

...os oceanos têm um papel importantíssimo na manutenção do equilíbrio climático da Terra que, de certa forma, é complementar e de importância comparável à exercida pela atmosfera.



7

CAPÍTULO

FENÔMENOS OCEANOGRÁFICOS E CLIMATOLÓGICOS

1 – INFLUÊNCIA DAS CORRENTES OCEÂNICAS NO CLIMA DO BRASIL

ANTÔNIO CLÁUDIO MAGALHÃES VIEIRA
DANIELLE SARA CORREIA ALVES
EMMA GIADA MATSCHINSKE

Aproximadamente 75% do nosso planeta são cobertos por água e, por esse motivo, a Terra é apelidada de “Planeta Azul”. Além de atuar como celeiros biológicos, que conservam milhões de espécies-chave na cadeia alimentar, realizar a absorção do gás carbônico pela fotossíntese marinha feita por alguns tipos de alga (Barbieri, 2004), servir como fonte de alimento, por meio da pesca e do cultivo de diversas espécies marinhas, e proporcionar rotas de comércio entre os países, os oceanos têm uma outra função extremamente importante: atuar como agente regulador do clima global.

Os oceanos podem armazenar enorme quantidade de energia solar, liberando essa energia progressivamente, sem que a temperatura da água varie de maneira sensível durante esse processo. Tal propriedade da água (calor específico) torna o conjunto dos oceanos, incluindo o “oceano atmosférico” formado pelas nuvens, um grande regulador do clima e dos fenômenos meteorológicos (Figura 7.1).

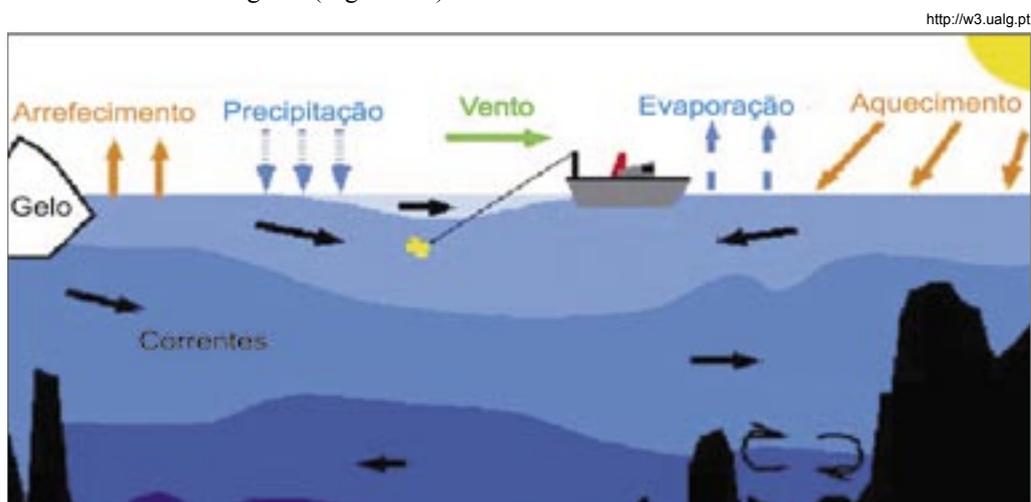


FIGURA 7.1 – PRINCIPAIS PROCESSOS FÍSICOS ATUANTES NO OCEANO

Devido à inclinação do eixo terrestre, a faixa intertropical – entre os Trópicos de Câncer e de Capricórnio – recebe consideravelmente mais radiação solar do que as áreas mais próximas aos pólos. Porém, ao longo dos anos, podemos verificar que as regiões equatoriais não sofrem um aquecimento contínuo, por período indefinido, tampouco as regiões próximas aos pólos se tornam progressivamente mais frias.

Isso acontece devido às correntes marítimas, responsáveis pela condução de calor do Equador para os pólos, regulando as temperaturas do planeta. Em sua maioria, essas correntes são geradas pelos ventos, que transferem energia para os metros superiores dos oceanos, colocando a água em movimento e transportando energia e calor de um lugar para outro do oceano. Algumas das principais correntes oceânicas estão representadas na Figura 7.2.

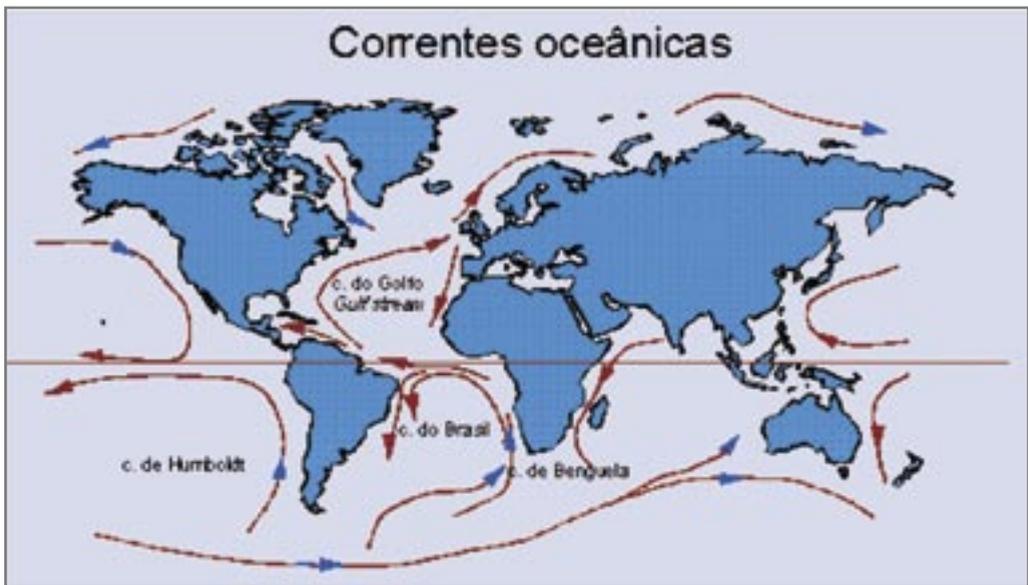


FIGURA 7.2 – PRINCIPAIS CORRENTES OCEÂNICAS DO PLANETA

As correntes marítimas podem ser identificadas pelas diferentes temperaturas que apresentam. Logo, em função de sua temperatura e da região de origem, elas podem ser classificadas como:

- Correntes quentes – provenientes de zonas equatoriais, como a das Guianas, a do Golfo do México (Gulf Stream), a do Brasil e a Sul Equatorial;
- Correntes frias – oriundas das regiões polares ou frias, como a do Labrador, a de Humboldt, a das Malvinas, a de Benguela e a Circumpolar Antártica.

No Oceano Atlântico, a Corrente Sul Equatorial, que flui de leste para oeste, ao encontrar a costa Nordeste do Brasil, bifurca-se, originando a Corrente do Brasil, que corre na

direção sul, e a Corrente das Guianas, que segue para Noroeste, em direção ao Caribe (Figura 7.3). Ambas são correntes superficiais quentes que se deslocam próximo à costa. Nos dias ensolarados, na maior parte das regiões tropicais do Brasil, como nas Regiões Norte, Nordeste e Sudeste durante o verão, o ar existente sobre os continentes é constantemente aquecido durante o dia, tornando-se menos denso e elevando-se na atmosfera, sendo substituído por ar marinho, relativamente mais frio, dando origem à brisa marinha, ou, simplesmente, brisa. O processo inverte-se à noite quando o ar que flutua sobre os oceanos torna-se relativamente mais quente que o ar sobre os continentes e é por ele substituído, gerando a brisa terrestre, ou terral. Esse duplo processo interfere significativamente na variação das condições meteorológicas das regiões costeiras, determinando o regime de ventos e, em determinadas situações, as tempestades localizadas.

No litoral Sudeste, especialmente na região de Cabo Frio (RJ), ocorre, por vezes, um fenômeno interessante, que abaixa a temperatura da água do mar a até 14°C, nos meses de janeiro e fevereiro. Isso acontece devido ao vento, que, no verão, sopra constantemente da direção nordeste. Assim, esse vento constante empurra as águas da superfície, que haviam sofrido insolação e, portanto, estavam aquecidas (em torno de 26°C), para oceano aberto. Origina-se, então, uma lacuna de água junto à costa, que é preenchida por águas profundas, bem mais frias, que sobem e atingem a superfície. A ascensão das águas frias e ricas em nutrientes é chamada de ressurgência, e, nos locais onde ela ocorre, normalmente, é observada grande atividade pesqueira. Esse fenômeno pode provocar intensos nevoeiros ao longo de todo o litoral Sudeste do Brasil.

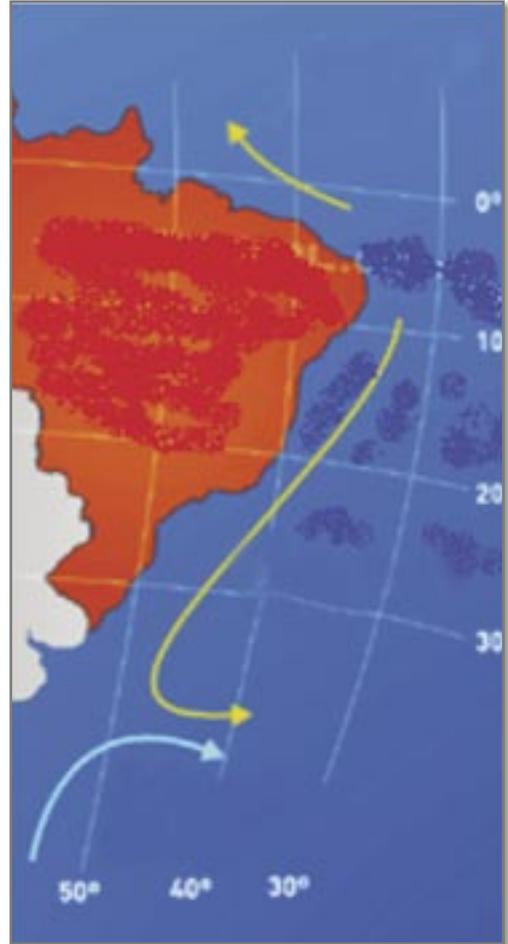


FIGURA 7.3 – CORRENTES PRESENTES NO LITORAL BRASILEIRO. A CORRENTE DAS GUIANAS TAMBÉM É CONHECIDA POR CORRENTE NORTE DO BRASIL

2 – AS CORRENTES MARINHAS DO BRASIL

ELIANE CRISTINA TRUCCOLO
EMMA GIADA MATSCHINSKE
FERNANDO LUIZ DIEHL

O litoral brasileiro estende-se por aproximadamente 8,5 mil quilômetros e é todo margeado pelo Oceano Atlântico Sul. Sobre essa vasta superfície oceânica sopram os ventos que irão originar movimentos conhecidos como correntes marinhas superficiais, com a importante função de carregar calor e nutrientes para regiões onde estes são escassos, como por exemplo calor para as regiões polares e nutrientes para as regiões equatoriais.

Algumas correntes marinhas superficiais são muito velozes, como a Corrente do Golfo, na costa Leste dos Estados Unidos da América (EUA), cuja velocidade pode ser superior a 2 m/s. Essa corrente é uma das mais estudadas, pois transfere o calor gerado nas baixas

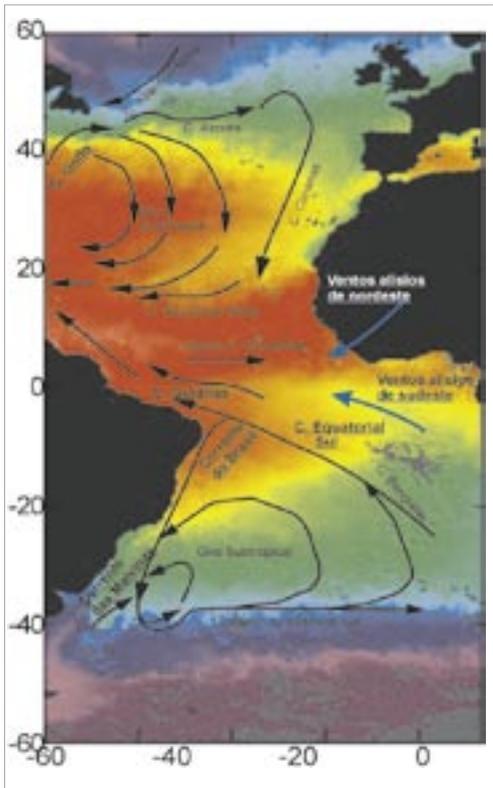


FIGURA 7.4 – DIAGRAMA COM AS CORRENTES MARINHAS SUPERFICIAIS, OS VENTOS ALÍSIOS QUE SOPRAM NA REGIÃO EQUATORIAL E A TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR NO OCEANO ATLÂNTICO. O GRADIENTE DE CORES, DO VERMELHO AO LILÁS, MOSTRA O GRADIENTE DE TEMPERATURA DAS CORRENTES MARINHAS: EM VERMELHO, CORRENTES QUENTES; EM LILÁS, CORRENTES FRIAS

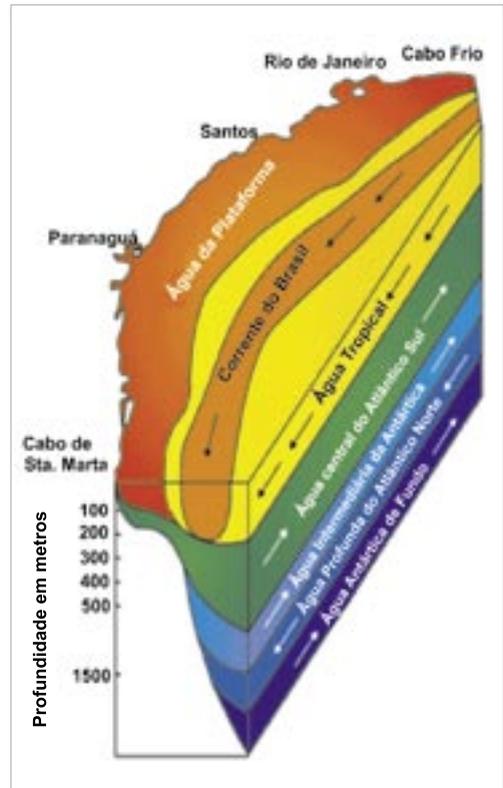


FIGURA 7.5 – DIAGRAMA COM AS MASSAS DE ÁGUA E CORRENTES MARINHAS

latitudes para as regiões mais frias da Costa Oeste Européia, exercendo função primordial no aquecimento do continente europeu.

Um modelo de como são e se distribuem as correntes marinhas superficiais no Oceano Atlântico pode ser visto na Figura 7.4. Os ventos que dão origem às correntes marinhas equatoriais são os alísios, que sopram em direção às regiões equatoriais da Terra. São ventos permanentes que sopram de sudeste, no Hemisfério Sul, e de nordeste, no Hemisfério Norte, também comuns aos outros oceanos. Na porção oeste do Oceano Atlântico Sul, na costa Nordeste do Brasil, a Corrente Equatorial Sul é interceptada pelo continente sul-americano, sendo desviada para sul e para norte, formando as correntes do Brasil e das Guianas, respectivamente. A Corrente das Guianas é conhecida também, na sua porção inicial, como Corrente Norte do Brasil.

A corrente que domina toda a região próxima à borda da plataforma continental na costa do Brasil é a Corrente do Brasil, que toma a direção sul, começando a aproximadamente 10°S, na proximidade do litoral de Pernambuco, e se estendendo até aproximadamente 35-40°S, no norte da Argentina. Essa corrente carrega águas aquecidas denominadas de Água Tropical, entre 18°C e 28°C, e tem valores médios de salinidade entre 35,1 a 36,2 ppm. Tal característica é similar na Corrente do Golfo, o que não ocorre em termos de velocidade, pois raramente a Corrente do Brasil ultrapassa a velocidade de 0,6 m/s. A Água Tropical ocupa os primeiros 200 metros de coluna de água na região da quebra da plataforma continental, o que identifica a Corrente do Brasil (Figura 7.5).

Na borda da plataforma e em toda a extensão do litoral ocorre a Corrente do Brasil com a Água Tropical. No Sul, próximo à Argentina e ao Uruguai, ocorre a Corrente das Malvinas, com a Água Subantártica. Abaixo das correntes superficiais do Brasil e das Malvinas, ocorre a Água Central do Atlântico Sul, de menor temperatura. Essa água é resultante da mistura das águas quentes e frias das correntes do Brasil e das Malvinas, respectivamente, na Convergência Subtropical. Como tem menor temperatura e maior densidade, circula por baixo das Correntes do Brasil e das Malvinas, porém, pode chegar à superfície em diversos locais próximos à costa do Brasil (Cabo Frio-RJ e Cabo de Santa Marta-SC). A subida à superfície recebe o nome de ressurgência e ocorre, principalmente, no verão, devido aos ventos provenientes de Nordeste.

3 – EL NIÑO E LA NIÑA

ANTÔNIO CLÁUDIO MAGALHÃES VIEIRA
EMMA GIADA MATSCHINSKE
DANIELLE SARA CORREIA ALVES

É importante observar que os oceanos e a atmosfera vivem um processo de interatividade permanente. A evaporação que se produz nas regiões quentes e úmidas da Terra transfere vapor de água para a atmosfera, que se encarrega de transportar esse vapor para áreas mais secas do globo terrestre.

A precipitação está diretamente relacionada com movimentos verticais ascendentes, os quais são determinados principalmente pela circulação atmosférica geral de 0 a 12 quilômetros de altitude. Considerando a Circulação Geral como o movimento médio da atmosfera durante um certo número de dias, e acompanhando a sua evolução durante um período bastante amplo, podemos compreender diversos fenômenos que nela se produzem.

Foi assim que, em 1969, o cientista norueguês Bjerknes propôs a existência de uma célula de circulação no plano vertical ao longo do Equador, no Pacífico, denominada de “Circulação de Walker”, em homenagem a Sir Gilbert Walker, primeiro cientista a pesquisar as variações horizontais de temperatura e pressão sobre a superfície oceânica e suas implicações nas variações climáticas no globo terrestre.

A Circulação Leste-Oeste proposta por Bjerknes (Figura 7.6) representa esquematicamente o que se estabelece sob condições normais das correntes marítimas.

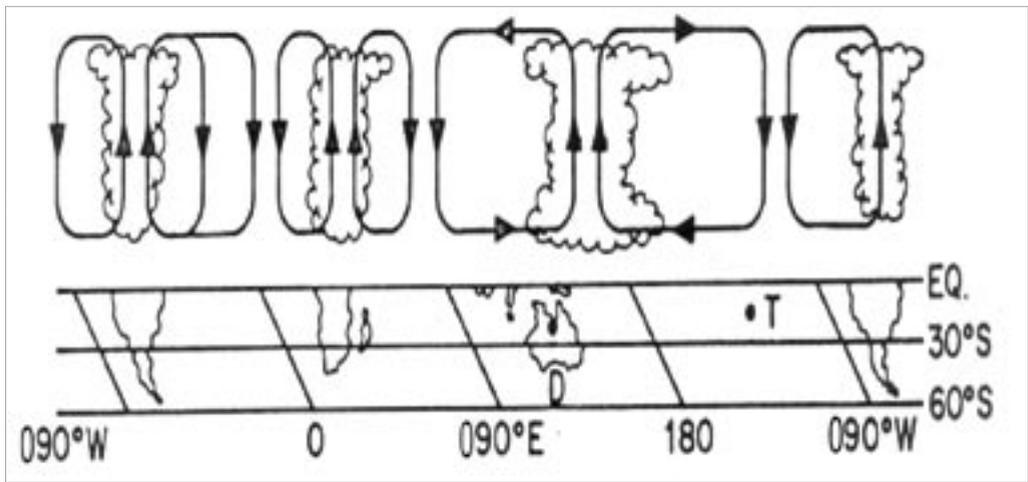


FIGURA 7.6 – ESQUEMA DE CIRCULAÇÃO DE WALKER EM UM ANO NORMAL. AS LETRAS D E T INDICAM AS LOCALIZAÇÕES APROXIMADAS DE DARWIN (AUSTRÁLIA) E TAITI (POLINÉSIA FRANCESA), RESPECTIVAMENTE

Em condições normais (Figura 7.7), observam-se águas superficiais relativamente mais frias no Pacífico Equatorial Leste, junto à costa Oeste da América do Sul, e mais aquecidas no Pacífico Equatorial Oeste, próximo à costa australiana e região da Indonésia. Os ventos alísios sopram de leste para oeste, favorecendo a ressurgência próximo à Costa Leste da América do Sul.

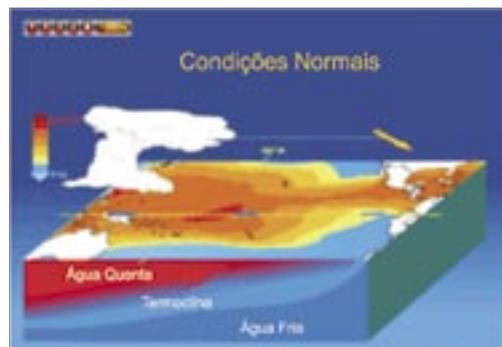


FIGURA 7.7 – CONDIÇÕES NORMAIS

Como já vimos, o clima no mundo é profundamente afetado pelas correntes marítimas. A importância das correntes fica notória quando elas sofrem alterações. O maior exemplo dessa importância ocorre na costa ocidental da América do Sul, quando a corrente de Humboldt, que vem do sul e normalmente traz água fria à superfície e, com ela, minerais e outros nutrientes para alimentar enormes cardumes de peixes, é substituída por uma contracorrente de norte para sul. O aparecimento dessa contracorrente ao longo da costa do Peru foi observado por pescadores entre os portos de Pacaia e Pacasmayo, sempre logo após o Natal, e foi por isso chamada de El Niño (o menino Jesus, em espanhol). O surgimento dessa contracorrente vem acompanhado de chuvas em lugares normalmente secos e de seca em locais normalmente chuvosos.

A Figura 7.8 mostra esquematicamente a forte mudança que a Circulação de Walker sofre em anos de El Niño, com o ramo ascendente (convecção intensa) sobre a região de águas aquecidas e o ramo descendente sobre a Amazônia e o nordeste do Brasil, o que resulta na inibição de convecção e, conseqüentemente, redução de precipitação sobre essas áreas.

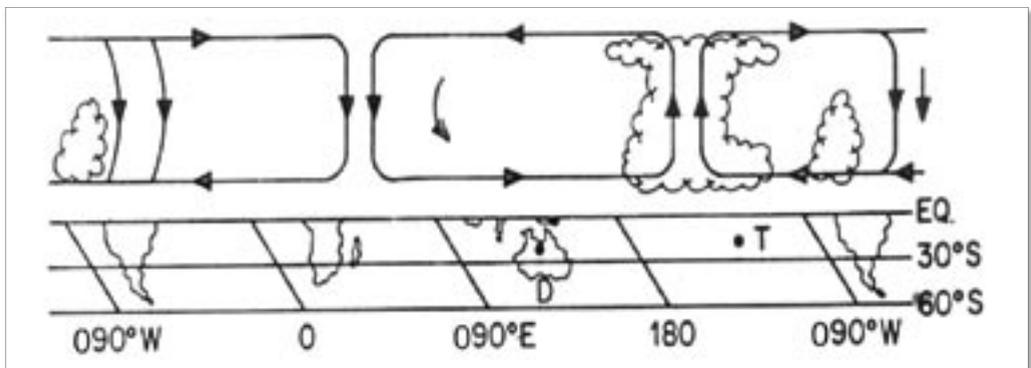


FIGURA 7.8 – ESQUEMA DA CIRCULAÇÃO DE WALKER EM UM ANO DE FORTE EL NIÑO. OBSERVE QUE A ATIVIDADE CONVECTIVA SE ENCONTRA SOBRE O PACÍFICO E QUE JÁ EXISTE MOVIMENTO DESCENDENTE SOBRE A AMAZÔNIA

As condições que indicam a presença do fenômeno El Niño (Figura 7.9) são o enfraquecimento dos ventos alísios e o aumento da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Oceano Pacífico Equatorial Leste. Como conseqüência, ocorre uma diminuição das águas mais frias que afloram próximo à Costa Oeste da América do Sul.

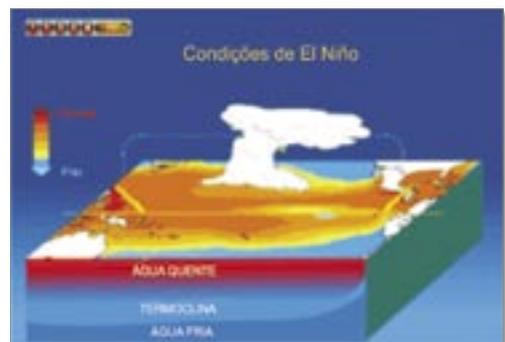


FIGURA 7.9 – CONDIÇÕES DE EL NIÑO

O El Niño é, portanto, um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no Oceano Pacífico Tropical e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões

de vento em nível mundial, afetando, assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias.

Agora você deve estar pensando: ora, La Niña, como é o oposto, deve ser o resfriamento das águas do Oceano Pacífico Equatorial e tem seus efeitos exatamente opostos ao El Niño! Não é bem assim.

O termo La Niña (a menina, em espanhol) surgiu por caracterizar-se como oposto ao El Niño. Pode ser chamado também de episódio frio, ou ainda El Viejo (o velho, em espanhol). Algumas pessoas chamam o La Niña de anti-El Niño; porém, como El Niño se refere ao menino Jesus, anti-El Niño não seria então um termo apropriado.

O termo mais utilizado hoje é La Niña.

As condições que indicam a presença do fenômeno La Niña (Figura 7.10) estão associadas à intensificação dos ventos alísios e ao declínio da Temperatura da Superfície do Mar no Pacífico Equatorial Leste. As águas adjacentes à Costa Oeste da América do Sul tornam-se ainda mais frias, devido à intensificação do movimento de ressurgência.



FIGURA 7.10 – CONDIÇÕES DE LA NIÑA

4 – NÍVEL DO MAR

MARCELO FRICKS CAVALCANTE



FIGURA 7.11 – ESTAÇÃO MAREGRÁFICA EM SALVADOR (BA)

O Brasil possui um litoral com aproximadamente 8,5 mil quilômetros de extensão. Ao longo dessa costa, e em toda a Amazônia Azul, são desenvolvidas diversas atividades, muitas das quais de relevância socioeconômica, tais como: atividades portuárias, de pesca e aquicultura, assim como de exploração de recursos minerais. Muitas das principais cidades brasileiras são litorâneas e têm no turismo e nas atividades recreativas importantes fontes de renda e são vulneráveis às variações do nível do mar para fins de saneamento e de defesa civil e demarcação do Patrimônio da União. Dentro desse contexto, faz-se importante o estudo das variações do nível do mar (Figura 7.11).



FIGURA 7.12 – MARÉGRAFO DA ILHA FISCAL (RJ)

COMO MEDIR O NÍVEL DO MAR?

O nível do mar necessita ser monitorado, não só na costa, como também em águas oceânicas. O equipamento básico de toda estação que monitora o nível do mar é o Marégrafo (Figura 7.12), que essencialmente consiste em um medidor que detecta e registra essa variável por meio de diversos sistemas, tais como: flutuadores, sensores de pressão, contatos elétricos, pulsos acústicos, bolhas, radar, etc.

Porém, para que as medições do nível do mar sejam corretamente interpretadas, elas devem estar referenciadas a pontos fixos em terra, cuja altitude e variações devem ser precisamente conhecidas e monitoradas continuamente.

POR QUE MEDIR O NÍVEL DO MAR?

O correto monitoramento do nível do mar possibilita a realização de estudos científicos sobre as causas de suas variações, assim como possibilita prever os impactos de seus efeitos, principalmente sobre o litoral, em períodos que podem variar de horas, como por exemplo o efeito das marés, até anos, como por exemplo a alteração da configuração de uma praia. O gráfico da Figura 7.13 ilustra as variações do nível do mar no Rio de Janeiro, na estação da Ilha Fiscal, no período entre 1962 e 2005.

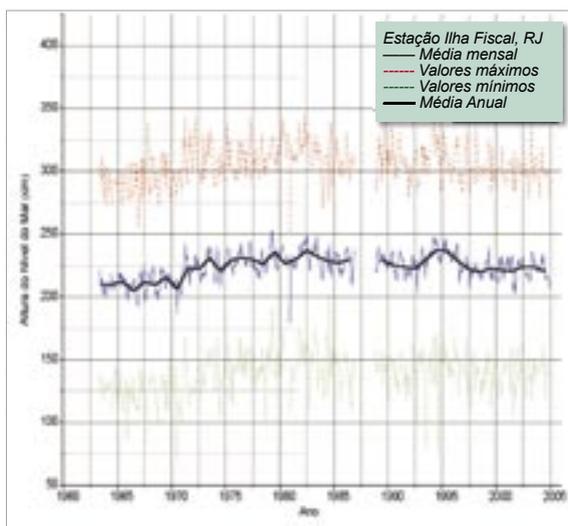


FIGURA 7.13 – GRÁFICO CONTENDO O MONITORAMENTO DO NÍVEL DO MAR NA ESTAÇÃO ILHA FISCAL (RJ), ENTRE 1962 E 2005

Dentre as diversas aplicações práticas do monitoramento do nível do mar, podemos destacar: a previsão de marés; o seu emprego na modelagem numérica; a calibração de satélites altimétricos e os estudos de variações climáticas, como o fenômeno El Niño.

QUAIS SÃO AS POSSÍVEIS CAUSAS DA VARIAÇÃO DO NÍVEL DO MAR?

Movimentos verticais da crosta terrestre, ocasionados por processos tectônicos; degelo dos pólos; aquecimento global dos oceanos – efeito estufa; variações nas correntes oceânicas.

O QUE É MARÉ?

Oscilação vertical da superfície do mar (ou outra grande quantidade de massa de água), sobre a Terra, causada primeiramente pelas diferenças na atração gravitacional da Lua e, em menor extensão, do Sol sobre os diversos pontos da Terra.

Devido aos movimentos relativos Sol-Terra-Lua, as marés se comportam como movimentos harmônicos compostos.

COMO É REALIZADO O MONITORAMENTO DO NÍVEL DO MAR NO BRASIL?

No Brasil, o monitoramento do nível do mar é realizado por meio da Rede Brasileira Permanente de Monitoramento do Nível do Mar, do Programa *Global Sea Level Observing System* – Sistema Global de Observação do Nível do Mar (Gloss-Brasil), coordenado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), da Marinha do Brasil. Todas as informações coletadas, ao longo de nossa costa e ilhas oceânicas, são transmitidas para o Banco Nacional de Dados Oceanográficos, da Marinha do Brasil, e para diversos centros internacionais do Programa Gloss. Essas informações contribuem para o monitoramento e a interpretação das variações do nível do mar, e fenômenos relacionados, em nível global.

5 – EROSÃO COSTEIRA

JOSÉ MARIA LANDIM DOMINGUEZ (MODIFICADO)

O QUE É EROSÃO COSTEIRA?

A linha de costa é sem dúvida uma das feições mais dinâmicas do planeta. Sua posição no espaço muda constantemente em várias escalas temporais (diárias, sazonais, decadais, seculares e milenares). A posição da linha de costa é afetada por um número muito grande de fatores, alguns de origem natural e intrinsecamente relacionados à



FIGURA 7.14 – VILA DO CABECO, 1998

dinâmica costeira, e outros relacionados a intervenções humanas na zona costeira (obras de engenharia, represamento de rios, dragagens, etc.).

Como resultado da interação entre esses vários fatores, a linha de costa pode avançar mar adentro, recuar em direção ao continente ou permanecer em equilíbrio. Quando a linha de costa recua em direção ao continente, fala-se que ela está experimentando erosão (Figura 7.14).

O fenômeno de erosão torna-se um problema para o homem quando este constrói algum tipo de referencial fixo (estrada, prédio ou outro tipo de construção permanente), que se interpõe na trajetória de recuo da linha de costa. Desse modo, o problema de erosão, conforme apontado por vários autores, é de certa maneira causado pelo homem, pois se ninguém morasse próximo à linha de costa esse problema não existiria. Deve-se ressaltar que o problema de erosão não se restringe apenas às linhas de costa oceânicas, podendo também ocorrer em praias associadas a corpos d'água interiores, como lagoas e lagoas.

Em escala mundial, alguns autores estimam que cerca de 70% das linhas de costa estejam experimentando erosão, mas o fenômeno não implica destruição da praia arenosa, como o termo, à primeira vista, parece sugerir. A posição da praia simplesmente recua continente adentro durante esse processo. Desse modo, alguns autores sugerem que, em vez de erosão, seja utilizado o termo “recuo da linha de costa”, visto que este último traduz de maneira mais fiel o que realmente acontece. Como o problema resulta essencialmente de um conflito entre um processo natural, o recuo da linha de costa, e a atividade humana, a sua solução passa necessariamente pela questão do uso do solo na zona costeira.

Tentativas de se estabilizar a posição da linha de costa, por intermédio de obras de engenharia (molhes, muros de contenção, etc.), têm-se mostrado ineficientes em controlar o fenômeno e comumente implicam a destruição da praia recreativa. Entretanto, em alguns casos extremos, essa é a mais efetiva e rápida maneira de defesa do patrimônio público ou privado.

QUAIS OS FATORES DETERMINANTES DO FENÔMENO DE EROSÃO NA ZONA COSTEIRA BRASILEIRA?

Trabalhos já realizados na zona costeira do Brasil mostram que os principais casos de erosão reportados podem ser entendidos e explicados como:

- o resultado intrínseco dos padrões de dispersão e transporte de sedimentos na zona costeira;
- o resultado de intervenções humanas na zona costeira, seja pela da construção de obras de engenharia, seja pelos usos inadequados do solo.

Esses casos de erosão não apresentam relação direta com uma possível subida do nível relativo do mar, embora este fator não possa ser totalmente descartado. Talvez, a ênfase dada ao fator subida do nível relativo do mar, para explicar o recuo da linha de costa no Brasil, decorra do fato de

que grande parte da literatura produzida no mundo sobre o assunto seja oriunda dos EUA, onde efetivamente a principal causa da erosão da linha de costa está relacionada à migração de ilhas-barreiras em resposta a uma elevação do nível do mar. Assim, a análise do fenômeno de erosão na costa do Brasil tem de partir necessariamente de um conhecimento da situação local.

O fenômeno de recuo da linha de costa (erosão) pode ser analisado em várias escalas temporais e espaciais. Essencialmente, o comportamento de um determinado trecho da linha de costa é resultado do balanço de sedimentos para esse trecho. O balanço de sedimentos nada mais é que a aplicação do princípio da continuidade ao transporte e à deposição de sedimentos (créditos e débitos de sedimentos). Assim, se para um determinado trecho da linha de costa o balanço de sedimentos é positivo, a linha de costa avança mar adentro, e se esse balanço é negativo, a linha de costa irá recuar em direção ao continente. Se o balanço é zero, a posição da linha de costa se mantém fixa.

GESTÃO DO PROBLEMA

O manejo do problema de recuo da linha de costa (erosão) no Brasil tem sido feito de maneira espontânea e desordenada, a partir de intervenções de proprietários, individualmente ou pelos municípios, normalmente após o problema já ter atingido proporções alarmantes. Muitos desses casos de erosão resultam, inclusive, de ocupação inadequada da zona (faixa) de variabilidade natural da linha de costa nas escalas de tempo sazonal e anual. Essas intervenções desordenadas normalmente se dão pela colocação de muros e espigões nas áreas criticamente atingidas, geralmente implicando dispêndio de somas elevadas e prejuízo estético considerável. Em áreas já densamente ocupadas, como as regiões metropolitanas, pouco pode ser feito em termos de zoneamento ou disciplinamento de uso do solo, para fazer frente ao recuo da linha de costa. Nessa situação, a estabilização da linha de costa, por meio de intervenções de engenharia (muros, molhes ou engordamento de praia), terá de ser implementada. Essas obras, normalmente, são dispendiosas e, ainda que não constituam uma solução adequada para o problema, são inevitáveis, tendo em vista a necessidade de se proteger a propriedade.

As obras de estabilização, por vezes, causam efeitos adversos, entre os quais pode-se citar a eliminação da praia recreativa, no caso de obras de engenharia rígidas. É óbvio que, devido a uma questão de continuidade, a estabilização rígida de algum trecho da linha de costa irá agravar ou originar um problema de erosão naqueles trechos situados mais à jusante. Isso pode ser claramente observado em várias capitais da região Nordeste do Brasil, a exemplo de Recife e Fortaleza.

Em áreas ainda não ocupadas, ou em vias de parcelamento, observa-se que não existe qualquer preocupação, quando do licenciamento dos empreendimentos, com o fenômeno de recuo da linha de costa. Para essas áreas ainda não ocupadas, a solução adequada seria o disciplinamento do uso do solo, com o estabelecimento de faixas de recuo. Essas faixas de recuo devem ser estabelecidas para cada trecho da linha de costa, tomando-se como base as suas taxas de recuo históricas, a incursão máxima de marés meteorológicas (quando for o caso) e as previsões futuras de subida do nível relativo do mar. Como essas taxas variam espacialmente, não devem ser extrapoladas para longos trechos da linha de costa.

Deve-se ressaltar que não existe legislação específica no Brasil que contemple o fenômeno do recuo da linha de costa. Existem, entretanto, leis que estabelecem faixas de recuo de largura variável entre 33 metros e 300 metros, a partir da linha de preamar máxima, criados com objetivos diversos, tais como a proteção da vegetação de restinga, a garantia de livre acesso da população às praias e os, assim chamados, terrenos de Marinha.

6 – PRAIAS ARENOSAS

*ANTÔNIO HENRIQUE DA FONTOURA KLEIN
ELIANE TRUCCOLO
FERNANDO LUIZ DIEHL
GLÁUCIO VINTÉM*

As praias arenosas constituem um dos ambientes mais dinâmicos da zona costeira. Uma das definições mais atuais sobre praias arenosas oceânicas foi formulada por Andrew Short (1999), que definiu praias oceânicas como sendo corpos de sedimentos arenosos não coesivos e inconsolidados sobre a zona costeira. São dominadas por ondas e limitadas internamente pelos níveis máximos da ação das ondas de tempestades e pelo início da ocorrência das dunas ou qualquer outra feição fisiográfica brusca. Externamente são limitadas pela zona de arrebentação.

MORFOLOGIA PRAIAL

A dinâmica costeira é a principal responsável pelo desenvolvimento das praias arenosas e pelos processos de erosão e/ou acreção que as mantêm em constante alteração. Os ventos, as ondas por eles geradas e as correntes litorâneas que se desenvolvem quando as ondas chegam à linha de costa, além das marés, atuam ininterruptamente sobre os materiais que se encontram na praia, erodindo, transportando e depositando sedimentos. Como já foi citado, somam-se a esses processos as ressacas produzidas pelas tempestades que modificam consideravelmente as feições topomorfológicas do perfil praial.

Conforme a sua exposição às ondas de maior energia, as praias podem assim ser definidas:

- praias expostas: quando estão totalmente sujeitas às ondulações (Figura 7.15);
- praias semiprotetidas: quando apenas parte delas está sujeita às ondulações (Figura 7.16);
- praias protegidas: quando não sofrem influência de ondulações (Figura 7.17).



FIGURA 7.15 – PRAIA EXPOSTA



FIGURA 7.16 – PRAIA SEMIPROTEGIDA



FIGURA 7.17 – PRAIA PROTEGIDA

OS TIPOS DE PRAIAS ARENOSAS OCEÂNICAS

As praias arenosas oceânicas podem ser divididas em:

- **praias rasas ou dissipativas:** caracterizadas por uma pente suave, ampla zona de arrebentação e grande estoque de sedimentos na zona submersa (bancos) de granulometria de areia fina na porção submersa da praia. O nível de energia geralmente é alto, com alturas de ondas mais pronunciadas para regiões expostas (Figura 7.18).

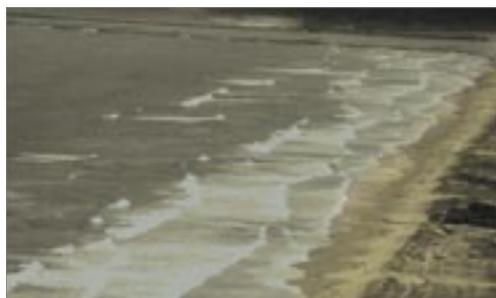


FIGURA 7.18 – PRAIA DISSIPATIVA



FIGURA 7.19 – PRAIA REFLECTIVA

- **praias de tombo ou reflectivas:** caracterizadas com uma face praial íngreme, geralmente, com feições de cúspides, pequeno estoque de sedimentos subaquosos (sem bancos) e grande estoque de sedimento subaéreo. Apresentam, geralmente, um degrau pronunciado na base da zona de espraiamento e uma pequena zona de arrebentação, com alturas de onda pequenas quando comparado

às praias dissipativas. Normalmente, essas praias possuem areia grossa (Figura 7.19).

• **praias intermediárias:** as condições ambientais que favorecem o desenvolvimento de estados intermediários incluem climas de onda de energia moderada, mas temporalmente variável e com sedimentos de granulometria de média a grossa. O relevo de fundo da praia é caracterizado pela presença de bancos regulares e/ou irregulares, muitas vezes cortados por canais nos quais se desenvolvem as correntes de retorno, freqüentemente presentes nessas praias. A zona de arrebentação é relativamente próxima da beira da praia, geralmente com ondas do tipo mergulhante (Figura 7.20).



FIGURA 7.20 – PRAIA INTERMEDIÁRIA

ARREBENTAÇÃO DE ONDA NA PRAIA

A quebra de uma onda na praia é um processo altamente complexo e de difícil estudo, devido à distorção de sua forma, em relação à forma senoidal idealizada, mesmo que a onda esteja se propagando a alguma distância da praia e antes de quebrar.

Quando a onda rebenta, a energia recebida do vento é transferida para a praia, sendo dissipada. Porém, existem vários tipos de arrebentação de ondas que dependem da natureza do fundo e das características das ondas. Algumas relações entre esbeltez (altura) da onda e inclinação da praia, ou gradiente de fundo, podem ser usadas para classificar os tipos de rebentação de onda em quatro tipos, que podem ser identificados da seguinte forma:

• **deslizante:** tipo de quebra gradual de numerosas ondas numa ampla zona de surfe, em praias com inclinação muito suave ou fundo plano. São caracterizadas pela espuma e turbulência na crista da onda que, gradualmente, retira energia da onda, produzindo uma massa de ar e água turbulenta que cai em frente da onda. Devido à gradual extração de energia, elas têm vida longa e quebram por longas distâncias até chegarem na beira da praia (Figura 7.21).

• **mergulhante ou tubular:** são os tipos mais espetaculares de quebra de ondas. Caracteriza a forma clássica da onda, própria para a prática do surfe, arqueada, convexa atrás e côncava na frente. A crista curva-se e mergulha com considerável força, dissipando energia numa curta distância (Figura 7.22).

• **frontal ou colapsante:** é o tipo de mais difícil identificação. Ocorre em praias de pendente abrupta sobre o degrau da praia e é considerado um tipo intermediário entre o mergulhante e o ascendente (Figura 7.23).

• **sem onda:** ocorre em praias com baixa declividade. A onda não derrama nem mergulha, mas se eleva sobre a praia e a face frontal da onda permanece relativamente sem quebrar até atingir a praia (Figura 7.24).



FIGURA 7.21 – ONDAS DO TIPO DESLIZANTES



FIGURA 7.22 – ONDAS DO TIPO MERGULHANTE



FIGURA 7.23 – ONDAS DO TIPO FRONTAL



FIGURA 7.24 – PRAIA SEM ONDA

RESSACAS OU ONDAS DE TEMPESTADE

As ondas de tempestade ou ressacas são causadas pelas variações da pressão atmosférica e a atuação da tensão do vento na superfície dos oceanos.

As ressacas são ondas de pequeno período, da ordem de segundos, com grande poder destrutivo, sendo geralmente acompanhadas por marés meteorológicas intensas, de períodos de dias. Pode ocorrer que ambas (ressacas e marés meteorológicas) estejam combinadas com as marés astronômicas de sizígia (marés que ocorrem durante as luas Nova e Cheia), de períodos de horas, causando assim consideráveis inundações em regiões costeiras pouco profundas.

O distúrbio meteorológico de maior efeito para o sul do Brasil é a passagem de sistemas frontais e ciclones extratropicais, que são acompanhados de fortes tempestades vindas do Sul e Sudeste, principalmente, durante os meses de outono e inverno. A ocorrência média desses sistemas ciclônicos é de seis eventos mensais ao longo do ano, porém, a intensidade relativa de cada evento varia sazonalmente, com os sistemas mais intensos propagando-se sobre o Brasil principalmente entre os meses de abril a outubro. Esse período é chamado de “temporada de ressacas” devido à maior intensificação dos distúrbios atmosféricos.

Os ciclones extratropicais se propagam pelo sul do Oceano Pacífico, vindos da Antártica, e atravessam os Andes junto com as frentes frias com direção para Nordeste. Quando se propagam sobre a América do Sul e chegam ao Oceano Atlântico, tornam-se mais intensos, formando fortes ventos provenientes do quadrante Sul. Esses ventos são mais fortes quanto maiores forem os gradientes de pressões atmosféricas no local, soprando freqüentemente em pistas de 3 mil quilômetros de extensão e, conseqüentemente, transferindo a energia do vento para o mar, originando, portanto, as ressacas que chegam às nossas costas.

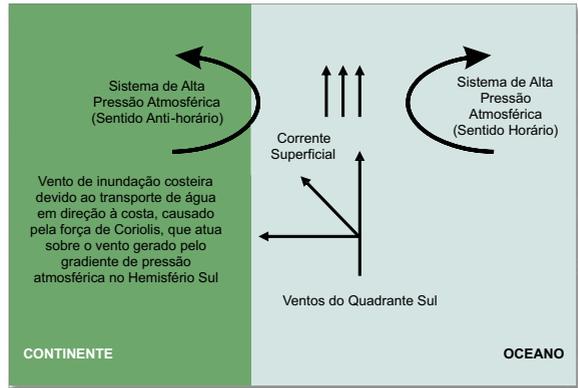


FIGURA 7.25 – GERAÇÃO DE MARÉS METEOROLÓGICAS E ONDAS DE TEMPESTADES (RESSACAS) POR MEIO DA FORMAÇÃO DE VENTOS PROVENIENTES DO QUADRANTE SUL, PARALELOS À PRAIA

As ondas de tempestade e as marés meteorológicas são direcionadas para a costa causando inundação. Para exemplificar, observe, na Figura 7.25, onde esquematicamente se discutem dois centros de pressões atmosféricas, que estão atuando combinadamente: um está sobre o continente e outro na região oceânica ao lado. Devido ao sentido de rotação de cada um, o vento gerado pelo gradiente de pressão atmosférica soprará do quadrante Sul. A tensão do vento na superfície do mar atuará causando o transporte de grande volume de água para norte, ou seja, paralelamente à costa. Porém, devido à rotação da Terra, cujo efeito é expresso por uma força chamada de Coriolis, toda a água que está sendo empurrada pelo vento terá sua direção alterada. No Hemisfério Sul, o efeito da força de Coriolis é para a esquerda, ou seja, em direção à costa. Desse modo, o nível do mar sobe e ressacas e marés meteorológicas causam destruição e inundação na zona litorânea.



FIGURA 7.26 – SEDIMENTOS TRANSPORTADOS PELAS ONDAS

Durante a ocorrência de tempestades geradas pela passagem de sistemas frontais (frente frias), ocorrem os processos de sobre-lavagem ou galgamento (*overwash process*), caracterizados pelo transporte de sedimentos jogados pelas ondas sobre as avenidas beira-mar (Balneário Camboriú) ou para retaguarda do cordão de dunas frontais (Barra Velha). Em outras localidades, entretanto,

as ondas atuam diretamente sobre o perfil praiial, erodindo as dunas frontais (praia do Gravatá, em Navegantes, e Barra do Sul, SC).

O aumento significativo do nível do mar costeiro e do nível da água dentro de sistemas semi-abrigados produz conseqüências destrutivas.

DUNAS

Os sistemas de dunas costeiras, parte integrante das regiões litorâneas, desempenham importante função ecológica. Caracterizam-se por ser uma “zona tampão” e possuem a função, quando presentes, de barrar a ação das ondas decorrentes de momentos episódicos de maior energia (ressacas) e marés meteorológicas. Sendo assim, esse ecossistema mostra-se de grande importância, apesar de ser continuamente descaracterizado morfológica e ambientalmente, devido aos distintos níveis de intervenção antrópica. Entretanto, o caráter dinâmico (rápida resposta em condições de mudança) desse sistema possibilita sua “sobrevivência” em situação de estresse, embora a perda da diversidade paisagística e ecológica seja o primeiro indicador de sua suscetibilidade ou vulnerabilidade.

7 – O CLIMA DA AMAZÔNIA AZUL

FRANCISCO ELISEU AQUINO
ALBERTO SETZER

Nossa Amazônia Azul possui características meteorológicas e climáticas próprias e muito variadas. Isso decorre de sua vasta extensão latitudinal de mais de 4 mil quilômetros entre os paralelos 5°N e 33°S, que resulta em uma superfície de quase 4,5 milhões de quilômetros quadrados de oceano e um litoral com cerca de 8,5 mil quilômetros. Nessa escala, as regiões oceânicas e terrestres necessitam ser consideradas em conjunto – e não isoladamente – para explicar o clima e o tempo da região. Para resumir seus principais sistemas meteorológicos e condições climáticas, a Amazônia Azul será dividida em três regiões: a Norte, entre o extremo norte do mar territorial brasileiro, no Amapá, e Cabo Branco, na Paraíba; a Central, entre o Cabo Branco e o Cabo de São Tomé, no Rio de Janeiro; e a Sul, desta última referência até a desembocadura do Arroio Chuí, no limite do mar territorial brasileiro com o uruguaio.

Na Região Norte, entre o Cabo Orange e o Cabo Branco, predomina uma faixa de nuvens orientada aproximadamente no sentido leste-oeste, que chega até a África e é conhecida como Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Essa faixa resulta da circulação e da convergência dos ventos alísios de Nordeste, no Hemisfério Norte, e de Sudeste, no Hemisfério Sul. As nuvens dessa faixa deslocam-se ao longo do ano, ficando entre 5°N e 15°N, nos meses de julho a outubro, próximas ao Equador, entrando no Hemisfério Sul, nos meses de janeiro a abril;

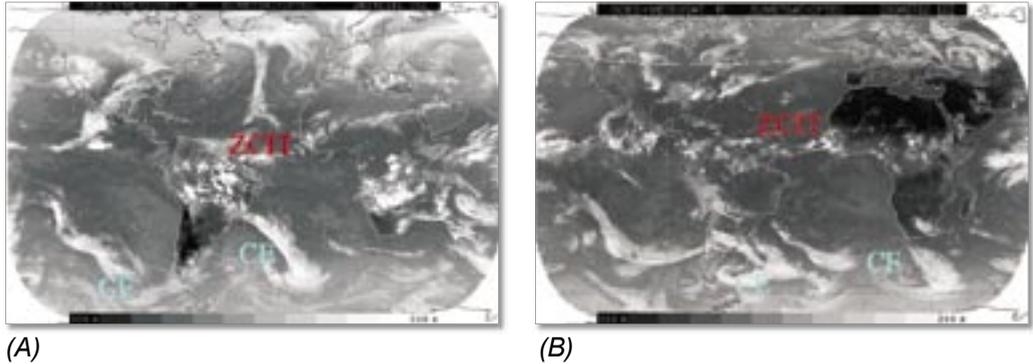


FIGURA 7.27 – NO MOSAICO DE IMAGENS DOS SATÉLITES GOES E METEOSAT, OBSERVA-SE A ATUAÇÃO DE SISTEMAS FRONTAIS ASSOCIADOS A CE, NO OCEANO ATLÂNTICO SUL, E A ZCIT, NO ATLÂNTICO EQUATORIAL, NOS MESES DE JANEIRO (A) E JULHO (B)

em períodos curtos, de poucos dias, também se observam mudanças sensíveis na sua posição – ver Figuras 7.27A e 7.27B. Sua influência é marcante nas regiões tropicais e, em particular, na distribuição e na quantidade das chuvas no setor norte do Nordeste brasileiro. Essas chuvas são do tipo convectivas e muitas vezes ocorrem na forma de fortes temporais, causando grandes prejuízos e, até mesmo, perdas de vidas. A ZCIT tem importantes efeitos regionais e, quando está mais ao Norte, ocorrem anos secos do Nordeste e temperaturas mais frias no Oceano Atlântico Tropical Sul; e vice-versa, a ZCIT mais ao sul resulta em anos úmidos no Nordeste do País e águas mais quentes no Atlântico. A massa de ar nessa região é denominada de Massa Equatorial Atlântica, cuja sigla é “mEa”.

Ao sul do paralelo 5°S, em Cabo Branco, inicia a região central, cujo limite sul é Cabo Frio, RJ. Nela há atuação marcante dos ventos alísios que sopram de leste e de nordeste em direção à costa brasileira, ao longo de todo o ano, trazendo umidade, contribuindo na formação de nuvens e, conseqüentemente, chuvas. Esses alísios ficam mais secos e fortes nos meses de junho a agosto, com intensificação e expansão da célula de alta pressão atmosférica que domina o Oceano Atlântico entre o Brasil e a África, conhecida como Anticiclone Subtropical (AST), no caso, chamado de anticiclone de Santa Helena – ver figuras 7.28A e 7.28B.

Assim, nessa segunda região, tanto nas áreas terrestres próximas à costa como nas oceânicas, as condições meteorológicas de temperaturas, ventos e precipitação resultam em um fenômeno marcadamente sazonal: no inverno, a precipitação é maior entre o Cabo Branco e Salvador. Ao sul, a precipitação é marcadamente menor, reduzindo-se na mesma intensidade e temperatura do ar. Dois outros fenômenos alteram as condições meteorológicas nessa região: as *ondas de leste* e as *frentes frias*. As ondas de leste são perturbações no campo de pressão da atmosfera que organizam uma calha de baixa pressão com chuvas, deslocando-



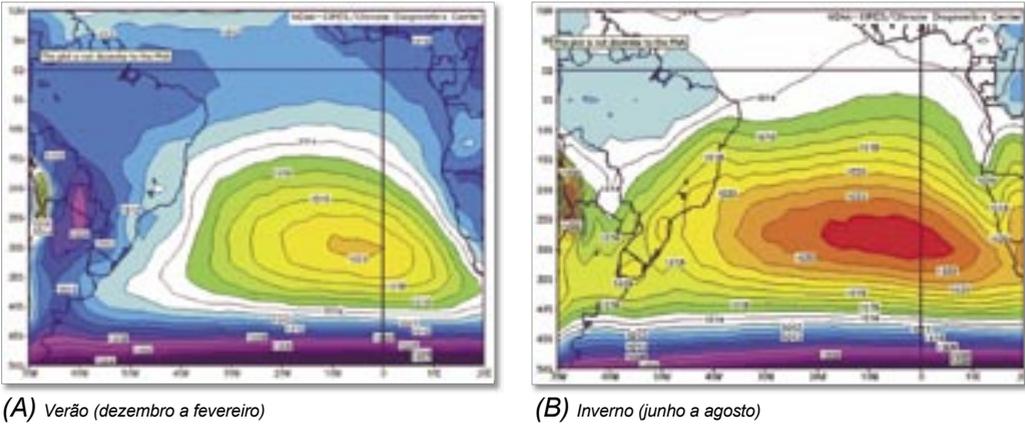


FIGURA 7.28 – MAPAS COM A CLIMATOLOGIA DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA AO NÍVEL DO MAR (hPa) ENTRE 1968 A 1996. DESTACA-SE O COMPORTAMENTO DA AST NO VERÃO E NO INVERNO

se de leste para oeste na direção da costa brasileira, sob influência dos ventos alísios. Essas ondas da atmosfera se deslocam a uma velocidade que varia entre 250 e 500 km por dia e provocam intensa precipitação. Frentes frias provenientes da região Sul do continente também atingem essa região, ocasionalmente, nos meses de maio a outubro, trazendo chuvas e quedas de temperatura significativas, além de mares agitados. Nessa região a massa de ar predominante é chamada de *Massa Tropical Atlântica* ou *mTa*.

Ao sul do paralelo 22°S, no Cabo de São Tomé, a Região Sul da Amazônia Azul estende-se até a foz do Arroio Chuí, na divisa com o Uruguai. Essa região encontra-se sob marcada influência dos ciclones extratropicais (CE) e da “Zona de Convergência do Atlântico Sul” (ZCAS). CEs, que são centros de baixa pressão atmosférica, com mais de 3 mil quilômetros de diâmetro, deslocam-se do sul do continente para nordeste e são responsáveis pela passagem das frentes frias que atuam em toda a Região Sul da Amazônia Azul, chegando, em alguns casos, até o Nordeste do País. A ZCAS é definida como uma faixa de nebulosidade persistente, orientada de noroeste para sudeste, que se estende do Sul da Amazônia ao Atlântico Sul Central, sendo bem caracterizada nos meses de verão (Figura 7.29). Sua ocorrência preferencial na Amazônia Azul é ao sul do litoral baiano, na região Sudeste do

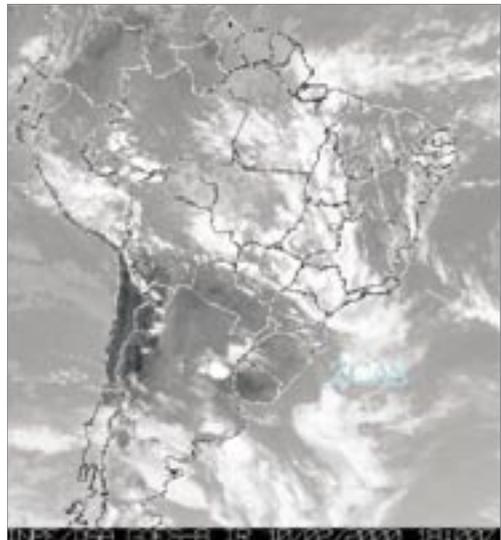


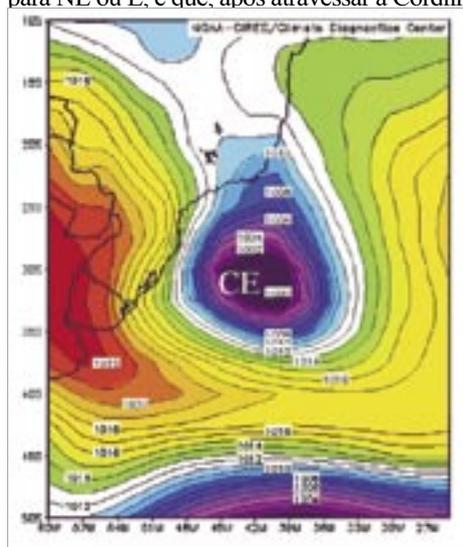
FIGURA 7.29 – IMAGEM DO SATÉLITE GOES-8 DO DIA 10 DE FEVEREIRO DE 2000, ONDE SE DESTACA A ORGANIZAÇÃO DA ZCAS NO OCEANO SUL DO PAÍS

Atlântico Sul, podendo persistir por vários dias e causando mau tempo na região de ocorrência.

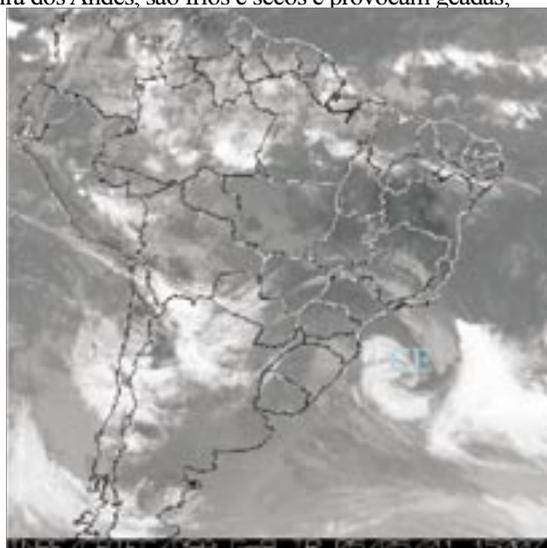
A atuação dos CEs na região Sul da Amazônia Azul deve ser enfatizada, pois esses sistemas meteorológicos, com frequência de até um por semana durante o inverno, propiciam a entrada de massas de ar frias que afetam intensamente o Sul e o Sudeste do País, atingindo até mesmo a Amazônia e o Nordeste. As condições durante e após a passagem dos CEs são bem distintas. Durante sua passagem, quando a frente fria predomina com ventos fortes, chuvas, nevoeiros e baixas temperaturas associados, as condições marítimas tornam-se preocupantes; as ressacas que resultam nas regiões costeiras do Sul e do Sudeste, em muitos casos, são violentas, destruindo calçadões, vias públicas, quiosques de beira de praia, ou qualquer intervenção humana entre o cordão de dunas frontais e a linha de praia. Também registram-se naufrágios de embarcações pesqueiras pequenas e, conseqüentemente, óbitos. Os eventos mais intensos ocorrem no caso dos CEs que possuem ventos fortes, superiores a 60 km/h (33 nós), com trajetória paralela à costa – ver Figuras 7.30A e 7.30B, originando uma agitação marítima muito intensa e, por conseqüência, ressacas que afetam a costa.

Após a passagem dos CEs, dois casos devem ser destacados em função das massas de ar que trazem em sua retaguarda:

1) os que, após uma frente fria muito organizada, trazem ar do Oceano Pacífico Sul, no sentido SW ou W para NE ou E, e que, após atravessar a Cordilheira dos Andes, são frios e secos e provocam geadas;



(A)



(B)

FIGURA 7.30 – CICLONE EXTRATROPICAL INTENSO ATUANDO NAS COSTAS SUL E SUDESTE DO BRASIL EM 5/MAIO/2001, ONDE, (A) O CAMPO DE PRESSÃO CHEGOU A 994 hPa NO SEU CENTRO, CAUSANDO FORTE AGITAÇÃO MARÍTIMA E POR CONSEQÜÊNCIA UMA RESSACA INTENSA NAS COSTAS SUDESTE E SUL DO BRASIL; (B) A IMAGEM DO CANAL VISÍVEL DO SATÉLITE GOES-8 PERMITE VISUALIZAR AS BANDAS DE NUVENS ASSOCIADAS A ESTE CE

2) os que trazem ar do Norte do mar de Weddell, na região Antártica, no sentido sul para norte, com quedas de temperatura não tão acentuadas e alta umidade, que inclusive provocam neve em algumas localidades elevadas no sul do País. Essas massas de ar são conhecidas genericamente pelo nome de Massa Polar Atlântica (MPA), embora no caso o termo polar seja incorreto, pois que são, no máximo, subpolares, do Oceano Austral. Esse oceano, que circunda o continente Antártico, está localizado entre o paralelo 60°S e a costa do continente Antártico.

E por último, ainda em relação ao Oceano Austral e seus efeitos na Amazônia Azul, é importante considerar a Corrente das Malvinas, que transporta as águas frias subantárticas para o Norte, ao longo da costa Leste da América do Sul, até o Norte do Rio de Janeiro. No sentido contrário ocorre a Corrente do Brasil, de origem equatorial e quente. A presença e a interação dessas massas de água afetam o clima da região costeira Sul e Sudeste, tanto em temperatura como em umidade e cobertura de nuvens.

8 – A IMPORTÂNCIA DOS OCEANOS PARA O EQUILÍBRIO CLIMÁTICO DO PLANETA

FERNANDO LUIZ DIEHL

Os oceanos e a atmosfera possuem íntima relação pelo fato de estarem estabelecendo contínua troca de massa e energia, por meio de gases, água e calor e, por essa razão, formam um sistema estreitamente integrado. Nesses complexos processos de trocas, os oceanos têm um papel importantíssimo na manutenção do equilíbrio climático da Terra que, de certa forma, é complementar e de importância comparável à exercida pela atmosfera.

O sol, por seus raios, é responsável por, aproximadamente, 99% de toda a energia térmica que chega à superfície da Terra, provocando a evaporação diária da água dos oceanos. A água evaporada é transferida para outras regiões do planeta, sob a forma de chuva ou neve. Quando aquecidos, os oceanos armazenam parte desse calor e, também, aceleram a evaporação.

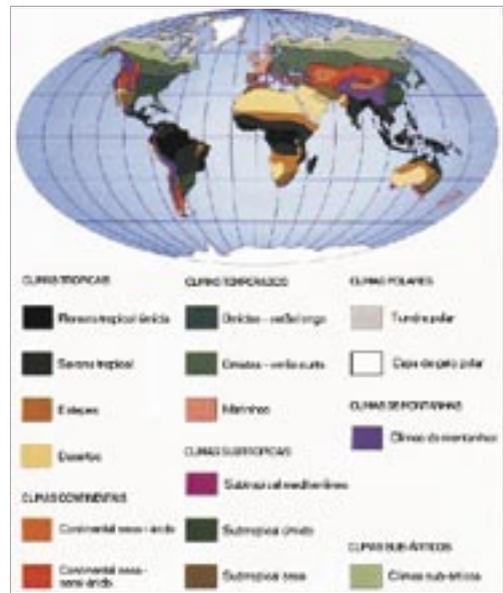


FIGURA 7.31 – CLIMAS DA TERRA

Sabemos que a água, entre as suas várias características e propriedades, possui um elevado calor específico (quantidade de calor necessária para que um grama de determinada substância possa ter sua temperatura elevada em 1°C), ou seja, é necessário fornecer ou retirar uma grande quantidade de calor para que a sua temperatura seja alterada. Devido ao elevado calor específico da água, os oceanos absorvem o calor irradiado do sol sob a forma de energia térmica, de maneira lenta e gradual, o que impede a água do mar de esquentar rapidamente e, assim, atingir temperaturas muito elevadas, o que aqueceria também a Terra. Por outro lado, após absorvido em quantidades enormes, esse calor é retido pela água e, posteriormente, liberado lenta e gradativamente para a atmosfera e para outras regiões mais frias (regiões de altas latitudes), freqüência e em locais diferentes, nos períodos em que esse suprimento de calor é reduzido, ou então durante a noite, ou, ainda, durante os meses de inverno. Dessa forma, a temperatura dos oceanos não varia bruscamente, pois durante o dia as massas de água absorvem lentamente o calor irradiado do sol, que é liberado à noite, também lentamente, à atmosfera. Essa propriedade da água de ter grande dificuldade em absorver calor e, também, grande capacidade de reter o calor após absorvido, faz com que os gradientes térmicos (diferenças de temperatura) das grandes massas de água, como os oceanos, sejam pequenos. A temperatura dos oceanos varia no espaço entre -2°C até aproximadamente 30°C e, numa dada região, a temperatura varia, em média, pouco mais de 1°C durante o curso de um dia e aproximadamente 10°C no período de um ano.

Muito mais energia é necessária para aumentar a temperatura da água, comparativamente à do ar, o que faz com que os oceanos levem mais tempo para se aquecer e para se esfriar. Dessa forma, no final do verão, quando ocorrem maiores temperaturas e maior exposição ao sol e, conseqüentemente, irradiação solar, os oceanos ainda estão sendo aquecidos, e o ar, que ainda permanece mais quente que a água, já começa a se esfriar.

As massas terrestres formadas pelos continentes, de forma contrária, têm sua temperatura elevada rapidamente como conseqüência da irradiação solar durante o dia (como conseqüência do baixo calor específico do solo e das rochas) e, à noite, quando cessa esta irradiação, perdem calor de forma rápida, baixando a temperatura também rapidamente, o que faz com que o gradiente térmico dos continentes seja bastante grande. Assim, por exemplo, nos desertos, durante o dia, temos altas temperaturas (superiores a 50°C) e durante a noite esse calor absorvido no período matutino é rapidamente perdido e dissipado para a atmosfera, fazendo com que a temperatura passe também em pouco tempo para temperaturas mínimas.

Esse processo de rápido aquecimento dos continentes, durante o dia, faz com que o ar sobre essas áreas também se aqueça, tornando-se mais leve, razão pela qual ele se eleva na atmosfera. Nesse momento, o ar marinho, mais frio e conseqüentemente mais “pesado”, flui em direção aos continentes, levando a brisa marinha. É por essa razão que, durante o dia, quando temos

sol, o vento sopra dos oceanos em direção aos continentes e, à noite, ocorre o processo inverso, pois o ar mais quente e leve, que estava mais elevado na atmosfera, esfria-se e desce.

Nos oceanos, onde o calor absorvido durante a irradiação solar é retido pela água, as massas de ar sobre essas enormes massas de água são aquecidas e, conseqüentemente, ficam mais leves e sobem na atmosfera, sendo substituídas pelas massas de ar mais frias vindas do continente. Esses processos são extremamente importantes para a manutenção de climas mais amenos nas regiões continentais costeiras.

Numa escala de tempo maior, os oceanos são os responsáveis pela retenção (absorção) do calor durante os períodos de maior irradiação solar (verão), que será posteriormente liberado gradativa e lentamente, durante os meses mais frios do inverno. Concomitantemente, o calor intenso dos meses de verão é atenuado pelas brisas marinhas (massas de ar marinho).

Nesse complexo processo de interação entre as massas de água dos oceanos, as massas de ar da atmosfera e as massas continentais, os oceanos desempenham função primordial, como regulador térmico e climático da Terra. Como sabemos, os oceanos encontram-se em constante movimento em decorrência, principalmente, das diferenças de temperatura e, ao se moverem, redistribuem o calor ao longo de todas as regiões do planeta, o que é de importância fundamental no clima global.

O calor irradiado pelo Sol e absorvido pelos oceanos, como já mencionado, é armazenado e, posteriormente, transferido às distintas regiões do planeta pelas correntes de ar (massas de ar) e, também, pelas massas de água (correntes), seja por meio de movimentos verticais (afundamentos de massas de água superficial ou ressurgência de águas profundas) e horizontais, pelas correntes marítimas ou marinhas. Essas últimas constituem-se em fluxos de água de grande extensão que cruzam os oceanos da Terra, carregando grandes porções de água denominadas de massas de água. Além das correntes marinhas superficiais, existem também as correntes marinhas de profundidade, chamadas de termohalinas devido à influência da temperatura na massa de água e, então, na sua densidade. As correntes marinhas de profundidade, que carregam massas de água mais frias, circulam em maiores profundidades que as correntes marinhas que carregam massas de água mais aquecidas, pois apresentam maiores densidades.

As correntes marítimas são conhecidas há muito tempo, mas a sua influência no clima e nas variações meteorológicas só foi reconhecida recentemente. A corrente do Golfo, por exemplo, uma das mais estudadas, que nasce na região do Caribe e vai até o Norte da Europa, foi descrita em 1777 pelo norte-americano Benjamin Franklin, quando publicou a carta da Corrente Quente do Golfo (*Gulf Stream*) em colaboração com Timothy Folger. Entretanto, somente há poucas décadas foi descrita sua importância no aquecimento e na influência climática do Norte Europeu. Essa corrente, que transfere o calor gerado nas baixas latitudes para as regiões mais frias da costa Oeste européia, à medida que vai “migrando” para o Norte vai perdendo calor. As maiores

temperaturas das suas massas de água, durante os meses de inverno, facilitam a evaporação no Atlântico Norte, sob a forma de vapor mais aquecido que cria uma corrente atmosférica, a qual barra a entrada do ar frio procedente da Ásia central. Dessa forma, o ar frio asiático que se dirige em direção à Europa central é barrado, mantendo as temperaturas daquela região mais amenas.

Um marco muito importante para a oceanografia e o conhecimento das correntes marítimas foi a publicação, em 1855, do livro *The Physical Geography of the Sea*, de autoria de Matthew Fontaine Maury. Esse oficial da marinha norte-americana, utilizando dados recolhidos nos diários de bordo de navios que cruzavam o Atlântico, estabeleceu importantes relações entre as correntes e a meteorologia. Entretanto, o primeiro estudo científico sobre as correntes marinhas foi publicado por William Ferrel, em 1856, onde foram descritos os efeitos da rotação da Terra nas correntes geradas pelo vento. Mais tarde, este autor derivou a equação que relaciona o gradiente da pressão barométrica e a velocidade do vento.

Algumas correntes marinhas superficiais são muito velozes, como é o caso da Corrente do Golfo, na costa Leste dos Estados Unidos da América (EUA). Esta corrente é uma das mais estudadas, pois transfere o calor gerado nas baixas latitudes para as regiões mais frias da costa Oeste Européia, exercendo função primordial no aquecimento do continente europeu. Sua velocidade pode ser superior a 2 m/s.

9 – CAMADA DE OZÔNIO

O QUE É A CAMADA DE OZÔNIO?

A Camada de Ozônio é uma concentração de gás ozônio situada na alta atmosfera, entre 10 km e 50 km da superfície da Terra. Ela funciona como um filtro solar, protegendo todos os seres vivos dos danos causados pela radiação ultravioleta (UV-B) do sol. A absorção do UV-B por essa espécie de escudo cria uma fonte de calor, desempenhando papel fundamental na temperatura do planeta.

Mas, algumas substâncias produzidas pelo homem, como os gases clorofluorcarbono (CFC) – utilizados durante anos em geladeiras, condicionadores de ar, sprays, etc., vêm atacando essa camada protetora, levando a uma diminuição desse filtro. O resultado é que uma quantidade muito maior de raios UV-B está chegando à Terra.

A redução da Camada de Ozônio provoca efeitos nocivos para a saúde humana e para o meio ambiente. Nos seres humanos, a exposição a longo prazo ao UV-B está associada ao risco de dano à visão, à supressão do sistema imunológico e ao desenvolvimento do câncer de pele.

Os animais também sofrem as conseqüências com o aumento do UV-B. Os raios ultravioletas prejudicam os estágios iniciais do desenvolvimento de peixes, camarões, caranguejos e outras formas de vida aquáticas e reduz a produtividade do fitoplâncton, base da cadeia alimentar aquática.

POR QUE A CAMADA DE OZÔNIO ESTÁ SENDO DEGRADADA?

Há um consenso mundial sobre a teoria de que o cloro contido nas substâncias químicas artificiais liberadas na atmosfera é responsável pela destruição do ozônio na estratosfera. Grande parte desses compostos são constituídos pelos CFC 11, 12, 113, 114 e 115, brometo de metila e halons (agentes de extintores de incêndio – 1211, 1301, 2402). Substâncias contidas em erupções vulcânicas ou mesmo nos oceanos também agredem a camada mas, nesses casos, a natureza sempre demonstrou fôlego para se recompor. Os CFC, desenvolvidos em 1928, foram utilizados durante anos em geladeiras, condicionadores de ar, sistemas de refrigeração, isolantes térmicos e *sprays*.

A estrutura estável desses produtos químicos permite atacar a camada de ozônio. Sem sofrer modificações, a intensa radiação UV-B destrói as ligações químicas, liberando o cloro que separa um átomo da molécula de ozônio, transformando-o em oxigênio. O cloro atua como catalisador, levando a cabo essa destruição sem sofrer nenhuma mudança permanente, de maneira a poder continuar repetindo o processo. Estima-se que uma única molécula de CFC teria a capacidade de destruir até cem mil moléculas de ozônio.

Os mais perigosos produtos têm vida longa. O CFC-11 dura em média 50 anos, o CFC-12, em média 102 anos e o CFC-113, em média 85 anos. Portanto, as emissões dessas substâncias químicas influenciarão no processo de esgotamento da camada de ozônio durante muitos anos.

Já o brometo de metila é uma substância (gás) utilizada para a fumigação de solos, visando à eliminação de fungos, bactérias e patógenos. Também tem grande potencial de destruição da camada de ozônio.

Os gases Halons são utilizados principalmente para o combate a incêndios e também nos seguintes setores e produtos:

- refrigeração e serviços
- solventes e esterilizantes
- extinção de incêndio
- agrícola
- aerossóis (indústria farmacêutica)
- espumas

A cada primavera, no Hemisfério Sul, aparece um “buraco” na camada de ozônio sobre a Antártica, tão grande como a superfície dos Estados Unidos (20 a 25 milhões de km²). O “buraco” não é na realidade um buraco, e sim uma região que contém uma concentração baixa de ozônio. Esse termo tecnicamente incorreto dá uma idéia à opinião pública sobre a dimensão e a gravidade da situação. O problema é pior nessa parte do globo devido às temperaturas baixas e à presença

de nuvens polares estratosféricas (menos de -80°C) que retêm cloro e bromo. Com o retorno da primavera e o descongelamento das nuvens, esses elementos são liberados e reagirão com o ozônio.

O QUE O BRASIL ESTÁ FAZENDO?

No Brasil, as primeiras ações de restrição às Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio (SDO) ocorreram no âmbito da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, com a edição da Portaria SNVS nº 1, de 10.8.88, que definiu instruções para os rótulos de embalagens de aerossóis que não contivessem CFC e, logo em seguida, com a Portaria nº 534, de 19.9.88, que proibiu, em todo o País, a fabricação e a comercialização de produtos cosméticos, de higiene, perfumes e saneantes domissanitários, sob a forma de aerossóis, que tivessem propelentes à base de CFC.

A adesão do Brasil à Convenção de Viena e ao Protocolo de Montreal, além dos ajustes estabelecidos na reunião de Londres, ocorreu em 19 de março de 1990 (Decreto nº 99.280, de 6.7.90). Essa adesão forçou a elaboração de diversas normas e o estabelecimento de um plano de eliminação do uso do agrotóxico brometo de metila, além da defesa de projetos nacionais no Fundo Multilateral para a Implementação do Protocolo de Montreal.

De acordo com o que foi estabelecido no Protocolo de Montreal, o Brasil, como um país em desenvolvimento, terá até o ano 2010 para eliminar a produção e o consumo das SDO, por meio da conversão industrial e tecnologias livres. Entretanto, o Brasil resolveu diminuir o prazo para acabar com o CFC. Uma resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) estabeleceu como data limite o ano de 2007, para banir as importações dos CFC – produto que não é mais produzido no Brasil desde 1999.

Em 11 de março de 1993, o Ibama baixou a Portaria nº 27, estabelecendo a obrigatoriedade do cadastramento naquele Instituto de todas as empresas produtoras, importadoras, exportadoras, comercializadoras ou usuárias de SDO. Apesar de contar com mais de seiscentas empresas sob controle, aquele órgão detectou a necessidade de aperfeiçoamento e sistematização de seu cadastro, baixando a Portaria Ibama nº 29, em 2 de maio de 1995. Assim, determinou o fornecimento dos quantitativos anuais de cada empresa que manipule mais de uma tonelada anual de SDO até a sua eliminação, permitindo, com isso, o atendimento aos compromissos das partes em fornecer, anualmente, os dados estatísticos brasileiros ao Secretariado do Protocolo.

Outra iniciativa do governo foi a elaboração do Programa Brasileiro de Eliminação da Produção e do Consumo das Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio (PBCO), encaminhado, em julho de 1994 (e atualizado em 1999), ao Secretariado do Protocolo de Montreal. O PBCO contempla um conjunto de ações de cunho normativo, científico, tecnológico e econômico,

centrado nos projetos de conversão industrial e de diagnóstico de todos os segmentos produtores e usuários, definindo estratégias para a eliminação da produção e do consumo das SDO.

O PBCO prevê, da parte do governo, o estabelecimento de política que defina reduções das cotas de produção de SDO para todas as empresas produtoras locais. Além disso, contempla estratégias de limitação gradual e proibição de importações de SDO, bem como a proposição do aumento de taxas federais/estaduais aplicáveis àquelas importações. Outras ações mais específicas compreendem:

- proibição de fabricação, importação, exportação e comercialização no mercado interno de novos produtos que contenham SDO;
- estímulo à substituição e desencorajamento do uso de SDO;
- incentivo tributário para estimular consumidores a adotarem tecnologias alternativas;
- etiquetagem (selo) para substâncias não danosas à camada de ozônio;
- criação de linhas de crédito para estimular projetos de conversão industrial para pequenas e médias empresas;
- procedimentos regulatórios complementares para produção e importação de SDO;
- programas de treinamento de técnicos e certificação de estabelecimentos de reparos em equipamentos de refrigeração;
- programas específicos de conscientização para pequenas indústrias e empresas de serviços;
- regulamentação para coibir as emissões voluntárias e fugitivas durante manutenção ou operação de equipamentos contendo SDO;
- programa de garantia de qualidade para gases reciclados e substâncias alternativas.

Evolução do buraco da camada de ozônio sobre a antártica

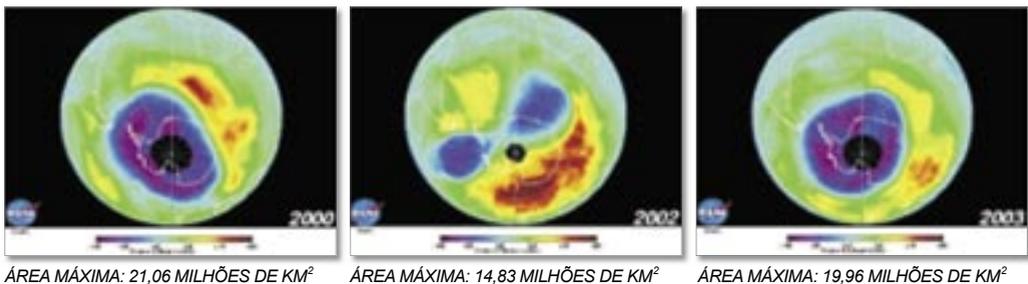


FIGURA 7.32 – O BURACO DE OZÔNIO DA ANTÁRTICA (CORES AZUL E PRETA) EM 3 SITUAÇÕES:

- EM 2000, QUANDO ATINGIU A SUA MAIOR ÁREA, CHEGANDO ATÉ AO SUL DO CONTINENTE AMERICANO;
- EM 2002, QUANDO UM AQUECIMENTO ATÍPICO DA ESTRATOSFERA DIVIDIU O BURACO EM DUAS PARTES;
- EM 2003, QUANDO ALCANÇOU A SEGUNDA MAIOR EXTENSÃO

PERGUNTAS E RESPOSTAS

1) A costa Norte-Nordeste do Brasil recebe a influência direta de duas importantes correntes marinhas. Quais são elas e suas características?

A Corrente do Brasil e a Corrente das Guianas. Ambas são de águas quentes e constituem ramos da Corrente Sul-Equatorial, que se desloca no sentido Leste-Oeste. A partir da costa Norte-Nordeste do Brasil, a primeira se desloca para o Sul e a segunda para Noroeste.

2) A costa Sul do País, por sua vez, é durante certa parte do ano banhada por uma terceira corrente marinha. Cite seu nome e suas características.

Trata-se da Corrente das Malvinas. Proveniente da região circumpolar antártica, traz águas frias e costuma adentrar sob as águas mais aquecidas de procedência tropical.

3) O nível do mar varia em escala diuturna e também em escala temporal maior, com ou sem regularidade. Cite os fatores que levam à oscilação do nível do mar.

Em termos de nível diário, são os astros, por meio das marés, os principais causadores de oscilações regulares no nível do mar. Oscilações irregulares, porém, são muito sentidas por ação dos ventos. Em escala de longo prazo, os movimentos tectônicos, o degelo nos pólos e as correntes marinhas são os principais agentes causadores de variações, regulares ou não.

4) Como são formadas as ondas e por que as ondas no Havaí são consideradas as mais perfeitas?

Os tipos de fundos têm influência na qualidade da formação das ondas, como se vê aqui:

a) Fundo de Areia: são bancos de areia que se modificam de acordo com as correntes e os ventos; são cercados de valas que fazem a boa formação das ondas ou não, quando elas estão com pouca força. As valas são buracos ou correntes onde a água empurrada pelas ondulações para a praia retorna ao oceano. Elas ficam sempre entre dois bancos de areia; muito boas para os surfistas, pois chega-se ao fundo com mais facilidade, como também perigosas para os banhistas, pois muitos se afogam nelas, lutando contra sua força. Exemplo de fundos de areia: Barra da Tijuca (RJ), Hossegor (França), Puerto Escondido (México).

b) Fundo de Pedra: formados perto de encostas que têm origem no mar, são fundos constantes que só dependem de uma boa ondulação vinda na direção certa. Exemplos de fundos de pedra: Rincon Point (Califórnia), Silviera (SC-Brasil). Em alguns lugares, longe de encostas, existem acúmulos de pedras que fazem ondas de boa formação no meio das praias.

c) Recifes de Coral: esse tipo de fundo se classifica de duas formas – o que se forma a partir da praia e o que se forma longe delas. Nos que se formam longe das praias, como Pipeline e Serrambi (Pernambuco), as ondulações encontram as paredes de recifes e nelas

se quebram, longe da praia, acabando nos canais (valas). Dependem de um conjunto de fatores para que se tornem realmente boas.

O outro tipo de fundo de coral se forma a partir da praia ou de fundos muito rasos que quase formam pequenas ilhotas e, pela proximidade um do outro como arquipélago, qualquer tipo de ondulação e vento proporciona um bom divertimento, fazendo ondas cujos picos muitas vezes só conseguimos alcançar com barcos. (Ex.: Cloudbraks de Tavarua em Fidji). Nesse último tipo, deve-se ter muita atenção com a variação das marés, pois, quando muito baixas, podem tornar muito perigoso o banho de mar ou a prática de esportes (os corais são muito afiados e em muitos momentos ficam expostos, podendo causar ferimentos).

Mas o que faz do Havai um lugar com ondas tão perfeitas? A resposta é simples. Todas são praias com longas formações de fundo de coral que garantem as condições perfeitas para a formação das ondas. Ao mesmo tempo belas e perigosas, as ondas de fundo de coral são famosas não só pela sua perfeição, mas também por cobrarem um preço alto dos surfistas. Na lendária praia de Pipeline (Havai), durante a temporada de ondas gigantes, não é raro encontrar surfistas na água com capacetes para proteger suas cabeças dos corais nas quedas mais fortes.

Desenvolver mentalidade marítima em nosso povo, coerente com a evolução tecnológica que atualmente atinge altos níveis de desenvolvimento, é um grande desafio. A obtenção dessa mentalidade construtiva é tão fundamental quanto preservar os recursos do mar.



8

CAPÍTULO

O FUTURO DOS OCEANOS: DESAFIOS E PERSPECTIVAS

CARLOS FREDERICO SIMÕES SERAFIM

Ao longo da história, o desenvolvimento da ciência e a rápida evolução tecnológica vêm possibilitando desvendar os mistérios dos oceanos, descobrir sua incrível diversidade biológica, seu imenso potencial biotecnológico e seus vastos recursos minerais, como o petróleo e o gás natural, bem assim os nódulos polimetálicos, verdadeiras jazidas depositadas no fundo dos mares.

Na última metade do século passado, atingiu-se um enorme conhecimento sobre a imensidão azul. Ademais, notaram-se diversas transformações na relação do homem com o mar, sobretudo o surgimento da preocupação com a degradação ambiental do planeta, que teve como marco inicial a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, realizada, em 1972 em Estocolmo, Suécia, quando, pela primeira vez, a comunidade internacional se reuniu para discutir a necessidade de ordenar o desenvolvimento, de maneira a preservar o meio ambiente global.

A partir daquele momento histórico, o mundo começou a compreender a necessidade de direcionar o olhar para o meio ambiente, que já apresentava sinais claros de degradação. Aquele evento, sem precedentes, uniu países industrializados e em desenvolvimento em torno de uma causa comum e incitou o desdobramento de uma série de Conferências da ONU, que vieram a tratar de diversas áreas relacionadas com a preservação do planeta.

Somente em 1987, como resultado da criação da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento, implantada em 1983, surgiu o *Relatório Nosso Futuro Comum*. Essa Comissão também propôs a realização de uma conferência mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento, instituindo o conceito de desenvolvimento sustentável, caracterizado como



FIGURA 8.1 – LABORATÓRIO DE BIOLOGIA MARINHA E BIOTECNOLOGIA

aquele que atende às necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade de as futuras gerações terem suas próprias necessidades atendidas.

Em decurso dessa escalada ambientalista, deu-se, em 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, Brasil, passando a ser conhecida como Cúpula da Terra, ou, simplesmente, Rio-92, que gerou os seguintes documentos:

- Agenda 21, que estabelece um programa de ação global, disposto em 40 capítulos;
- Declaração do Rio, disposta em 27 princípios pelos quais deve ser conduzida a interação dos humanos com o planeta;
- Declaração de Princípios sobre Florestas;
- Convenção da Diversidade Biológica;
- Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas.

Esses documentos, particularmente a Agenda 21 e a Declaração do Rio, definiram os contornos das políticas essenciais para alcançar um modelo de desenvolvimento sustentável que se adequasse às necessidades dos países pobres e reconhecesse os limites do desenvolvimento, de forma a atender às necessidades globais.



FIGURA 8.3 – RIO-92 – PAVILHÕES DO RIOCENTRO

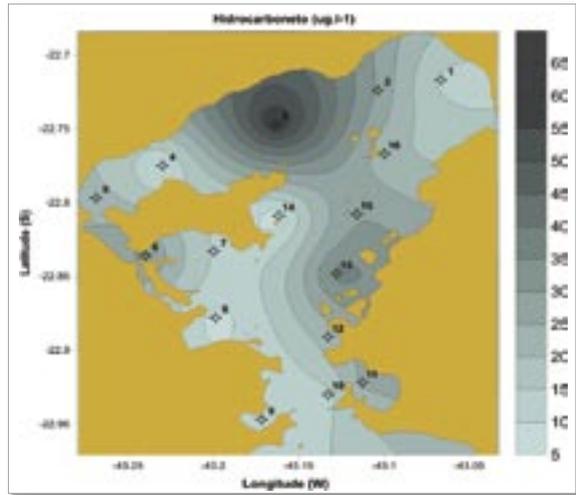


FIGURA 8.2 – MONITORAMENTO DA POLUIÇÃO HÍDRICA DO MEIO AMBIENTE MARINHO DA BAÍA DE GUANABARA, RIO DE JANEIRO

Em 2002, a cúpula mundial sobre desenvolvimento sustentável reuniu-se em Joanesburgo, África do Sul – a denominada Rio + 10, onde foi feita uma revisão dos progressos alcançados desde a implantação da Agenda 21 e de outras deliberações da Rio-92, levando à renovação dos compromissos políticos para se alcançar o desenvolvimento sustentável.

O presente século nasce com a expectativa de que novas tecnologias tragam significativas contribuições às pesquisas sobre os oceanos e seus recursos.

Os avanços decorrentes da ampliação do conhecimento em diversos campos da ciência e da tecnologia possibilitaram a exploração e a realização de pesquisas em solos e subsolos marinhos, em grandes profundidades – com o desenvolvimento de materiais altamente resistentes à corrosão e às elevadas pressões –, a fabricação de equipamentos eletrônicos submarinos e a consecução de técnicas acústicas empregadas no estudo da geologia e da geofísica marinhas.

A utilização de novos recursos tecnológicos, empregados no monitoramento e na fiscalização do meio ambiente, não garante a alteração do atual cenário mundial. A utilização de satélites, equipados com sensores cada vez mais modernos e dotados de alta capacidade de discriminação, aptos a rastrear os fenômenos das mudanças globais, não afiança que as agressões ambientais sejam estancadas. Para isso, será preciso adquirir uma conscientização global no trato da ecologia, onde os impactos ambientais provocados por ações antrópicas, em busca do desenvolvimento, sejam considerados aceitáveis.



FIGURA 8.4 – SONDA INVASIVA E REMOTA



FIGURA 8.5 – SATÉLITE

Felizmente, as questões ambientais concernentes aos oceanos deixam de ser aviltadas. Diversos diplomas legais já foram estatuídos e suas diretrizes estão sendo colocadas em prática para preservar a vida e os recursos dos mares.

A cadeia alimentar, cuja base reside nos oceanos, começa a ser preservada. Nesse contexto, observa-se que, mais recentemente, outros conceitos sobre as leis que regem a vida nos oceanos começam a ser mais bem compreendidos. Algumas Organizações Não-Governamentais (ONGs), voltadas para questões ambientais, ainda conseguem se manter independentes e permanecem sem grandes compromissos com os interesses políticos de toda ordem. Elas começam a sensibilizar e a induzir a opinião pública mundial, não apenas para seus direitos,



FIGURA 8.6 – URBANIZAÇÃO NA ZONA COSTEIRA, CAMBORIÚ (SC)

mas principalmente para sua maior obrigação: a de cobrar a adoção de políticas públicas voltadas para a preservação dos recursos marinhos.

Por conta disso, a ocupação da faixa costeira, em quase todos os litorais do mundo, já vem sendo objeto de preocupação por parte das autoridades públicas, no sentido de que a questão ambiental seja tratada o mais racionalmente possível, evitando agressões e preservando importantes recursos para esta e para futuras gerações.

Os elevados custos e a alta tecnologia requeridos pelas pesquisas marinhas são obstáculos a serem superados com perseverança e determinação. O deslocamento de meios flutuantes para realização de coleta de dados oceanográficos envolve recursos financeiros significativos e emprego de equipamentos sofisticados.

Acompanhar o desenvolvimento de novas tecnologias e a formulação de novas teorias configura uma tarefa hercúlea. Podem-se citar, como exemplo, as seguintes áreas de estudos ainda não dominadas totalmente pelo País: tectônica de placas; recursos genéticos encontrados nas fontes hidrotermais (fumarolas); geologia e geofísica dos fundos oceânicos; teorias sobre interações e trocas que ocorrem entre os oceanos e a atmosfera. Tais pesquisas são comumente estudadas pela comunidade científica mundial, mas são campos restritos para poucos países. Curiosamente, alguns conceitos ainda necessitam ser reformulados e desmistificados sobre nosso planeta. A necessidade de se harmonizarem tais conceitos é uma questão fundamental. Há de se buscar, de imediato, o equilíbrio no crescimento sustentável, tanto em termos ambientais, quanto nas questões sociais.



FIGURA 8.7 (ESQ.) – EXPLOSÃO DE ALGAS

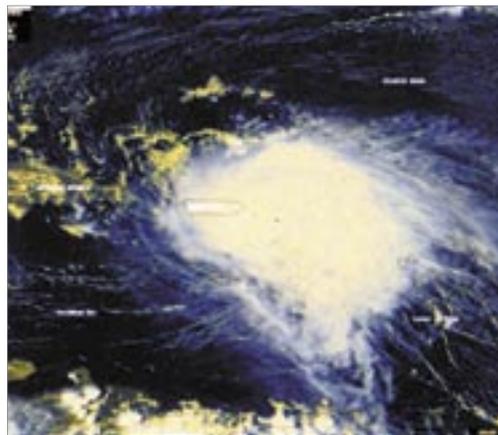


FIGURA 8.8 (DIR.) – INTERAÇÕES ENTRE OCEANO E ATMOSFERA NA REGIÃO DO CARIBE

Nesse quadro, encontramos todos os tipos de agressões como: poluição; sobrexplotação dos recursos marinhos; pressões populacionais nas zonas costeiras; explosão de algas (fenômeno causado pelo excesso de fosfato como, por exemplo, pelos nutrientes despejados nos estuários pelas carcinoculturas), acarretando o crescimento exagerado de um grupo de organismos, as cianobactérias, consideradas algas por realizarem fotossíntese e sintetizarem clorofila. Além disso, o excesso de algas, que torna a água turva, diminuindo a penetração da luz, causando queda no processo fotossintético, declínio de oxigênio, redução das trocas gasosas e, conseqüentemente, perda da biodiversidade marinha, pela morte de vários seres vivos marinhos; e os impactos com a amplificação de processos erosivos, que geralmente resultam em prejuízos para a saúde das populações litorâneas. Juntem-se a esse mosaico as necessidades de geração de mais energia e a produção de mais alimentos oriundos de recursos do mar para atender à crescente demanda da população mundial.

Como desafio global, emergem novas questões que, ao longo do tempo, poderão se firmar como novos campos de pesquisas, definindo novos critérios e procedimentos, com regras rígidas para a exploração racional dos oceanos. Nesse sentido, é importante, por exemplo, que os processos que regem as interações oceano-atmosfera sejam efetivamente conhecidos, já que elas afetam diretamente o clima, assim como a frequência das oscilações que ocorrem nas regiões equatoriais.

Nessas questões, os fenômenos El Niño e La Niña vêm representando um desafio na compreensão das mudanças climáticas associadas aos eventos de aquecimento global e à variação do nível dos mares.

Atualmente, as questões ligadas aos oceanos assumem uma particularidade holística, interdisciplinar e internacionalizada, requerendo o estabelecimento de novas diretrizes que devem ser adotadas em praticamente todos os níveis. Novas posições podem ser cobradas dos governantes, persuadindo-os a buscar a adoção de políticas públicas de preservação, condizentes com as necessidades das suas populações.



FIGURA 8.9 (ESQ.) – DANO AMBIENTAL CAUSADO POR DERRAMAMENTO DE ÓLEO

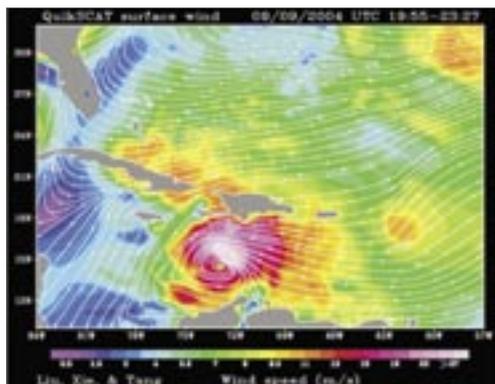


FIGURA 8.10 (DIR.) – FURACÃO IVAN: MUDANÇAS CLIMÁTICAS PROVOCADAS PELO EL NIÑO

Os deveres do Estado devem ter a contrapartida das populações mais diretamente ligadas aos mares. Assim, autoridades portuárias, armadores, pescadores e todos aqueles que se utilizam dos oceanos, têm, no mínimo, a obrigação de usá-los e, principalmente, de preservá-los.

A dimensão dos efeitos ambientais causados pela introdução de poluentes no mar não depende exclusivamente do volume e da composição do material despejado, mas também da inter-relação desses e de uma série de outros fatores, tais como a localização geográfica e suas variáveis biológicas, oceanográficas e meteorológicas.

Há de se aproveitar a ampla cobertura e o poder de penetração dos novos meios de comunicação para divulgar, a todas as camadas das populações, alguns conceitos fundamentais referentes às questões ambientais. Divulgar, por exemplo, que a contaminação em meios aquosos é a presença de concentrações elevadas de substâncias na água, de material orgânico ou não, cuja ocorrência supera os níveis naturais para uma determinada área, de um organismo específico. Poluição marinha, por sua vez, é a introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias ou energia no ambiente marinho (incluindo estuários) que resultem em efeitos danosos para os recursos naturais e para a saúde humana, em impedimento ou prejuízos para atividades econômicas, como a pesca e o turismo, em perda de qualidade da água para uso humano e em redução das belezas naturais e da própria qualidade de vida das populações.

Outra questão fundamental é a restauração de áreas costeiras, com os investimentos que se fazem necessários, fundamentada em estudos e levantamentos prévios. Hoje, a falta de recursos para o desenvolvimento de pesquisas mais detalhadas, como exigem as questões ambientais, é dificuldade constante.

No Brasil, pelas características do nosso litoral, julga-se bastante viável a adoção de procedimentos que poderão alavancar os programas de preservação e exploração racional da Amazônia Azul. Destacam-se os programas de caráter regional, que devem ser priorizados com a participação das comunidades, contribuindo com a inclusão social e o desenvolvimento sustentável.

De certa forma, isso já vem sendo feito com alguns programas do Governo Federal, aí incluídos os da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM). Destacam-se os programas aplicados com sucesso em algumas áreas costeiras, como por exemplo o Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), levado a cabo com o apoio de universidades e da Marinha do Brasil. Ressalta-se, por suas características,

que as populações costeiras são as que realmente possuem capacidade de melhor assimilar as práticas protecionistas, principalmente aquelas voltadas para a preservação do ambiente marinho.

Desenvolver mentalidade marítima em nosso povo, coerente com a evolução tecnológica que atualmente atinge níveis de desenvolvimento, é um grande desafio. A obtenção dessa mentalidade construtiva é tão fundamental quanto preservar os recursos do mar.

O aspecto social, além de resgatar o orgulho das populações ligadas ao mar, certamente despertará novos conceitos para incentivar as novas gerações. Ao se divulgar que dos oceanos emana a vida como fonte de sustento, teremos as perspectivas promissoras de despertar uma consciência voltada para o mar. Todavia, a realidade ainda é outra. As ações de efetiva preservação dos ambientes terrestres ou marinhos devem ser imediatas. Somente assim as novas gerações poderão adquirir a verdadeira mentalidade marítima.

Em determinado discurso, a ministra do Meio Ambiente, Marina Silva, externou a seguinte visão de futuro: “Somente conseguiremos enfrentar e vencer as dificuldades que a realidade nos apresenta se o nosso sonho for mais forte do que esta realidade. E a história está cheia de sonhadores que ousaram fazer com que seus sonhos fossem mais fortes e maiores que a realidade: Martin Luther King, Gandhi e Nelson Mandela. Foi com esses sonhos e por esses sonhos que deram o melhor de suas vidas, realizando neles os mais belos exemplos da história. Como que mostrando aos realistas que, se existe uma realidade a ser aceita, é o fato de que sempre foram os sonhadores que mudaram e preservaram o que há de melhor em todo o mundo, em todos os momentos”.

Finalmente, para que, em futuro próximo, se possa dispor de uma estrutura capaz de fazer valer nossos direitos no mar, é preciso que sejam delineadas e implementadas políticas para a exploração racional e sustentada das riquezas da Amazônia Azul, assim como que sejam alocados os meios necessários para que a Marinha do Brasil possa cumprir com suas atribuições de vigilância e proteção dos interesses do Brasil no mar.



FIGURA 8.11 – PROJETO ORLA

PERGUNTAS E RESPOSTAS

1) A Floresta Amazônica é o pulmão do mundo?

Na década de 70, um jornalista estrangeiro, por ocasião de uma visita à Amazônia, querendo enaltecer a importância da floresta, afirmou que essa era o “pulmão do mundo”, sendo a responsável pela manutenção da taxa de oxigênio da atmosfera.

As florestas tropicais são extremamente importantes para o planeta, tanto pela sua biodiversidade quanto para a manutenção das condições ambientais locais e globais, funcionando como um filtro para a poluição proveniente da emissão de gases. Também são fundamentais na manutenção da temperatura e da pluviosidade locais.

Com relação à renovação e à manutenção das taxas de oxigênio no planeta, são as algas azuis, principalmente as marinhas, que cumprem esse papel importante, pois, por mais que seja alta a atividade fotossintética nas florestas tropicais, também é extremamente elevado o consumo de oxigênio nelas.

Mais de 70% da superfície da Terra é água. Os oceanos são responsáveis por grande parte do equilíbrio ambiental de nosso planeta. São as algas marinhas o pulmão do mundo.

2) Qual é o principal elemento regulador do clima da terra?

A camada superficial dos oceanos, em seus primeiros três metros de profundidade, armazena a mesma quantidade de calor que toda a atmosfera. Esse calor é liberado e reabsorvido regularmente em um ciclo do oceano para a atmosfera e vice-versa. Conseqüentemente, é fundamental o conhecimento da circulação oceânica para que o regime climático do nosso planeta possa ser compreendido em escalas temporais da ordem de décadas. Em escalas menores, padrões atípicos na taxa e no tamanho dessa interação oceano-atmosfera podem causar eventos meteorológicos extremos (furacões, enchentes, secas, etc.).

Do calor retido pelos oceanos, uma parte é liberada para a atmosfera (principalmente por evaporação e radiação de onda longa). O restante do calor é transportado pelas correntes para outras áreas, especialmente as altas latitudes. Assim, a radiação solar retida pelos oceanos é o principal agente tampão do clima terrestre. Variações nesses padrões de transporte acarretam grandes mudanças climáticas (ex.: eras glaciais).

3) Poderão ocorrer tsunamis na costa brasileira?

Tsunami vem do japonês: tsu (porto) e nami (onda). Os tsunamis são causados por sismos (terremotos) submarinos ou erupções vulcânicas debaixo dos oceanos. Essas ondas podem mover-se a centenas de milhas por hora e alcançando regiões distantes dos locais de origem das ações vulcânicas que os causam. Quando os tsunamis alcançam a terra, podem causar

muitos danos devido à inundação súbita provocada pelas altas ondas. Cerca de 80% de todos os tsunamis acontecem no Oceano Pacífico. No meio do Oceano Atlântico, a placa tectônica sul-americana faz fronteira com a placa africana. As placas do Atlântico estão se afastando uma da outra, e a acomodação do terreno causa tremores pequenos. Um terremoto de grandes proporções nessa região é considerado praticamente impossível. É verdade que tsunamis podem ter outras causas, como a queda de um grande meteoro no mar. Mesmo assim, a chance de um meteoro de grandes dimensões cair na Terra é mínima, muito menor do que a chance de alguém ganhar sozinho na Mega-Sena.

4) Por que está aumentando a incidência de ataques de tubarões no Nordeste brasileiro em especial no litoral de Pernambuco?

Os tubarões são, basicamente, marinhos e pelágicos, habitam as águas costeiras e oceânicas, da superfície ao fundo, em praticamente todos os oceanos e mares. Possuem hábitos alimentares carnívoros, tendo uma dieta regular de peixes, crustáceos, lulas, polvos, tartarugas, raias e outros caçotes. No Brasil estão presentes em todo o litoral, particularmente no Norte e no Nordeste.

Em todo o mundo são conhecidas mais de 400 espécies (80 no Brasil), cujos tamanhos podem variar de 15 cm a 18 m de comprimento, sendo que em torno de trinta espécies já provocaram, comprovadamente, acidentes com o homem. Dessas, os registros demonstram que somente doze, no litoral brasileiro, são perigosas e realmente podem atacar banhistas, surfistas, pescadores e mergulhadores.

Com relação ao aumento na incidência de ataques de tubarões no litoral pernambucano, após uma década de pesquisas, os cientistas parecem já ter entrado em consenso sobre a razão dos ataques. “O principal fator foi a construção do porto de Suape [ao Sul do Recife], que resultou num impacto ambiental grave e num aumento do tráfego marítimo”, diz o engenheiro de pesca Fábio Hazin, professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco. “Os tubarões costumam seguir navios atrás de restos de comida e dejetos lançados ao mar e são atraídos até mesmo pelo som do motor.”

Além de contribuir para atrair os tubarões para a costa, a construção do porto destruiu áreas de manguezal e desviou o curso de rios, o que pode ter estimulado animais a seguirem para as praias do Recife. Antes das obras do porto, o estuário dos rios Ipojuca e Merepe era freqüentado por fêmeas de tubarão cabeça-chata como área de parto. Agora, com o curso desses rios desviado, os animais parecem ter optado por outro estuário, do rio Jaboatão, localizado imediatamente ao norte, justamente na região metropolitana do Recife.

Um fenômeno semelhante ao de Pernambuco ocorreu em Hong Kong, na China, que teve cinco mortes por tubarões entre 1993 e 1995, após passar vários anos sem registro de

incidentes. “Nessa área também houve grande manipulação ambiental, com fechamento de bocas de rios”, explica o biólogo George Burgess, do International Shark Attack File (Arquivo Internacional de Ataques de Tubarão). A redução do número de peixes em áreas tradicionais de alimentação de tubarões também pode causar o deslocamento dos predadores. “E outro fator que contribui para a ocorrência de ataques é o despejo de esgoto na costa, que atrai peixes pequenos que os tubarões gostam de comer.”

5) Quais os principais efeitos da poluição marinha em nosso litoral?

Atualmente, o lixo deixou de ser apenas um problema sanitário em zonas urbanas e tornou-se um dos principais grupos de poluentes em ecossistemas marinhos, inclusive em áreas não urbanizadas. Juntamente com outros grupos de poluentes, como petróleo, metais pesados e nutrientes, o lixo tem ameaçado a saúde do ambiente marinho de diversas maneiras.

Os impactos ambientais mais evidentes estão relacionados à morte de animais. Esse problema tem sido considerado tão grave, que já existem registros de ingestão ou enredamento em lixo para a maioria das espécies existentes de mamíferos, aves e tartarugas marinhas. Muitos animais confundem resíduos plásticos com seu alimento natural. Sua ingestão pode causar o bloqueio do trato digestivo ou sensação de inanição, matando ou causando sérios problemas à sobrevivência do animal. O enredamento em materiais sintéticos, como resíduos de pesca, também é muito perigoso. Isso tem afetado especialmente populações de animais com hábitos curiosos, como focas e gaivotas, seja no Havaí ou em ilhas subantárticas.

Em estudos realizados sobre quantidade e composição de resíduos flutuantes, em praias ou depositados no leito marinho, os plásticos são os mais freqüentes. Fatores como seu elevado tempo de decomposição, abundante utilização pela sociedade moderna e ineficácia ou inexistência de programas de gerenciamento de resíduos sólidos explicam essa constatação. Um tipo de plástico pouco conhecido é a esférula plástica, nib ou pellet. Os nibs possuem poucos milímetros de diâmetro e são matéria prima para a fabricação de produtos plásticos, sendo perdidos em grande quantidade durante seu manuseio e transporte.

No Brasil, os nibs já foram observados no Rio Grande do Sul, em Santa Catarina, no Rio de Janeiro e na Bahia, mas provavelmente ocorrem em todo litoral. Apesar do pequeno tamanho, os nibs causam grande preocupação, visto que inúmeras espécies de aves têm ingerido esse tipo de material e, além do dano físico, os nibs podem ser vetores de poluentes químicos, como agrotóxicos, aderidos em sua superfície externa.

O lixo depositado nas praias brasileiras pode ter sido deixado pelos banhistas, transportado pelos rios que cruzam zonas urbanas ou trazido pelas correntes marinhas. Juntos, os ventos

alísios (de Nordeste) e o padrão de circulação superficial do oceano Atlântico Sul favorecem o transporte dos resíduos flutuantes jogados no mar pelos navios para as praias brasileiras.

6) É proibido pescar cetáceos (baleias) no Brasil? Por quê?

Baleia é o nome comum de parte dos mamíferos marinhos que constituem a ordem dos Cetáceos. Diferenciam-se da maior parte dos mamíferos porque passam toda a vida na água, desde que nascem até morrerem. O termo cetáceo é usado para denominar, de modo geral, as 78 espécies de baleias, golfinhos (= botos) e toninhas. Em geral, as espécies que têm mais de 4 metros de comprimento são chamadas baleias, enquanto as espécies menores formam o grupo dos golfinhos e das toninhas. As baleias com dentes, como também os golfinhos e as toninhas, pertencem à subordem Odontoceti. As baleias verdadeiras, normalmente de grande porte, possuem barbatanas em vez de dentes e integram a subordem Mysticeti. Na atualidade, existem cerca de 40 espécies de baleias e metade delas é considerada rara.

A caça à baleia no Brasil-Colônia permaneceu essencialmente costeira, estendendo-se da Bahia para o Sul, até Santa Catarina. No século XVIII, entre 1740 e 1742, estabeleceu-se nas proximidades da Ilha de Santa Catarina a primeira armação baleeira, denominada Nossa Senhora da Piedade (hoje no Município de Celso Ramos). Seguiu-se a armação da Lagoinha, em 1772, hoje praia da Armação, em Florianópolis; ao Norte, a armação de Itapocoróia, na região de Piçarras/Penha em 1778; e da Ilha da Graça em 1807, próximo a São Francisco do Sul; ao Sul, a de Garopaba, erguida entre 1793 e 1795, e a estação baleeira mais austral do Brasil em todos os tempos, a de Imbituba, em 1796. O consumo da carne nunca foi o objetivo das capturas de baleias nas armações da costa Sul do Brasil; antes, aproveitava-se a camada de gordura, que nas baleias francas era particularmente espessa, para a produção de óleo destinado à iluminação (principal uso até a primeira metade do século XIX), lubrificação e fabricação de argamassa utilizada em igrejas e fortalezas, como as que até hoje resistem ao tempo no litoral catarinense. Secundariamente, as barbatanas, aparelho de cerdas filtradoras de alimento existente na boca das baleias francas, era vendido para a fabricação de espartilhos.

José Bonifácio de Andrada e Silva, o Patriarca da Independência do Brasil, foi sem sombra de dúvida a primeira pessoa no planeta a insurgir-se, já em 1790, contra a matança desenfreada e criminosa das baleias, e o primeiro também a condenar o massacre das baleias francas na costa brasileira, escandalizando-se com os seus métodos de puro desperdício.

Tanto a pescaria de fêmeas e seus filhotes na costa brasileira, como a crescente matança nos “Bancos do Brasil” e em outros locais do Atlântico Sul por frotas americanas e europeias,

fizeram com que, já em princípios do século XIX, o número de baleias capturadas despencasse, colocando as Armações catarinenses à beira da falência.

Grande parte das batalhas em torno das baleias é travada no contexto da Comissão Baleeira Internacional, que decretou, desde 1986, moratória sobre a caça dessas espécies com fins comerciais. As decisões da Comissão são determinantes para os acordos no contexto da CITES (regula o comércio internacional de produtos de flora e fauna ameaçadas).

Assim, por intermédio da Lei nº 7.643, de 18 de dezembro de 1987, o governo brasileiro proibiu a pesca, ou qualquer forma de molestamento internacional, de toda espécie de cetáceo nas águas jurisdicionais brasileiras.

<i>Algumas idéias a desmistificar...</i>	
Pensando ser...	Mas na verdade...
A Floresta Amazônica o pulmão do mundo...	<i>São os oceanos os maiores responsáveis pela produção de oxigênio do planeta.</i>
Tubarões, peixes naturalmente perigosos aos banhistas em praias brasileiras...	<i>A maioria das espécies não oferece risco ao homem; ataques apenas ocorrem em situações excepcionais.</i>