico e costeiro é uma prática comum em países do hemisfério Norte. Justo lá, que tem menos mar do que aqui no hemisfério Sul. A maioria não tem fins lucrativos e é sustentada por fundações ou administrações públicas com objetivos educacionais e recreativos. Obviamente precisam cobrar entradas e vender postais, livros, bonés, camisetas e souvenirs para contribuir com os custos fixos e a manutenção de rotina – como qualquer museu de arte precisa fazer. Aquários desse tipo são, em geral, criativos e de muito bom gosto, com arquitetura especializada. Cumprem verdadeiramente seu papel social e educacional associado ao lazer. O que atrai o turista é a curiosidade de um mundo diferente. A imaginação de se sentir dentro de mundo novo. A educação vem de forma subliminar, na esteira da diversão.

Um dos oceanários que mais me impressionou pela estética e criatividade da arquitetura foi o Aquário de Gênova, na Itália. Trata-se de um navio decomissionado e transformado em um aquário público na região portuária. Um tanque de toque enorme se destaca em um salão à meia luz, no meio do navio, ao redor do qual os visitantes sentam-se para apreciar nada mais do que apenas raias, que nadam livremente sob a iluminação de holofotes laterais.

Outro que por muito tempo foi considerado de última geração é o aquário privado da Baía de Monterey na Califórnia. Oferece programas educacionais para adolescentes (Student Oceanography Club), que se reúnem para aprender sobre biodiversidade marinha e organizar excursões para observações *in situ* dos ecossistemas e organismos marinhos ao redor da Baía de Monterey. Aceitam voluntários de todas as idades que queiram

colaborar como guias, informando aos turistas sobre todo o funcionamento do aquário, revelando segredos de bastidores na manutenção e tratamento de animais. Além disso, mantêm programas de conservação e pesquisa de alta qualidade sobre biodiversidade marinha. Com apoio de minissubmarinos e transmissão de imagens de vídeo a distância, exploram as zonas profundas do Pacífico oriental, contribuindo com a formação acadêmica em universidades e centros de pesquisa, além das centenas de escolas de ensino fundamental.

O Aquário de Tampa na Flórida é outro exemplo de bom gosto e realismo na representação dos ecossistemas costeiros e de plataforma continental. As aves de mangues ficam soltas pelos corredores. Os displays educativos de habitats de manguezais, habitats rochosos e arenosos representados em fatias tridimensionais, são interativos e repletos de informações científicas em linguagem acessível. Aliás, isso é uma regra em todos os aquários públicos. O Aquário de Tampa destaca-se pelos seus programas de conservação de mamíferos, cavalos-marinhos, cultivo e repovoamento de corais e reabilitação de aves, répteis, mamíferos, anfíbios e peixes, por meio de programas de medicina veterinária aquática. Faz pesquisas sobre tumores e deformações em tubarões e suas aplicações na medicina humana.

O Aquário de Vancouver, no Canadá, revela como nenhum outro a biodiversidade do mar polar e organiza excursões para observação *in situ* de orcas e belugas do Ártico. Também participa do programa internacional International Coastal Cleanup, que se dedica à limpeza e retirada de lixo na zona costeira em setembro. Segundo Ariel Scheffer (<ariel.scheffer@marbrasil.org>), que trabalhou no Aquário de Vancouver, um dos programas mais interessantes de educação infantil é a possibilidade de crianças passarem a noite no aquário, acompanhadas de guias especializados. Os guias relatam

fatos e curiosidades da vida marinha, com apoio de um mergulhador que fala com o público infantil de dentro de um aquário usando uma máscara especial com microfone adaptado, respondendo perguntas e esclarecendo dúvidas da criançada sentada em arquibancadas.

Após o lanchinho noturno, as crianças são acomodadas em colchonetes para dormirem dentro de um túnel de policarbonato transparente, passando por dentro de um dos compartimentos do oceanário. Com a visão de cardumes de peixes e mamíferos marinhos nadando peripateticamente sob iluminação lateral, ouvindo o canto de baleias, o som de briga de gaivotas e ondas quebrando no costão, cria-se uma atmosfera, ou melhor, uma hidrosfera mágica. As crianças sentem-se como se estivessem deitadas no fundo do oceano profundo, olhando pra cima e admirando a vida marinha que passa sob olhares arregalados. O efeito hipnótico revela-se no primeiro bocejo e, como numa reação em cadeia, a molecada toda adormece com a última visão de um cardume de peixes. Provavelmente nunca mais se esquecem da experiência. Vários outros oceanários seguem linhas de ações semelhantes, como os de Okinawa, o Aquário do Museo Oceanográfico de Mônaco, construído em 1931, e o famoso Oceanário de Lisboa, construído para a Exposição Mundial de Lisboa, celebrando o ano dos oceanos em 1998.

No Brasil, apesar dos oito mil quilômetros de costa e uma diversidade enorme de paisagens costeiras e ecossistemas marinhos, a cultura de aquários educativos e oceanários socialmente responsáveis ainda é incipiente. Resume-se na aquariofilia decorativa e comercial que depreda nossos rios e recifes de corais. Temos aquários públicos em Santos, Ubatuba e até na cidade de São Paulo, construídos com a máxima das boas intenções. Mas ainda estão longe de cumprir o papel socioambiental 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 ferramenta educativa. Pura falta de conhecimento de causa. Sempre que menciono a importância de oceanários públicos como ferramenta poderosa de educação ambiental, apoio à pesquisa e conservação de recursos marinhos, todos os empresários e tomadores de decisão esboçam uma risadinha pelo canto da boca e mudam de assunto. Pensam que estou brincando. Ainda não acordaram para essa nova alternativa tecnológica de exploração sustentável de recursos marinhos. É uma pena que a maioria do povo brasileiro nunca tenha tido a oportunidade de ser hipnotizado pela magia da biodiversidade marinha. O mar brasileiro seria mais admirado e menos agredido.

OCEANOGRAFIA EM UMA SALA DE AULA NORTE-AMERICANA: DO GIZ AO *POWERPOINT*

Assim que saí do avião, senti um forte cheiro de tutti-frutti e me dei conta de que estava nos Estados Unidos. Para um estrangeiro, o primeiro contato com a cultura estadunidense é uma aula prática de democracia, que começa muito antes de chegar aqui. Começa já na fila pra pedir visto no consulado. Como na democracia do elevador, qualquer que seja a cor, *status* social ou patente, todos têm que esperar em pé a sua vez. No caso do visto, era esperar para ser chamado pela funcionária inquisidora, protegida atrás de um vidro esverdeado com quase três centímetros de espessura.

Éramos nós com medo de ter o visto negado e ela com medo de bomba, provavelmente. Na hora de decidir sobre o seu visto, eles parecem estar pouco se lixando para aquilo que você é, representa ou o que fez de bom. O que importa é se você fez alguma coisa que eles consideram ruim, e se isso de algum modo vai trazer problemas para eles. Havia uma jovem advogada na minha frente que trouxe até um assessor para ajudá-la com a papelada e uma pilha de documentos comprobatórios sobre tudo o que ela havia feito na profissão, desde o início da carreira. O currículo completo. Estava nervosa e com medo até do segurança que organizava a fila e orientava as pessoas. Para a maioria dos que ali estavam, desesperados por um visto norte-americano, o cara mandava mais do que a rainha Vitória no século XIX.

Cheguei em Yellow Spring no domingo à tarde, dia 23 de julho de 2006. Verão em uma típica cidadezinha estadunidense do meio-oeste, encravada no estado de Ohio entre bosques de carvalho, e rodeada por campos de trigo, milho e soja. Na cidade não falta nada que não seja importante para o bem-estar e a qualidade de vida da população: hospital, polícia, bombeiro,

escola, e todas (sem exceção) as ruas asfaltadas. Mas o desenvolvimento manteve uma cultura popular de respeito pela natureza. Tem bosques bem conservados, ciclovias, uma lata de lixo por habitante, e muitos preferem encher seus garrafões d'água na fonte do parque municipal do que comprar no supermercado. Mais em sinal de protesto contra a industrialização da água do que por economia. Os anúncios comerciais estão cheios dessa preocupação ambiental, além de puxar a sardinha para a própria brasa. Na porta de uma marcenaria estava escrito *With all due respect for the progress... but the world could use less plastic* (“Com todo o devido respeito ao progresso... mas o mundo poderia usar menos plástico”).

EXCENTRICIDADES

O motivo de minha visita a essa cidade foi o ensino da Oceanografia. Uma colega de lá me convidou para ajudá-la em seu curso de verão sobre Ambientes Marinhos dedicado a alunos de Ciências Biológicas da Antioch College. Trata-se de uma universidade privada fundada em 1854 e mantida por anuidades escolares e doações de fundos privados. A maioria dos cursos são voltados para artes e ciências sociais. O que a destaca das outras universidades no estado de Ohio é o liberalismo-democrático do ambiente universitário, e seus alunos excêntricos para os padrões do país.

Para os nossos padrões, ou pelo menos para o meu próprio padrão, diria que eles são mais do que apenas excêntricos. Nunca vi tanto piercing na língua, agulha na bochecha, tatuagem na cabeça e cabelos coloridos, todos juntos em uma mesma escadaria. Todo o comportamento, vestuário e liberdade de expressão (exceto andar nu) são aceitos no *campus* universitário. Mas com limites, é óbvio, como manda a velha e conservadora sociedade estadunidense. Ai de algum “moicano” engraçadinho que jogar a lata de coca-cola fora do lixo ou dizer em voz alta algum palavrão pior do que calcinha!

Cheguei no domingo, dia 23 de julho, e fui me instalar no alojamento da universidade. Logo na entrada estão as palavras de Horace Mann (1796-1859), advogado, parlamentar, primeiro-secretário da Educação norte-americano e ex-diretor da Antioch College (1852-1859): *Be ashamed to die until you have won some victory for humanity* (“Sinta vergonha de morrer antes de ter ganho alguma vitória para a humanidade”). Parece uma missão impossível para a maioria das pessoas. Mas, pensando bem, são as pequenas atitudes do dia a dia que contam ponto. Mesmo uma ajudinha pra lavar a louça para quem detesta, usando o mínimo de água possível, já é alguma coisa. Portanto, mantenha sua consciência limpa e morra em paz!

Depois da experiência democrática da fila do visto, vem a noção da pujança e do consumo da socioeconomia dos EUA. Como dizia aquele anúncio na entrada principal do Sawgrass Mall, o maior *shopping center* do mundo, na Flórida: *If there isn't here, it doesn't exist* (“Se não tiver aqui, não existe”). Fui instalado em um quarto bem confortável no primeiro andar do alojamento, com duas mesas modernas, telefone e tomada pra internet. Uma cama de molas que literalmente me fagocitou todas as noites em que estive hospedado aqui, de tão mole que era. Cinco toalhas de banho também cheirando a tutti-frutti, rolos enormes de papel higiênico e frascos gigantescos de detergente e desinfetante no banheiro à minha disposição. Tudo em duplicata. Lá tudo é exageradamente grande e abundante, pra não correr o risco de faltar.

O MAR AMERICANO

O curso começava na terça-feira, dia 25 de julho. Após as primeiras vivências práticas de democracia, consumismo e biodiversidade universitária, eu já estava curioso em saber como seria participar da formação acadêmica em Oceanografia. E também saber por que alunos do interior de

Ohio, que nem mar têm, estavam sacrificando suas férias de verão para assistir um curso sobre Oceanografia e saber mais sobre a vida marinha. Logo descobri: 1) não tinham dinheiro sobrando para viajar; 2) não arranjam nenhum emprego de férias que aliviasse as contas, e 3) queriam aproveitar o período que estavam na universidade (que é paga) para aprender algo mais. E o mar estava entre as opções profissionais do futuro de alguns deles.

A história estadunidense está muito ligada ao mar (como a nossa), e o povo tem uma curiosidade nata sobre tudo o que diz respeito a ele. Isso foi certamente herdado dos ingleses, seus colonizadores. Mas não é só por isso. Nós também fomos colonizados por habilidosos navegadores portugueses, que também saíram por aí dominando o mundo afora através dos mares e, no entanto, para o brasileiro em geral a palavra “mar” ainda lembra litoral, como já mencionei em artigo anterior.

A geografia estadunidense também contribui. Os EUA são o país com a maior diversidade de habitats marinhos do mundo. É banhado pelo oceano Atlântico tropical e temperado na costa leste, pelo oceano Pacífico tropical e temperado na costa oeste e no Havaí, e pelo oceano Ártico e mar de Bering nas costas do Alaska. Ou seja, eles têm domínios costeiros em quase todas as latitudes do hemisfério Norte. Desde praias arenosas, recifes de corais, estuários e manguezais na Flórida e golfo do México até costões rochosos na costa oeste e colônias de focas, morsas e belugas no Ártico, entre o gelo marinho. Por enquanto, a hegemonia dos mares é, sem dúvida, também deles. Que ninguém duvide disso.

Recursos marinhos aqui são considerados em sua forma mais abrangente. Além da própria pesca, quase tudo que é ligado ao mar pode ser um recurso importante para a economia costeira. Um peixe de aquário, uma onda perfeita para surf, um estuário sem poluição, uma lagoa tropical

com água transparente, um museu marítimo e até um pequeno restaurante de frutos do mar, todos têm um valor intrínseco agregado. São patrimônios cuidados com tanto carinho que me deixa envergonhado de ver que também temos quase tudo isso e não damos o devido valor.

Além da pesca industrial, artesanal e da maricultura, os recursos do mar atendem à indústria dos esportes, do turismo e do lazer. Os esportes náuticos são uma potência na economia costeira de vários estados. Só a indústria de construção naval para barcos recreacionais e de motores náuticos movimentam milhões de dólares, mais do que o PIB de muitos países costeiros. Existem centenas (eu disse centenas!) de aquários públicos e privados que educam e geram renda e emprego para milhões de pessoas. Isso sem falar da indústria tecnológica norte-americana, que atende os setores militar e energético. Existem milhares de plataformas de petróleo no golfo do México e nas costas da Califórnia. Muitas estão virando recifes artificiais depois de obsoletas, transformando-se em reservas marinhas e gerando mais renda e emprego para o setor ecoturístico.

INTERESSE NOS ESTUDOS

Hoje em dia, os Estados Unidos são os que mais apoiam a ciência oceanográfica com recursos materiais e humanos. Portanto, os alunos tinham muito interesse em saber tudo o que fosse possível sobre o mar, sua vida e seus recursos. Ao todo, eram sete alunos sentados em volta de uma mesa enorme. Todos me olhando com aquela curiosidade indiferente do estadunidense adaptado ao seu modo de fazer as coisas. A didática usada pela minha colega da Antioch College é bem diferente dos shows de multimídia que acreditamos serem úteis como ferramentas de ensino, mas que podem nivelar por baixo. Sem a maquiagem do *PowerPoint*, a aula torna-se muito mais dinâmica do que em aulas exclusivamente expositivas.

Os alunos leem e discutem em classe as definições e conceitos contidos nos capítulos dos livros-textos. Uma forma agradável de se aprender. A primeira aula foi sobre a origem dos mares, a tectônica de placas e a geografia marinha recente. Os alunos já sabiam que esses seriam os temas introdutórios e já haviam lido os textos básicos em casa. A exigência da leitura é, obviamente, torná-los aptos à discussão em classe. Ninguém pode ficar boiando em relação ao que está sendo dito. Todos prestam atenção e participam. Raras vezes se dispersam em conversas paralelas, mas por pouco tempo. O professor está ali para orientar o diálogo e manter o rumo da discussão na direção do tema da aula. Usa giz, vídeos em DVD, internet e eventualmente *PowerPoint*. Com todos os recursos didáticos, cada qual usado de acordo com a necessidade, nenhum conceito fica sem definição e nenhuma pergunta fica sem uma resposta que satisfaça a compreensão de todos.

O liberalismo-democrático em sala de aula é constante. Ao mesmo tempo em que aprendem, eles comem. E muito! A mesa é um amontoado de marmitas plásticas, frutas e sanduíches mordidos e deixados sobre papel-alumínio entre livros, cadernos e anotações. Comem e discutem o tema. Alguns tiram os sapatos e andam descalços pela sala de aula. Vão até o microscópio e observam espículas calcárias e silicosas de esponjas, e carapaças de diatomáceas. Ajoelhados no chão com as lâminas de microscópio em uma mão e a maçã na outra, conversam sobre as estruturas celulares dos organismos marinhos que acabaram de ler e discutir ao redor da mesa. Sentem-se como se estivessem em casa. Ficam à vontade sem perder o respeito pelo professor ou o interesse pela matéria. Não estão ali pra brincar, já que é com a ajuda de empréstimos bancários que eles pagam todo mês a quantia equivalente ao meu salário na UFPR para a contabilidade universitária. No final da aula, saem um pouco mais endividados, bem alimentados e sabendo muito bem a

matéria. E assim foi todo o curso, parte realizado nos laboratórios da Antioch College em Yellow Spring, e uma semana inteira de observações de campo no Belle Baruch Institute for Marine and Coastal Sciences da Universidade da Carolina do Sul. Confesso que aprendi tanto quanto eles.

REALIDADE BRASILEIRA

No Brasil não daria pra fazer melhor com 30 alunos em sala de aula. Mas um meio termo é possível. Nossa realidade é muito diferente. Dou aula há pelo menos 30 anos em cursos de Biologia e Oceanografia da UFPR e USP, em todos os níveis acadêmicos. Por falta de infraestrutura suficiente, sou obrigado a usar o tradicional método francês de aula expositiva. É comum alunos bocejando desinteressados numa manhã de segunda-feira. Especialmente quando o método de ensino não colabora. A luz apagada para realçar as cores do multimídia é um convite irresistível para dormir. Uma tortura para o aluno e uma frustração para o professor que passou o fim de semana preparando a aula com tantas imagens coloridas e truques de movimento, crente que arrasaria na classe.

O Brasil tem 12 cursos de Oceanografia, uma pseudociência que engloba praticamente todas as ciências exatas aplicadas ao mar. Um desafio ousado de ensino em nível de graduação, haja vista a multidisciplinaridade do tema. Pense em uma graduação em “Continentologia” para ter uma ideia de quanto é complexo o ensino em Oceanografia, sem ter muita infraestrutura laboratorial e contando com recursos didáticos limitados a livros, giz e agora multimídia.

Giz e multimídia não são problema, mas poucos são os livros-textos de qualidade em língua portuguesa, com exemplos regionais. Apenas dois desses cursos têm navios próprios com laboratórios flutuantes e bases avançadas para treinamentos e cursos práticos. Nossos alunos são cada vez

mais ensinados apenas com shows de *PowerPoint*, quase sempre com figuras e esquemas copiados dos livros estadunidenses, uma forma de compensar talvez a falta de recursos para aulas práticas. É o que o giz sempre fez quando ainda sabíamos dar aula. Hoje, nós, educadores das ciências do mar, estamos adquirindo mais habilidade em esconder nossas limitações didáticas com shows de cor e movimento de setinhas. Cada vez discutimos menos com os alunos, desestimulando-os a aprender com nosso método digital e unidirecional de transmitir informações. Na verdade, ambos, aluno e professor, estão desaprendendo a aprender.

Em escala nacional e global, a política ambiental norte-americana deixa muito a desejar. Não me surpreende pelos elevados níveis de consumo de energia e bens materiais em todos os rincões dessa sociedade, além da exportação e terceirização de impactos ambientais e miséria para outros países (do hemisfério Sul, prioritariamente) do globo. Mas, na escala local de uma pequena cidade do interior de Ohio, são inúmeros os exemplos de respeito pela natureza, educação e métodos liberais de ensino a serem seguidos. E isso só se percebe quando se está cheirando tutti-frutti e vivenciando a democracia diária nas ruas e na sala de aula de uma universidade norte-americana.

A EXPLORAÇÃO DO MAR PODE SER RESPONSÁVEL

Tradicionalmente usamos o termo “recursos vivos” para definir a produção pesqueira, ou seja, os peixes, invertebrados (moluscos e crustáceos) e algas comestíveis. É óbvio que para os povos asiáticos o sentido do termo é bem mais amplo. No Japão, comi tentáculos de água-viva e pepino do mar em molho agridoce. Na verdade, a produção pesqueira é 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 única forma de exploração dos recursos vivos tem sido a pesca extrativista.

Existem três maneiras de proteger recursos vivos marinhos no Brasil e explorá-los economicamente com responsabilidade socioambiental: (1) manter o esforço de pesca abaixo da capacidade máxima sustentada; (2) acabar com os abusos da pesca predatória, e (3) usar tecnologias alternativas para a produção artificial de recursos vivos.

Nossa política de ordenamento pesqueiro é deficiente porque é governada pela regra de “quem chega primeiro leva”. A conservação dos recursos é tentativamente protegida com base em leis que a maioria não obedece. A legislação que estabelece o defeso espacial e temporal da pesca, ainda que mal formulada, pois não leva 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 do Ibama é insuficiente para controlar a pesca predatória em áreas e em períodos legalmente excluídos do arrasto. A solução é combatê-lo com sistemas antiarrasto. Um antiarrasto é qualquer obstáculo que impede o arrasto com redes.

Existem inúmeros obstáculos naturais que os pescadores conhecem e evitam. Se forem colocados propositadamente em locais onde o arrasto é legalmente proibido, impedem sua prática e protegem os recursos pesqueiros da região. É uma tecnologia de ordenamento pesqueiro bem-sucedida em diversos países que usam essas “sentinelas ocultas” como forma de evitar o arrasto em áreas onde a pesca é ilegal. E o Greenpeace apoia.

Projetos de antiarrasto devem ser implantados ao longo de todo o litoral brasileiro, mas com critérios técnicos rigorosos, para evitar que uma boa ideia seja desacreditada devido à má execução por uma equipe incompetente. Infelizmente, isto já está acontecendo em nosso país. Basta consultar o famoso edital da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, preparado de forma irresponsável do ponto de vista técnico, solicitando estruturas que não servem como antiarrasto.

A alternativa para completar a produção pesqueira e atender a demanda comercial de recursos vivos é a maricultura. Entretanto, no Brasil a maricultura tradicional está se desenvolvendo com um custo ambiental muito elevado, além dos conflitos com o desenvolvimento urbano, o turismo e o transporte na zona costeira. Essas atividades, por sua vez, provocam impacto e poluição que prejudicam a maricultura. A melhor solução é produzir em áreas distantes da costa. A maricultura de moluscos e algas em mar aberto é uma alternativa promissora, com baixo custo ambiental (pelo menos no começo), uma vez que a capacidade de carga da plataforma aberta é incomparavelmente maior do que nas áreas costeiras com menos circulação.

O que a pesca retira, o repovoamento devolve e recupera. Os japoneses que o digam. A aplicação do conhecimento oceanográfico e dos processos biológicos em uma determinada região é fundamental na recuperação de estoques pesqueiros em declínio. O repovoamento (ou *ranching*) é a

produção de juvenis de espécies exploradas comercialmente para serem reintroduzidas na natureza, aumentando o recrutamento e recuperando estoques. O repovoamento de moluscos, crustáceos e peixes de valor comercial é factível de ser executado com o conhecimento atual de nossos ecossistemas. Já deveria estar sendo incentivado nos estuários e lagoas costeiras de todo o país, que ainda mantêm boas condições ambientais.

A manipulação do ambiente com habitats artificiais também é uma alternativa tecnológica para a proteção dos recursos marinhos, repovoamento de estoques degradados e conservação da biodiversidade. Estruturas de grande porte feitas de concreto ou navios decomissionados, 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 e ação mitigadora de impactos turísticos nos habitats naturais. Os americanos conseguiram diminuir em 50% o impacto do turismo nos recifes de coral, atraindo turistas para habitats artificiais, principalmente navios decomissionados e afundados propositadamente, mas preparados para isso de acordo com protocolos rigorosos de limpeza e eliminação de riscos ao mergulho esportivo.

A biodiversidade por si só já é um recurso vivo. Sem mencionar a indústria turística, que usufrui da biodiversidade paisagística e biológica, tudo o que se admira em um aquário 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 “rochas vivas” nos bancos de coral do Brasil para exportação é mais um problema para a conservação da biodiversidade.

A biotecnologia é um dos ramos da ciência aplicada que mais se desenvolve. O mar é uma fonte inexplorada de substâncias bioativas produzidas principalmente por invertebrados sésseis (esponjas, ascídias, micro-organismos), com inúmeras aplicações médicas e industriais. Já que não se mexem, se defendem com substâncias que afastam predadores. Esses organismos são 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 vez de “cultivar” os organismos. Além de atraírem peixes, habitats artificiais se colonizam rapidamente com essa biodiversidade. Poderiam ser a fonte primária desses recursos, ajudando a preservar as populações naturais.

Fora a exploração do petróleo, o uso que se faz do espaço marítimo no Brasil é ainda primitivo e ignorante. O potencial da zona costeira e do mar como fator de desenvolvimento socioeconômico é pouco explorado. Há uma negligência camuflada em todas as esferas de ação política, administrativa, jurídica, educacional e ambiental em relação ao verdadeiro potencial industrial e econômico do mar brasileiro. Ao contrário do que ocorre no interior do país, a exploração de recursos ambientais e biológicos na zona costeira e na plataforma continental ainda segue o modelo extrativista. Com raras exceções, a pesca, o turismo e, mais recentemente, a maricultura ainda são atividades impactantes e desordenadas. Parece não haver nenhum esfor-

ção no sentido de desenvolver ideias novas para o desenvolvimento da socio-economia costeira. Precisamos urgentemente de novos modelos de uso social e ambientalmente responsável da zona costeira em longo prazo. Programas de caráter social menos políticos e mais embasados em conhecimento científico e tecnológico. Capazes de responder questões simples tais como: Qual o potencial econômico dos recursos vivos e ambientais da zona costeira no sentido mais amplo? Como protegê-los? Como explorá-los sem degradar o meio ambiente? E, a mais importante, como os recursos podem efetivamente beneficiar mais as comunidades costeiras carentes, com poucas ou nenhuma alternativa de renda, em vez de serem garimpados pela pesca industrial?

**BIODIVERSIDADE MARINHA, PESCA E
SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL
NA COSTA BRASILEIRA –
O EXEMPLO DO PROGRAMA REBIMAR**

MAR BRASIL – QUE RUMO TOMAR?

Os precedentes da nossa história recente revelam que a sociedade brasileira ainda dá as costas para o oceano Atlântico, sem saber que o mar do nosso quintal geográfico, submerso e salgado, afeta profundamente nossa herança cultural e geopolítica e, obviamente, o desenvolvimento da economia nacional. O transporte marítimo é responsável por pelo menos 95% dos itens da balança comercial. Em 2011 o IBGE calculou que os municípios costeiros contribuem com 12,5% do PIB nacional (IBGE, 2011), a maior parte provavelmente do turismo (Casimiro Filho, 2002), que mobiliza comércio, serviços sociais e o mercado imobiliário. Recentemente, o país experimentou um *boom* econômico fictício e otimista com a descoberta de grandes jazidas de óleo na bacia sedimentar do pré-sal, que ainda está lá e deverá permanecer por um bom tempo.

A geodiversidade da costa brasileira é uma característica rara na

maioria dos países costeiros. Temos centenas de quilômetros de praias arenosas interrompidas por costões rochosos, estuários lagunares margeados por manguezais, recifes calcários e ilhas costeiras, todos espalhados por oito mil quilômetros entre o cabo Orange na boca do rio Orinoco e a boquinha do arroio Chuí. Temos também o maior estuário do mundo (o do Amazonas), que descarrega no mar 10% da água doce do planeta em estado líquido; a praia mais extensa, com cerca de 200 km de areia contínua (a do Cassino); a maior lagoa costeira (a dos Patos) e o único atol (a segunda teoria de Darwin) do Atlântico Sul, coalhado de algas calcárias que também ocupam metade do assoalho de nossa plataforma continental, formando uma das maiores jazidas da calcário biogênico do planeta (Carannante *et al.*, 1988).

Como usar essa alta complexidade de hábitats e sua enorme diversidade biológica e paisagística em modelos de desenvolvimento socioeconômico que mantenham a harmonia entre produção e sustentabilidade social e cultural na zona costeira? Modelo que inclui, por exemplo, pescadores artesanais em economias alternativas tais como a pesca esportiva, o turismo comunitário e a maricultura. 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.

A VULNERABILIDADE DA BIODIVERSIDADE MARINHA NO BRASIL

A longo prazo, a sustentabilidade da economia costeira nacional é ainda incerta, porque depende de uma sólida política pública de conservação ambiental que ainda está longe de ser alcançada e que frequentemente conflita com o sistema produtivo. Igualzinho ao que ocorre entre os biomas terrestres e o agronegócio. O arcabouço legal que busca regular a conserva-

ção marinha pode até ser bem-intencionado e tecnicamente apropriado. Mas está totalmente vulnerável ao autismo generalizado da sociedade brasileira, que teima em adotar na zona costeira o mesmo modelo de desenvolvimento econômico socialmente egocêntrico e ambientalmente suicida adotado nos sistemas terrestres. Que não enxerga o estrago que uma rede camaroeira faz na biodiversidade do sedimento marinho? Que permite a substituição de manguezais por tanques de camarão exótico, infectando a biodiversidade local com seus vírus alienígenas? Que acha correto contaminar baías com cultivos de ostras e mexilhões em varais sustentados por bambonas azuis e garrafas pet? Que não enxerga a grande fonte de contaminação marinha que são os fármacos e os cosméticos usados pela população global que vive nos primeiros 100 km próximos da costa? A capacidade de autodepuração de ambientes costeiros com pouca circulação é limitada. Além de não dispersar eficientemente os dejetos da sociedade contemporânea, contaminam a teia alimentar costeira e estimulam a proliferação de microalgas nocivas, cujas toxinas se acumulam nos tecidos de moluscos “gastronômicos” que, mesmo quando cozidos e deliciosamente temperados, nos dão diarreia, amortecem os lábios e causam até parada cardiorrespiratória.

É grave a fragilidade da vigilância de tudo o que se pretende conservar neste país (Gerhardinger *et al.*, 2011). Veja a Amazônia, por exemplo. Já é difícil em terra, que dirá no mar. Áreas Marinhas Protegidas foram incluídas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação como ferramentas úteis que ajudam a conservar a biodiversidade marinha (Diegues, 2008). No entanto, nada podem contra a contaminação química, sólida e dissolvida, que passa pelos estuários, portas naturais entre a terra e o mar. São metais pesados, plásticos, hidrocarbonetos, remédios e cosméticos que atravessam facilmente fronteiras legais e imaginárias, incapazes

de conter a fluidez e a conectividade hidrodinâmica dos oceanos.

No Brasil temos menos de 2% de Áreas Marinhas Protegidas, assilhos de uma biodiversidade já contaminada e vulnerável à invasão biológica de espécies exóticas, não necessariamente nocivas, mas mais competitivas do que as espécies locais por não terem predadores naturais (Allison *et al.*, 1998; IUCN, 2009). O pior de tudo (tenho dito) é que AMPs não devem ser a desculpa hipócrita para se explorar livremente os 98% restantes de áreas não protegidas ao longo da costa brasileira. E isso vale para o mundo todo. Se uma política de conservação marinha, de urbanização planejada e de gestão pesqueira integrada e coparticipativa não for estabelecida no Paraná, no Brasil ou na Cochinchina, o atual modelo de desenvolvimento socioeconômico irá acelerar a perda de habitats, da biodiversidade, dos estoques pesqueiros. É gasolina aditivada na fogueira dos conflitos socioambientais na zona costeira.

PESCA COSTEIRA - DIAGNÓSTICO E CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS

Quando se fala da importância do mar para a economia nacional, ainda há uma tendência arquetípica (talvez) do povo brasileiro de se pensar primeiro na pesca. Afinal, índios e portugueses sempre foram bons pescadores. No entanto, apesar de herdar da tectônica de placas mais de 4,4 milhões de km² de Zona Econômica Exclusiva, ou seja, praticamente a metade do território nacional, nem de longe os recursos pesqueiros contribuem tanto quanto outros recursos (como petróleo e reservas minerais) para a economia brasileira. Pelo contrário, se não fosse a aquicultura continental de um ou outro peixe de água doce (como o Saint Peters – tilápia para os íntimos), nossa balança comercial para o pescado ainda seria deficitária. Os 12,5% da contribuição para o PIB pelas capitais dos estados costeiros têm muito mais

a ver com os recursos não extrativos do mar, tais como turismo e transporte, do que com a pesca. Exceto a plataforma continental sudeste-sul, outrora muito mais rica em cardumes de sardinha e anchovas, e de tainhas capturadas com arrastão de praia, a maior parte do mar brasileiro é dominado por águas mornas, cristalinas e modestos recursos pesqueiros comerciais.

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, ou seja, mais ou menos 45 Maracanãs (sem as arquibancadas) cheios de peixe até o topo. Até onde podemos chegar com esse garimpo de recursos vivos oceânicos?

Sim, é verdade que nos estuários brasileiros rodeados de manguezais ainda tem muita sardinha-pescadinha-robalinho-sororoca-siri-traioaba-aratu-guaiamu-bacucu, e uma infinidade de peixes e invertebrados comestíveis. Mas esses não são estoques comerciais. São “estoques sociais”, porque deles dependem a subsistência de cerca de um milhão de brasileiros com baixa renda que vivem na zona costeira, onde a pesca de subsistência tem fortes laços históricos e culturais. Começou com os índios e existe até hoje com caiçaras no sul e jangadeiros ao norte. No início do século passado se organizou socialmente em cerca de 600 colônias de pesca distribuídas ao longo da costa. A colônia de pesca é uma organização do terceiro setor (uma ONG), com CNPJ, escritaninha e máquina de escrever, que se dedica a apoiar tecnicamente e socialmente pescadores que pescam em áreas comuns.

Quem pensa que os homens pescam o peixe e as mulheres o fritam está enganado. Mulheres têm atuado na pesca artesanal no Brasil há muito tempo, mas só recentemente foram legalmente amparadas, quando a Lei de Pesca no Brasil passou a vigorar (Miranda e Maneschky, 2010; Pierri e Azevedo, 2010). Hoje representam um terço dos registros de pescadores, coletando moluscos, trabalhando em linhas de processamento do pescado e na maricultura. Em 2009, cerca de 830 mil pescadores artesanais (60% homens e 40% mulheres) estavam registrados no então Ministério da Pesca e Agricultura (MPA, 2010), a maioria sem outra fonte de renda além da pesca nos estuários, lagoas costeiras, recifes calcários e em mar aberto a poucos quilômetros de suas colônias (Diegues, 2008; Castello, 2010).

UMA BATALHA ENTRE FRACOS E FORTES

Além da ineficiência das políticas públicas de conservação marinha como pilar da sustentação dos estoques pesqueiros, a estabilidade social da pesca artesanal está ameaçada pela agressividade com que a pesca industrial explora os mesmos recursos desde 1970 com subsídios governamentais (Abdallah e Sumaila, 2007). No início do século, um total de 1.630 embarcações de pesca industrial 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 restavam 905 embarcações. O que explica esse declínio, dentre outras coisas, é o impacto ambiental da pesca industrial e da pesca comercial de pequena escala, que arrasta e causa os mesmos estragos, 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 o assoalho marinho com correntes que revolvem o sedimento, capturando

do indiscriminadamente qualquer organismo. A estrutura física e biológica do fundo marinho é imediatamente destruída, tanto quanto a derrubada de florestas com trator para exploração da madeira (McAllister *et al.*, 1999; Thrush e 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 imediatamente 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. É isso que explica o declínio de estoques comerciais e, consequentemente, o aumento do preço. Com o aumento do preço, a corrida pela pesca aumenta, provocando mais impacto ambiental e mais decréscimo do estoque, em um círculo vicioso que termina quando não se tem mais nada para pescar que seja de interesse comercial. Como no garimpo.

Portanto, a cultura do arrasto sem manejo, que é o que se faz, é insustentável, pois esgota pouco a pouco o próprio recurso-alvo (como o camarão), obrigando a transferência do esforço pesqueiro para outras áreas, ampliando cada vez mais a escala geográfica do impacto ambiental. E é aí que mora o perigo. Do ponto de vista social, a pesca artesanal é a primeira a sofrer com a visita inesperada da frota comercial, disputando seus recursos tradicionais, os únicos de que dispõe e os mesmos que seus pais e avós exploravam modestamente, só que agora em declínio (Castello, 2010; FAO, 2012).

CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS
NA COSTA DO PARANÁ –
ORIGEM E SOLUÇÕES

Os municípios litorâneos paranaenses, distantes entre si e isolados em uma planície costeira de 6.600 km² entre mar e montanhas, têm se mantido às margens da tendência universal de crescimento socioeconômico contínuo e unidirecional, graças à vocação da política estadual que priorizou o agronegócio, a indústria madeireira, a mineração e, mais recentemente, a indústria automobilística. Os índices demográficos confirmam o valor social intrínseco da pesca artesanal. Existem aproximadamente 4.500 pescadores tradicionais (indiretamente são 11 mil pessoas) distribuídos em 60 vilas tradicionais de pesca (Andriguetto-Filho *et al.*, 2006, 2009), onde praticam seis sistemas distintos de produção pesqueira, desde canoas a remo de no máximo cinco metros de comprimento até barcos motorizados de madeira de seis a dez metros (Chaves *et al.*, 2002; Natividade *et al.*, 2004), que operam com técnicas comercialmente orientadas e, portanto, ambientalmente agressivas. Os sistemas mais simples coletam ostras de mangue (*Crassostrea brasiliensis*), caranguejos (*Ucides cordatus*) e siris (*Callinectes sapidus*), itens importantes da economia de subsistência em determinadas estações do ano, obedecendo o ciclo de vida dos organismos. Nas áreas de mar aberto, embarcações de porte maior operam redes de espera e de arrasto de fundo para a captura de aproximadamente 70 espécies de peixes, principalmente robalo (*Centropomus undecimalis* e *C. paralellus*), sardinha brasileira (*S. brasiliensis*) e bagres (*Genidens genidens*), além do camarão sete-barba (*X. kroyeri*) (Natividade *et al.*, 2004; Borges *et al.*, 2006; Andriguetto-Filho *et al.*, 2009, 2016).

Se por um lado a sociedade costeira sofreu com uma gestão pública desorientada, mantendo os IDHs litorâneos dentre os mais baixos da

média nacional, a biodiversidade e os encantos naturais dos ecossistemas marinhos mantiveram-se razoavelmente preservados, atendendo às exigências de um modesto turismo sazonal e da economia artesanal de baixo impacto ambiental. Pelo menos era assim até meados da década de 1970. Foi quando chegaram os forasteiros da pesca industrial, garimpando seus peixes e camarões com seus arrastos de fundo e cercos de meia água atocaiados ao largo da boca dos ricos estuários lagunares. Começaram os conflitos com a pesca artesanal, que perdia seus apetrechos rudimentares para as traineiras potentes.

Com o crescimento populacional e a expansão de novas fronteiras econômicas, sobretudo aquelas associadas à atividade portuária e ao turismo de verão, desenvolveu-se o comércio costeiro, os serviços públicos e, evidentemente, a especulação imobiliária. A partir da década de 1980, a zona costeira paranaense começou a se urbanizar, ameaçando habitats naturais em nome do desenvolvimento às pressas e sem nenhuma preocupação com a sustentabilidade cultural e socioambiental. Manguezais e marismas, berçários da fauna marinha, passaram a ser ameaçados com o desmatamento para dar lugar a obras costeiras públicas e privadas, provocando erosão aqui e assoreamento acolá. As pescas comerciais e recreativas se intensificaram para atender à demanda da nova população, e os estoques pesqueiros começaram a declinar mais ainda. De quebra veio a poluição doméstica (e cosmética) e industrial, com seu elenco de porcarias sólidas, líquidas e invisíveis diante de uma administração pública desorientada e ineficiente.

Todos esses conflitos afetaram sensivelmente a comunidade tradicional. A contaminação e a perda de habitats, somada à concorrência da pesca industrial, desestimulou os pescadores tradicionais e corrompeu seus filhos, herdeiros de uma tecnologia de pesca centenária, que passaram a se

inserir em outras atividades econômicas e a se envergonhar da herança cultural e tecnológica de seus pais.

DAVI VENCE GOLIAS

No final de década de 1990, cientistas, estudantes, pescadores, comerciantes e gestores públicos uniram esforços voluntários visando garantir a herança dos recursos vivos e paisagísticos da zona costeira para as futuras gerações paranaenses. A vigilância contra arrastos ilegais é deficiente, e tornaram-se necessárias medidas alternativas para reduzir os conflitos entre pescadores artesanais e industriais. Como descrito em um dos artigos deste livro, um sistema antiarrasto é um pequeno exército de “sentinelas ocultas” formando uma barreira estratégica para impedir a passagem das redes. No Paraná foram usados tambores de 200 litros preenchidos com concreto e atravessados perpendicularmente por dois pedaços de trilho de trens. Esse pequeno ouriço de meia tonelada se agarra ao sedimento, mantendo expostas as pontas de ferro. Um pesadelo para os arrastões da biodiversidade. Após discussões com líderes de pesca locais em audiências públicas exigidas para o licenciamento pelo Ibama e a autorização da Marinha, foram instaladas as primeiras 50 unidades em 1999 ao longo de duas linhas paralelas à costa (0,8 e 1,8 milhas) com 36 quilômetros de extensão, criando-se o primeiro sistema antiarrasto de larga escala planejado no Brasil.

Simultaneamente foram feitos estudos oceanográficos entre 1999 e 2000 para determinar períodos e profundidades ideais para o assentamento, em relação às taxas de recrutamento e desenvolvimento da biodiversidade (Brandini e Silva, 2001). Os resultados comprovaram que superfícies submersas em profundidades entre 15 e 18 metros eram rapidamente colonizadas devido à disponibilidade de larvas de organismos marinhos, ávidas por colonizar novos hábitats. Esse trabalho orientou a instalação de 2700

blocos quadriláteros de concreto entre 1999 e 2002, formando 11 recifes artificiais entre as ilhas Currais e Itacolomis, além do assentamento das balsas “Dianka” e “Espera 7” na isóbata dos 27 m.

Todos constam nas cartas de navegação editadas pela Marinha. Até então, não havia regulamentação legal para a instalação de hábitats artificiais ou antiarrasto no Brasil em relação ao impacto ambiental e à segurança da navegação. Esses assentamentos só foram possíveis com a anuência do escritório regional do Ibama e da Capitania dos Portos do Paraná, por duas razões: (i) o mérito dos projetos em resolver um conflito histórico entre diferentes segmentos sociais da zona costeira, e (ii) a parceria com cientistas do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná, que avaliaram cientificamente os riscos ambientais e o potencial de resultados positivos por conta dos assentamentos.

Os frutos desses esforços foram colhidos rapidamente. A frota de arrasto comercial percebeu a perda de espaço e passou a operar com cautela na costa paranaense, dando uma certa vantagem a cerca de 600 pescadores artesanais, e retorno financeiro para a pesca recreativa e para o turismo subaquático, que começou a se consolidar como atividade econômica sustentável. No entanto, a área de 284 hectares excluída do arrasto representava menos de 0,01% da plataforma interna do Paraná, onde o interesse pelo arrasto comercial é maior por conta da descarga fértil de matéria orgânica das baías locais, o principal combustível da teia alimentar marinha. A frota aprendeu a desviar dos obstáculos, e era preciso ampliar a exclusão.

Em agosto de 2004, iniciou-se o Programa de Extensão e Apoio à Pesca e à Maricultura no Estado do Paraná (Preamar), com apoio financeiro da Fundação Avina (<www.avina.net>), do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná e da Associação MarBrasil (<<http://www>.

marbrasil.org>). A equipe do Programa participou ativamente na criação da regulamentação. Os resultados das experiências anteriores colaboraram com a regulamentação do Ibama para novos assentamentos de recifes artificiais na costa brasileira através da instrução normativa 125, de outubro de 2006. Sob a nova lei, cerca de 300 pescadores e pescadoras de todos os municípios litorâneos foram recrutados para discutir e opinar sobre uma malha de unidades antiarrasto e recifes artificiais, desenhada de acordo com suas rotinas e padrões de pesca. Foi uma experiência coparticipativa única no estado para a gestão dos recursos pesqueiros tradicionais (Andriguetto-Filho e Pierri, 2012).

PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE MARINHA DO PARANÁ –
REBIMAR

No Paraná, assim como em quase todos os estados da região Sul do Brasil, o motivo principal da disputa é o camarão, o principal produto explorado pelas traineiras industriais que operam ao longo de toda a costa meridional brasileira, algumas vezes sem respeitar períodos e espaços de defeso. Apesar da resiliência ecológica em habitats dinâmicos como os fundos arenoso do mar aberto, a frequência do arrasto mantém o estrago aparentemente irreversível. Entretanto, se o arrasto for controlado e ordenado, a recuperação física e biológica do sedimento marinho ocorre em questão de anos, ou até meses, dependendo da dinâmica da circulação e do potencial de recrutamento da biota local, uma vez que a biodiversidade normalmente se recupera pela invasão de espécies migradoras ou larvas de comunidades adjacentes (Johnson, 2002).

Com o sucesso e a base tecnológica das experiências anteriores a Associação MarBrasil iniciou em 2008 um programa multidisciplinar, tec-

nológico e socioambiental, o Programa de Recuperação da Biodiversidade Marinha (REBIMAR). O objetivo do REBIMAR foi dar continuidade à preservação dos estoques pesqueiros e da integridade física e biológica dos biomas costeiros paranaenses. Com a primeira licença ambiental expedida pelo IBAMA para projetos de habitats artificiais do Brasil, construiu 4100 pequenos recifes de recrutamento larval (RRL) de concreto, desenhados especificamente para aumentar a eficiência do recrutamento de larvas de peixes. E de quebra servir de anti-arrasto. A partir de 2010, o REBIMAR passou a ter o patrocínio da Petrobras, por meio do Programa Petrobras Socioambiental, e até 2015 foram assentadas 3500 unidades em 10 grupos de 350 ao longo de uma linha reta no setor central da costa paranaense, entre a Ilha do Mel no Município de Pontal do Paraná e o Município de Matinhos. Restam 600 unidades previstas para serem assentadas em julho de 2016 (Santos, 2014). O princípio fundamental dessa etapa do programa foi aumentar o potencial de recrutamento na base da pirâmide trófica. Se a pesca retira do topo o REBIMAR injeta na base. Simples assim.

Com as tecnologias do antiarrasto e dos recifes artificiais, o REBIMAR colaborou com a oferta de alternativas de renda na região. Pescadores passaram a usufruir dos resultados pescando de linha e anzol nos RRLs, e aproveitaram novas oportunidades de renda na pesca esportiva ensinando turistas de fim de semana a pescar nos recifes artificiais. Os últimos relatórios do REBIMAR comprovam, através de entrevistas com pescadores locais, o aumento da produção pesqueira e o retorno financeiro para a pesca artesanal no município de Pontal do Paraná. O principal visitante dos recifes é o peixe-porco (*Balistes capriscus*), que rende aos pescadores de 200 a 300 kg por dia, vendidos diretamente para o turismo.

Outro resultado positivo para a economia costeira foi o turismo subaquático, que fomenta maior renda com o comércio de restaurantes, mercados, hotéis e alugueis de embarcações. Os maiores protagonistas desse turismo são os meros (*Epinephelus itajara*), o maior peixe de habitats rochosos. A emoção de mergulhar ao lado desses animais tem atraído mergulhadores amadores de vários estados, aumentando a renda de empresas de mergulho, com geração de empregos indiretos para o comércio e guias locais. Apenas uma escola de mergulho organizou 500 excursões no litoral do Paraná nos últimos 12 anos (veja em <<http://scubasul.com.br/joomla/index.php/viagens-de-mergulho/mergulho-no-parana>>) em função dos recifes artificiais do REBIMAR, envolvendo pelo menos cinco mil mergulhadores. Faça as contas de quanto cada um deles gastou com combustível, alimento e alugueis de equipamentos, injetando esses recursos no comércio local.

Habitats assentados pelo homem no fundo do mar necessitam de manejo tanto quanto os habitats naturais. E essa iniciativa vem sendo forjada pelos próprios usuários dos habitats do REBIMAR. Cerca de 400 pescadores registrados na Associação de Pescadores de Pontal do Sul assumiram esse papel, decidindo que a prioridade de uso desses novos habitats é dos pescadores artesanais. Pescadores amadores, turismo subaquático e pesquisa científica são atividades importantes mas episódicas, e, portanto, devem respeitar o direito da pesca tradicional em melhorar a renda com a exploração dos recifes. Também decidiram que, exceto a pesca de linha e anzol, os arrastos de caceio e as redes de espera, técnicas de pesca tradicionais, só devem ser praticados a 200 metros do entorno dos RRLs. Esses acordos participativos representam um pequeno, porém importante passo para a definição de um plano de manejo sustentável para todo o sistema de recifes artificiais previamente instalados no litoral paranaense.

A BATALHA CONTINUA

Apesar do caráter predominantemente tecnológico e ambiental da primeira fase do REBIMAR, os resultados são insuficientes e estão longe de resolver os conflitos entre desenvolvimento socioeconômico e conservação. A exclusão parcial do arrasto recupera apenas parte da biodiversidade marinha perdida nas últimas décadas, mas dá esperança para a sustentabilidade de recursos importantes para o turismo costeiro e para a pesca artesanal. Estudos recentes e entrevistas com pescadores revelam que os recifes artificiais e o sistema antiarrasto do REBIMAR e dos projetos que o antecederam reduziram sensivelmente os conflitos entre pescadores artesanais e industriais, e ampliaram a oferta de refúgio e o potencial de recrutamento de peixes e invertebrados da biodiversidade regional. No entanto, a recuperação do que foi perdido nas últimas décadas não está garantida, pois não depende apenas dessas experiências tecnológicas e do esforço voluntário de alguns segmentos sociais. Precisa de uma conscientização coletiva da sociedade costeira sobre a importância da biodiversidade marinha e de seus habitats naturais para a sustentabilidade social e cultural dos povos do litoral.

Hoje, além da instalação complementar de novos habitats e do monitoramento ambiental nos recifes artificiais, uma exigência do licenciamento ambiental, o REBIMAR luta para conservar algumas espécies da fauna emblemática (mero e tartarugas marinhas) através da divulgação de seus hábitos e habitats e a relação entre o seu ciclo de vida com todo o ecossistema marinho do entorno. Além de pescadores artesanais e amadores, turistas e gestores públicos, a metodologia de educação adotada atualmente pelo REBIMAR foca nas crianças, jovens estudantes e professores da rede pública de ensino fundamental. Uma forma de combater a raiz do problema na formação ética e cultural da sociedade litorânea em respeito ao meio ambiente costeiro e marinho.

As tecnologias ambientais e educativas do REBIMAR contribuíram sensivelmente com o arcabouço legal que regula com dificuldade a conservação marinha e o manejo pesqueiro no Paraná. O assentamento de sistemas antiarrasto e recifes artificiais durante quase duas décadas combateu e reduziu a cultura do arrasto industrial na plataforma interna, protegendo parte de seus fundos arenosos ricos em diversidade marinha. Um dos resultados positivos em escala nacional foi o papel do programa, e dos projetos que o antecederam, no desenvolvimento de políticas públicas alternativas de conservação. A instrução normativa 125 do Ibama regulamentou projetos dessa natureza em todo o território nacional, onde e quando as integridades físicas e biológicas dos fundos marinhos forem ameaçadas pelos mesmos conflitos que afetaram e ainda afetam a sustentabilidade ambiental e socioeconômica do Paraná.

Hoje, o sucesso do REBIMAR é reconhecido pela sociedade brasileira e pelo governo federal, que outorgou ao programa o prêmio da 4ª Edição Nacional do Programa das Objetivos do Milênio lançado em escala global pelas Nações Unidas. O legado de sua experiência com o ordenamento da pesca e a conscientização ambiental da comunidade pode ser replicado ao longo da costa brasileira, de acordo com as características geomorfológicas regionais e suas metodologias de pesca artesanal.

É isso.

REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, P.R.; SUMAILA, U.R., 2007. "An historical account of Brazilian public policy on fisheries subsidies". *Mar Policy* 31: 444-450.
- ALLISON G.W.; LUBCHENCO, J.; CARR, M.H., 1998. "Marine reserves are necessary but not sufficient for marine conservation". *Ecol. Appl.* 8: S79-S92.
- ANDRIGUETTO-FILHO, J.M.; CHAVES, P.T.; SANTOS, C.; LIBERATI, S.A., 2006. "Diagnóstico da pesca no litoral do estado do Paraná". In: ISAAC, V.J.; MARTINS, A.S.; HAIMOVICI, M.; ANDRIGUETTO-FILHO, J.M. (eds.). *A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais*. Belém: Universidade Federal do Pará, pp. 117-140.
- ANDRIGUETTO-FILHO, J.M.; KRUL, R.; FEITOSA, S., 2009. "Analysis of natural and social dynamics of fishery production systems in Paraná, Brazil: implications for management and sustainability". *J. Appl. Ichthyol.* 25: 277-286.
- ANDRIGUETTO-FILHO, J.M.; PIERRI, N., 2012. "Participation of small-scale fishermen in the design of a project for creating artificial reefs in the south of Brazil". *CUHSO Cultura-Hombre-Sociedad* 22(1): 95-113.
- ANDRIGUETTO-FILHO, J.M.; NATIVIDADE, C.D.; BRANDINI, F.P.; TEIXEIRA, R.A., 2016. "Local hydrography and fishing drive life cycle strategies and population dynamics of the sea-bob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* in a coastal subtropical environment in Brazil". *Hydrobiologia* 777: 2631.
- BORGES, L.M.M.; MAULIN, G.C.; ANDRIGUETTO-FILHO, J.M., 2006. "Analysis of income sources of fishers' families on the coast of the State of Paraná, Brazil". *J. Coast Res. Special Issue* 39: 1267-1271.
- BRANDINI, F.P.; SILVA, A.S., 2011. "Epilithic community development on artificial reefs deployed along a cross-shelf environmental gradient off Paraná state, southern Brazil". *Brazilian Journal of Oceanography* 59: 43-53.
- CARANNANTE, G.; ESTEBAN, M.; MILLIMAN, J.D.; SIMONE, L., 1988. "Carbonate lithofacies as paleolatitude indicators: problems and limitations". *Sediment Geol.* 60: 333-346.
- CASIMIRO FILHO, F., 2002. *Tourism contribution to the Brazilian economy*. Piracicaba, USP-Esalq, p. 183 (PhD Dissertation).
- CASTELLO, J.P., 2010. "O futuro da pesca e da aquicultura marinha no Brasil: a pesca costeira". *Ciênc. Cult.* 62: 1-6.
- CHAVES, P.; PICHLER, H.; ROBERT, M., 2002. "Biological, technical and socioeconomic aspects of the fishing activity in a Brazilian estuary". *J. Fish Biol.* 61(Supplement A): 52-59.
- DIEGUES, A.C., 2008. "Marine protected areas and artisanal fisheries in Brazil". In: MENON, A. (ed.). *SAMUDRA monograph*, International Collective in Support of Fishworkers 27, College Road, Chennai 600 006, India, p. 54.
- FAO, 2012. *Fishery and aquaculture Country profiles. Brazil*. In: *FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome. Updated 5 August 2004*. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/countrysector/FI-CP_BR/en>.
- GERHARDINGER, L.C.; GODOY, E.A.; JONES, P.J.; SALES, G.; FERREIRA, B.P., 2011. "Marine protected areas: the flaws of the Brazilian national system of marine protected areas". *Environ Manage* 47(4): 630-643.

- IBGE, 2011. *Produto Interno Bruto dos Municípios*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Diretoria de Pesquisas Coordenação de Contas Nacionais. Contas Nacionais n. 41. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv67269.pdf>>.
- IUCN, 2009. *Marine Menace – Alien invasive species in the marine environment*. Disponível em: <<http://www.cbd.int/invasive/doc/marine-menace-iucn-en.pdf>>.
- JOHNSON, K.A., 2002. *A Review of National and International Literature on the Effects of fishing on Benthic Habitats*. U.S. Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration National Marine Fisheries Service NOAA. Technical memorandum NMFS-F/SPO-57, aug.
- KAISER, M.J., 1998. “Significance of bottom-fishing disturbance”. *Conservation Biology* 12(6): 1230-1235.
- KUMAR, A.B.; DEEPTHI, G.R., 2006. “Trawling and by-catch: Implications on marine ecosystem”. *Current Science* 90(7).
- MCALLISTER, D.E., BAQUERO, J.; SPILLER, G.; CAMPBELL, R.A., 2000. *Global trawling ground survey*. Ocean Voice International: Marine Conservation Biology Institute, World Resources Institute.
- MIRANDA, S.; MANESCHY, M.C., 2010. “Equal rights, unequal access”. *Yemaya* 34: 5-7.
- MPA, 2010. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura – Brasil 2008-2009*. Brasil: Ministério da Pesca e Aquicultura, p. 99.
- NATIVIDADE, C.D.; PEREIRA, M.J.C.F.; ANDRIGUETTO-FILHO, J.M., 2004. “Small-scale fishing landings on the coast of the state of Paraná, Brazil, from 1975 to 2000, with Emphasis on Shrimp Data”. *Journal of Coastal Research* 39: 1272-1275.
- PIERRI, N.; AZEVEDO, N.T., 2010. “Making their voices heard”. *Yemaya* 34: 7-8.
- SANTOS, L.O., 2014. *Rebimar – Programa de Recuperação da Biodiversidade Marinha*. Relatório técnico-científico, licença de instalação n. 887/2012 referente ao lançamento de estruturas de recifes artificiais ao longo do litoral do Estado do Paraná (Processo n. 02017.005865/2005-21).
- THRUSH, S.F.; DAYTON, P.K., 2002. “Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: Implications for marine biodiversity”. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 33: 449-473.
- VIANA, J.P., 2013. “Recursos pesqueiros do Brasil: situação dos estoques, da gestão, e sugestões para o futuro”. *IPEA – boletim regional, urbano e ambiental* 7: 45-59.

AGRADECIMENTOS

À Petrobras que, por meio do Programa Petrobras Socioambiental, viabilizou a continuidade dos projetos de conservação marinha e educação ambiental no Paraná através do REBIMAR.

À Associação MarBrasil e sua equipe dedicada e comprometida com a missão de proteger a biodiversidade marinha do Paraná.

À Fundação Avina, pelo impulso inicial na consolidação de projetos socioambientais de grande envergadura que antecederam e serviram de inspiração para o REBIMAR.

Aos colegas cientistas e alunos do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná, que embarcaram na mesma canoa da conservação marinha do litoral paranaense, desenvolvendo pesquisas e colaborando com várias etapas do REBIMAR e projetos que o antecederam.

À Fundação de Apoio a Pesquisa da Universidade Federal do Paraná – Funpar pela gestão de projetos anteriores e por ceder a licença de instalação dos recifes artificiais para o REBIMAR.

À Votorantin Cimentos, à Escola de Mergulho APASUB e aos pescadores da orla de Pontal do Paraná, como parceiros antigos do que hoje se tornou o REBIMAR.

Ao Instituto Federal do Paraná, parceiro oficial do programa. E, finalmente, ao Ibama-Paranaguá, pelo apoio local, e à equipe da University of Florida – Gainesville, por nos ajudarem com os modelos iniciais dos recifes e intercâmbio científico.































O enorme lixo no qual os oceanos estão se transformando é alimentado pelo nosso modelo atual de sociedade, economia e estilo de vida. Em um mundo no qual se almeja o crescimento econômico infinito e o consumo ilimitado de bens e serviços em busca de uma felicidade utópica, nada mais real do que a sensação descrita por Serge Latouche em seu livro *Pequeno tratado do decrescimento sereno*: “Para onde vamos? De cara contra o muro. Estamos a bordo de um bólido sem piloto, sem marcha a ré e sem freio, que vai se arrebentar contra os limites do planeta”. Resta ao ser humano fazer uso do seu engenho para desacelerar esse bólido e, com esperança, encontrar a tão necessária marcha a ré. J.L.G.

Frederico Brandini é oceanógrafo e ambientalista. Por mais de uma década a publicação de colunas de opinião no portal *O Eco* acompanhou sua atividade acadêmica. Uma seleção dos seus principais textos no *O Eco* estão organizados aqui neste livro, devidamente revisitados e esperando ansiosamente para serem desfrutados nas páginas que se seguem.



Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-61631-10-9



9 788561 631109



REALIZAÇÃO



APOIO



PATROCÍNIO

