

Rolf Weber

Instituto Oceanográfico - Universidade de São Paulo - 05508 - São Paulo - SP

ABSTRACT

COASTAL AND OCEANIC SYSTEMS. The Earth is unique in our solar system due to the oceans, which cover nearly 71% of its surface. It is the only planet covered by liquid water in such extension and all forms of life in our planet depend on the availability of liquid water. 97% of the water on Earth is of marine origin. Therefore freshwater is a very valuable resource, mainly due to the high cost of desalination processes and increasing pollution of our fresh water bodies.

Man has always used the oceans for food, transport, source of raw materials and since the XVIII century Industrial Revolution, also as a waste space for the discards of our industrial society. Fishing is the oldest and probably the best known use of the ocean by the public. Increasing pressure on existing stocks, due to rising fish yields, nowadays is a serious threat to some important fisheries resources.

Seawater contains practically all of the elements or compounds of the earth's crust and atmosphere in the dissolved form. Seawater composition is maintained constant by a delicate biogeochemical balance which has operated for the last 150 million years. If man, by introducing increasing amounts of anthropogenic materials in the sea, can affect this balance is still debatable, but we may be performing a biogeochemical experiment of unknown results.

The assimilative capacity concept is vague and probably not valid for many hazardous wastes thrown in to the oceans.

Historically, most coastal countries used the sea for waste disposal. Unfortunately during the last 20 years even the open ocean has come under pressure from waste disposal and meanwhile, the coastal area continues to receive greater amounts of contaminants from outfalls and land run-off.

The vastness of the ocean and the idea that infinite dilution of the wastes always occurs has led to well known ecological disasters, like Minamata for instance. Ideally we could reach quasi infinite dilution of the contaminants in the open ocean, if oceanic mixing time were fast enough and the wastes properly discarded. This wishful thinking rarely occurs in practice. Outfalls normally are built on shallow coastal areas and the volume of the waste and the mixing times prevent infinite dilution concept. Complete mixing in the open ocean on the other hand, as shown by radioactive tracers takes about 1000 years.

Another problem is that marine pollution has no national boundaries therefore international actions are necessary in order to protect the marine environment as a whole. River borne pollution until recently was not covered by any international law.

The Brazilian Coastal Zone extends over 7048 km of coast line and 15 major Brazilian cities are located there. 35% of the Brazilian population lives on the coastal areas. Although now they should have their uses and occupation policies regulated by a Coastal Management federal law from 1988 the

O planeta TERRA tem a denominação incorreta se considerarmos a proporção de terra para a de água. Numa nomenclatura justa ele deveria ser chamado planeta ÁGUA.

*John e Mildred Teal,
O MAR DOS SARGASSOS¹*

situation is far from that. All the coastal cities have industrial or harbor complexes, presenting also holiday potential and other amenities like sport fishing, etc. Therefore there is a conflict between the kind of uses of the coastal areas in Brazil, which is similar to the ones occurring in other coastal countries.

The major pollutants on the Brazilian Coast are:

1. Domestic Sewage
2. Industrial Outfalls (includes Heavy Metals)
3. Suspended Material due to Dredging and Engineering
4. Oil and Derivatives

The worst of them, from the public health point of view, due to epidemic diseases, and perhaps from the oceanographic point of view also, due to eutrophication problems, is still sewage. In the majority of the Brazilian coastal cities sewage is discharged untreated into the sea.

Industrial effluents nowadays are under control and are concentrated on some major "hot spots" on the coast. The Brazilian environmental laws are very strict by now but some times more political action is still necessary in order to enforce them.

Excess of suspended material on the sea can damage transparency of seawater affecting local primary productivity and may affect the benthic communities also. The situation is local and may not persist for long periods, if it is due to river flooding or minor construction of roads or highways on the coast line. If it becomes chronic, serious damage could happen.

Some degree of oil pollution on the coastal zones is an inevitable consequence of oil production, transport and use by our society. In Brazil the major oil spills normally happen on the greater oil terminals of São Paulo and Rio de Janeiro States on the Southeast Coast. Although the local environmental agencies are strict in applying the fines for oil spills they continue to happen mainly due to tanker accidents on the oil terminals.

In the Brazilian scientific literature there is a scarcity of data on the levels of hydrocarbons in the coastal area compared with the availability of trace metal data.

The situation of the Brazilian coastal and open ocean was already discussed in a workshop done at the Oceanographic Institute of São Paulo University, 22-23 Oct. 1991, São Paulo, Brazil. The workshop included all branches of oceanography and its recommendations and conclusions were later presented at a Forum entitled "Environment and Development" sponsored by the Dean of São Paulo University. The main objective of the meeting was to merge all the contributions of the scientists of São Paulo University for UNCED-92 to be held in June in Rio. Special attention was given for the Agenda 21 of the UNCED-92.

Keywords: Marine pollution; Coastal systems; Seawater.

1. TERRA: PLANETA ÁGUA?

O planeta Terra é o único do nosso sistema solar que apresenta a molécula de água na forma líquida na maior parte da sua superfície. Na verdade a proporção entre a água superficial e o material sólido total do planeta é muito menor. Supondo a terra do tamanho de um melão, os oceanos corresponderiam apenas a uma camada superficial com a espessura aproximada de uma folha de papel. Mesmo assim, depois dos alumino-silicatos, a água é o elemento mais abundante da crosta terrestre. Todas as formas de vida na nossa biosfera são dependentes da existência de água na forma líquida.

Os oceanos ocupam praticamente 71% da superfície terrestre, contendo $1,37 \times 10^{18}$ toneladas de água. Considerando-se que em média cada kg de água do mar contém 35 g de sólidos dissolvidos temos então $4,79 \times 10^{16}$ toneladas de material em solução.

97% da água existente no nosso planeta é marinha. Dos 3% restantes, 2% constituem os rios, lagos e águas subterrâneas, praticamente 1% a neve e geleiras permanentes e apenas 0,0005% o vapor de água presente na atmosfera.

A água doce é pois um recurso precioso, atualmente cada vez mais escasso e comprometido devido a contaminação dos corpos hídricos pelo homem (vide W.F. Jardim, neste mesmo número²). A obtenção de água doce a partir da água do mar, apesar de tecnicamente viável ainda apresenta um custo muito elevado para garantir o abastecimento de água potável ou industrial necessário a nossa civilização.

2. PAPEL SÓCIO-ECONÔMICO DOS OCEANOS

O homem através dos séculos sempre se utilizou dos oceanos. Inicialmente como fonte de alimentos através da pesca artesanal ou coleta de moluscos e algas, posteriormente como meio de transporte e fonte de matérias primas como sal, bromo, magnésio diretamente da água do mar. Atualmente a exploração sistemática de recursos minerais da plataforma continental, como os minerais calcáreos por exemplo, e a produção de petróleo são de grande importância econômica. Além disso diversos organismos marinhos são utilizados como fontes de matérias primas. As algas por exemplo, são coletadas em larga escala para obtenção de alginatos, utilizados na indústria de alimentos e cosméticos. A obtenção de drogas medicinais e novos princípios ativos extraídos de organismos marinhos também tem progredido significativamente nos últimos anos³.

A pesca é a utilização mais tradicional e mais conhecida dos oceanos para o público em geral. Sua importância econômica continua a ser considerável em escala mundial, seja pelo valor do pescado em si, assim como pelo número de pessoas que esta atividade emprega. Com o aperfeiçoamento das técnicas acústicas de prospecção de cardumes, melhoria das embarcações e redes, congelamento e até processamento do pescado a bordo, a quantidade anual de pescado posto no mercado foi crescendo sistematicamente desde a década de 50. Em 1989 ela ultrapassou a casa dos 100 milhões de toneladas anuais. Alguns especialistas de pesca, acreditam que esta quantidade de pescado está próxima do limite teórico das técnicas pesqueiras convencionais e que existe o perigo da redução dos estoques se a captura for ainda mais intensificada. Dada a importância sócio-econômica da pesca, seja a nível artesanal ou industrial, é óbvia a necessidade da proteção dos recursos pesqueiros em escala mundial.

Finalmente queremos enfatizar que atualmente quase 50% da população mundial está localizada nas cidades costeiras ou em regiões próximas as mesmas.

3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS OCEANOS.

Os oceanos contêm além da água a maior parte dos elementos da Tabela Periódica. Até o momento já foram identificados 80 elementos químicos na água do mar. Em média a água do mar contém 35 gramas de sais dissolvidos por quilograma de água. Do ponto de vista físico-químico, como uma aproximação prática em termos de força iônica, podemos conceber a água do mar como uma solução 0,5 M em NaCl e 0,05 M em $MgSO_4$. A Tabela 1 apresenta a composição média em relação aos principais componentes inorgânicos da água do mar. Os 11 íons listados na Tabela 1 perfazem 99,97% do material dissolvido na água do mar. Todos os demais elementos ou compostos na forma dissolvida estão presentes ao nível de $\mu g/l$ ou abaixo, ou seja na ordem de traços.

Tabela 1 - Concentração média dos principais componentes inorgânicos presentes na água do mar (Grasshoff et al.⁴)

Íon	Concentração (gramas/litro)
Cl ⁻	18,800
Na ⁺	10,770
Mg ²⁺	1,290
SO ₄ ²⁻	0,905
Ca ²⁺	0,412
K ⁺	0,380
Sr ²⁺	0,080
Br ⁻	0,067
HCO ₃ ⁻	0,028
BO ₄ ³⁻	0,002
F ⁻	0,001

O fato de estarem em baixa concentração na água do mar, não significa que biogeoquimicamente os outros elementos não sejam importantes. Íons metálicos como cobre, manganês, cobalto, ferro, vanádio, molibdênio, boro, são essenciais para o crescimento do fitoplâncton, que é a base da cadeia alimentar nos oceanos.

Além dos elementos na forma iônica a água do mar contém na forma dissolvida, praticamente todos os gases da atmosfera terrestre, ou seja, nitrogênio, oxigênio, dióxido de carbono, etc. Os compostos orgânicos apesar de presentes em baixa concentração na forma dissolvida, entre 1 a 3 mg/l, também tem um importante papel ecológico na cadeia trófica dos oceanos.

A composição atual da água do mar é o resultado de um delicado balanço biogeoquímico que vem sendo mantido nos últimos 150 milhões de anos. Se a introdução indiscriminada pelo homem de substâncias ou elementos nos oceanos está alterando os ciclos biogeoquímicos naturais e conseqüentemente a biota, de forma irreversível, ainda é uma questão muito polêmica. O fato é que nossa civilização pode estar conduzindo um experimento biogeoquímico de conseqüências desconhecidas ao alterar de forma drástica ou contínua a composição natural da água do mar.

A assim chamada "capacidade assimilativa dos oceanos" é um conceito ainda não comprovado com segurança e de qualquer modo esta capacidade é finita e varia muito dependendo do poluente considerado. Na verdade os tempos de resposta da sociedade aos problemas ambientais tem sido mais longos que os desejados e as expectativas otimistas por parte dos planejadores e tomadores de decisão, tem se revelado imprudentes, como atesta caso do mercúrio introduzido durante décadas na Baía de Minamata, Japão. O despejo de lixo radioativo no oceano profundo também é outro exemplo da expectativa otimista que foi exercitada por décadas. Apesar de esta prática

no momento ter sido suspensa, não sabemos por exemplo, o que vai ocorrer após o desmonte total das armas nucleares da extinta URSS e dos USA. Somente das ogivas nucleares o plutônio residual representa no mínimo 500 kg. Nada garante que este material não possa vir a ser jogado no mar por falta de outras opções. O problema é que o plutônio é o lixo radioativo mais problemático de ser estocado produzido pelo homem. Isto deve-se a sua alta meia vida (Pu^{239}), que é de 24000 anos e sua grande toxidez.

4. INTRODUÇÃO DE MATERIAIS ANTROPOGÊNICOS NO MAR

4.1. Zonas Costeiras

A presença humana provocou desde os primórdios da nossa civilização modificações no meio ambiente. A caça e depois a agricultura são exemplos das primeiras alterações que o homem impôs a seu meio. Ocorre que somente após a revolução industrial do século XVII, é que a demanda de matérias primas, alimentos e energia dos combustíveis fósseis passou a crescer exponencialmente e de forma desordenada. A utilização dos oceanos e principalmente das zonas costeiras como repositório final dos descartes da nossa civilização até recentemente era encarada com uma certa naturalidade pela sociedade industrial.

A quantidade de material mobilizado anualmente pelas atividades humanas seja como minerais, alimentos e produtos florestais é de cerca de 3×10^{12} toneladas, além de cerca de 20×10^{12} toneladas anuais de dióxido de carbono gerados pela queima de combustíveis fósseis como petróleo, carvão, etc.⁵ O CO_2 na maior parte é dispersado homogênea e na atmosfera ou então reabsorvido pela biota e em parte pelos oceanos. Já os materiais sólidos e líquidos oriundos da utilização das matérias primas alimentos, equivalentes em volume a um cubo de aproximadamente 1 km de lado⁵, transitam pela sociedade humana de forma bastante heterogênea, raramente permanecendo mais que um ano no seu local de utilização original. Parte dos resíduos é depositada como lixo na crosta terrestre, parte é queimada e outra parte entra nos rios tendo como destino final as zonas costeiras.

Se compararmos o volume de resíduos acima com o volume total dos oceanos e que hipoteticamente:

- os resíduos seriam introduzidos apenas nas zonas profundas do oceano
- a velocidade de mistura fosse suficiente para produzir rapidamente uma dispersão e diluição homogêneas, o uso controlado dos oceanos para o descarte de certos tipos de resíduos, quando comparado as outras alternativas, poderia ser econômica e ecologicamente aceitável.

Na verdade as hipóteses a e b citadas raramente ocorrem na prática. A maior parte dos lançamentos de resíduos no mar não é em oceano profundo e a velocidade de mistura varia muitíssimo de local para local. O tempo de mistura completa em águas profundas determinado através da análise de radioisótopos é de cerca de 1000 anos.

A introdução deste material antropogênico no ambiente marinho além de ser pontual, isto é, concentrada em determinadas regiões, normalmente é feita nas partes rasas da zona costeira, onde a circulação local não permitirá a distribuição estatística dos resíduos na condição de diluição infinita esperada. A utilização das zonas costeiras como repositório final dos dejetos da civilização industrial exige estudos sobre a circulação local, avaliação dos impactos ambientais sobre a biota local e uma cuidadosa análise do risco final envolvido.

A decisão final da utilização de um local costeiro para o despejo de esgotos domésticos e industriais é muito mais delicada e complexa que o administradores públicos normalmente supõem. Para que ela seja aceitável devem haver estudos

oceanográficos prévios e a seguir um monitoramento contínuo dos locais de despejo para a avaliação dos possíveis impactos ambientais.

A proteção dos oceanos e principalmente das zonas costeiras apesar de preconizada e desejada por consenso mundial raramente é observada com o devido rigor na prática.

4.2 Oceano Aberto

Historicamente a maior parte dos países costeiros tem usado o oceano para a disposição de resíduos sólidos de esgoto, industriais e material de dragagens. Durante os últimos vinte anos até o oceano aberto começou a receber despejos em escala crescente, apesar de as zonas costeiras continuarem a receber em grande quantidade contaminantes de emissários submarinos, rios e da drenagem da crosta terrestre.

A principal razão disto é econômica já que as zonas terrestres ou são escassas para tal finalidade ou o custo político é maior que a disposição em oceano aberto, que no senso comum não tem proprietários. Além do mais o pressuposto da diluição infinita e da capacidade assimilativa dos oceanos levou a acreditar que este procedimento seria totalmente inofensivo para os oceanos. Assim sendo para que contaminar o solo e possivelmente os lençóis freáticos, rios e os reservatórios de água doce se é possível lançar o material no oceano aberto? O problema é que os mares e a vida marinha não respeitam fronteiras geográficas e a poluição pode ser transnacional. Deste modo as organizações internacionais são o único meio de regulamentar o uso dos oceanos para tal finalidade. Até 1989 a Convenção de Londres para o Despejo de Materiais no Oceano⁶, de 30/08/1975, já havia sido ratificada por 64 países incluindo o Brasil. A convenção inclui tanto os mares territoriais como o oceano aberto e ela define as substâncias ou materiais que podem ou não ser lançados no oceano e em que condições. Um aspecto prático importante desta Convenção, é que ela classifica os poluentes na forma de listas negras, cinzas e brancas das substâncias que seriam lançadas no mar⁶.

Dificilmente a disposição de certos resíduos no oceano será interrompida de todo no futuro. No momento parece haver uma tendência a um declínio da introdução de resíduos industriais ou radioativos, mas a de resíduos sólidos e material de dragagem tende a persistir em escala mundial, devido a falta de outros locais mais adequados.

5. SITUAÇÃO DAS ZONAS COSTEIRAS BRASILEIRAS

5.1 Gerenciamento Costeiro

O Brasil tem 7048 km de costa e 15 capitais estaduais situam-se na zona costeira ou próximas à mesma. A figura 1 apresenta a rede hidrográfica brasileira e os principais núcleos urbanos costeiras. Todos estes núcleos urbanos tem complexos portuários ou industriais e tem na maior parte potencial turístico e de lazer. Os múltiplos usos que impomos as zonas costeiras no nosso país em muitos casos são conflitantes entre si.

A utilização e ocupação das zonas costeiras no Brasil foi feita de forma desordenada e irracional e atualmente existe um conflito entre a ocupação urbana, industrial, portuária e turismo e lazer. O tipo de ocupação conflita muitas vezes com a utilização dos recursos vivos da região, que acabam degradados, ocorrendo ainda a redução das amenidades como turismo e lazer e que também são importantes fontes de renda locais. É urgente portanto que se implemente no nosso país, de forma efetiva, o Gerenciamento Costeiro, já estabelecido pela Lei Federal nº 7661 de 16/05/88. A responsabilidade pelo Gerenciamento Costeiro originalmente atribuído a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) atualmente passou para o âmbito do IBAMA.

REDE HIDROGRÁFICA E PRINCIPAIS NÚCLEOS URBANOS DA REGIÃO

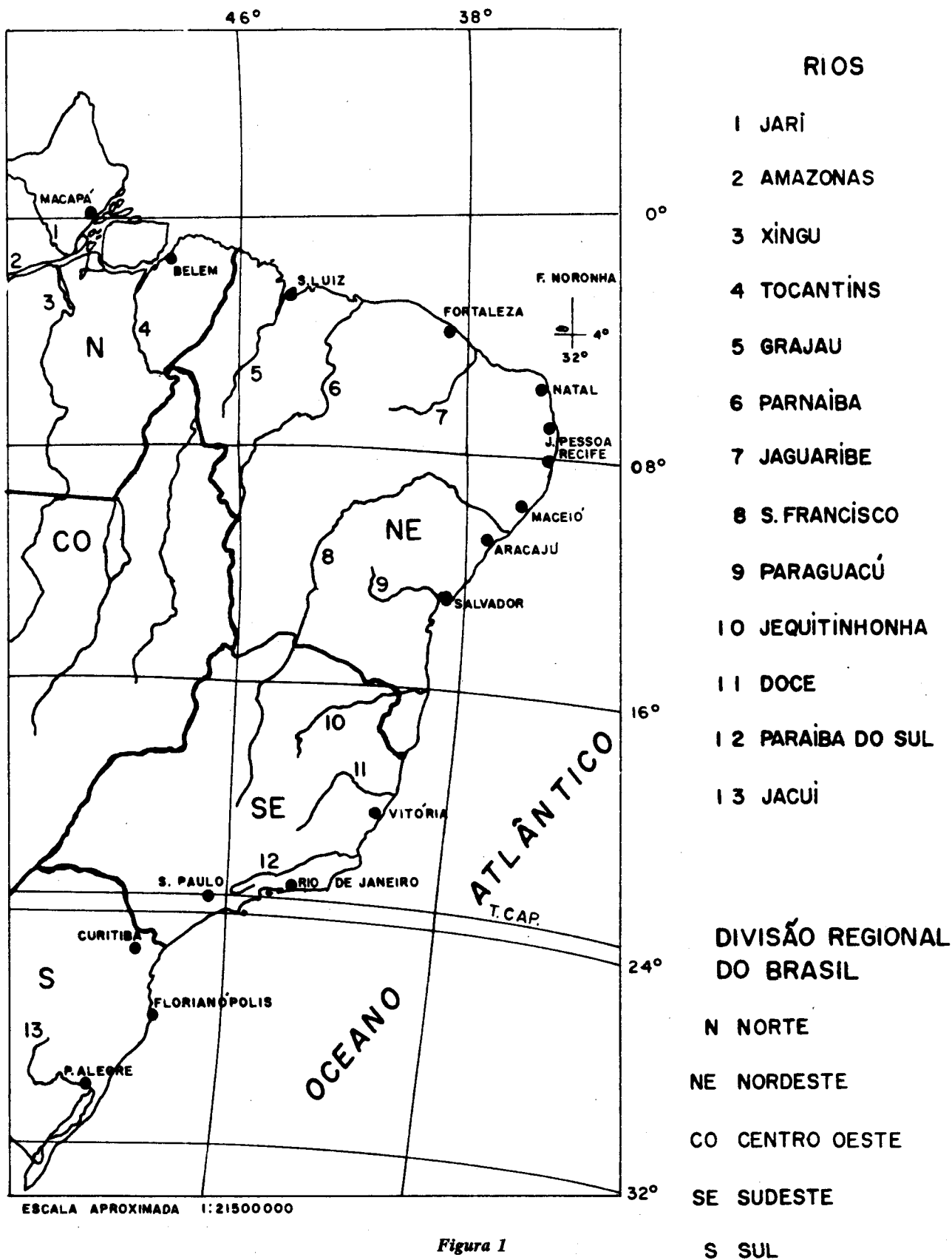


Figura 1

5.2 Zona Econômica Exclusiva (ZEE)⁷

Com a ratificação em 1988 da Convenção das Nações Unidas sobre os direitos do Mar, pelo governo brasileiro, o país assumiu recursos vivos na sua ZEE. Segundo aquela Convenção, a soberania do Estado Costeiro, estende-se além do seu território e de suas águas interiores. Todo Estado tem o direito de fixar a largura de seu mar territorial até um limite que não ultrapasse 12 milhas náuticas (22 km), a partir de uma linha de base estabelecida na linha de baixa mar.

Do limite externo do mar territorial até completar 200 milhas marítimas (370 km), temos a Zona Econômica Exclusiva (ZEE), onde todos os Estados, quer costeiros, quer sem litoral, gozam das liberdades de navegação, sobrevôo, colocação de cabos e dutos marinhos e de outros usos internacionalmente lícitos.

O Estado litorâneo fixará, segundo a Convenção, as cotas de captura permissíveis de recursos vivos na sua ZEE e assegurará por meio de medidas apropriadas de conservação e gestão, que seus recursos vivos não sejam ameaçados por um excesso de captura. Essas medidas devem, também, preservar ou restabelecer as populações das espécies capturadas, a níveis que possam produzir o máximo rendimento sustentável, determinado a partir de modelos ecológicos e econômicos pertinentes, incluindo as necessidades das comunidades costeiras que vivem da pesca, bem como, as necessidades especiais dos Estados em desenvolvimento.

Os Estados continentais, terão direito de participar, numa base equitativa, do aproveitamento de uma parte apropriada dos excedentes dos recursos vivos das ZEE dos Estados costeiros da mesma sub-região ou região. Isso significa que se não houver por parte de um país, capacidade de explorar os recursos vivos da sua ZEE, terá ele, que ceder, dentro do estabelecido pela Convenção, parte do que não poderá capturar ou seja, terá de permitir que outros países venham se utilizar dos mesmos. É essa portanto, questão de verdadeira soberania nacional que os países em desenvolvimento, que ratificarem a Convenção, deverão considerar com extremo cuidado.

5.3 Poluição das Zonas Costeiras Brasileiras

Pelo exame do mapa da Figura 1 verifica-se que existem grandes concentrações urbanas em praticamente toda costa brasileira. Em face do que já foi exposto nos itens 5.1 e 5.2 a situação das zonas costeiras deixa muito a desejar em termos de definição de uso e proteção ambiental. Em 1982 Tommasi⁸ apresentou um quadro geral da poluição marinha no Brasil.

Infelizmente em grande parte o diagnóstico apresentado por este autor há dez anos atrás continua válido até os dias de hoje. Com raras exceções, como por exemplo o Estuário do Rio Cubatão, na região de Santos, SP, onde foi implantado um programa para a redução sistemática dos contaminantes nos efluentes das indústrias locais, o quadro geral para as zonas costeiras continua preocupante. Mesmo em Cubatão os sedimentos continuam altamente poluídos por arsênio, chumbo, mercúrio e zinco e a água por chumbo e pesticidas clorados do grupo dos isômeros do BHC².

Na verdade existem poucos estudos sistemáticos sobre os níveis de contaminação da costa brasileira. Os dados existentes quando não estão publicados na literatura científica, ou em relatórios de domínio público fornecidos pelas agências estaduais de meio ambiente são de difícil acesso, uma vez que são relatórios de indústrias, empresas privadas ou dados confidenciais.

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) Nº 20 de 18/06/86 foi um importante passo ao classificar as águas doces, salobras e salinas em nove classes segundo os seus usos. Os padrões estabelecidos para a quali-

dade das águas salinas destinadas a recreação de contato primário, preservação das comunidades aquáticas e aquicultura (Classe 5), são bastante rígidos em relação aos limites estabelecidos para os poluentes. A questão prática porém, é que nem todas as agências estaduais de proteção ambiental tem atualmente, a capacidade de fiscalizar devidamente a observância dos padrões exigidos pela portaria.

Os principais tipos de poluentes introduzidos nas costas costeiras brasileiras segundo Tommasi⁸ são:

- a) Esgotos domésticos
- b) Efluentes industriais
- c) Material em suspensão devido a erosão ou obras de engenharia de grande porte
- d) Petróleo e derivados

5.3.1 Esgotos domésticos

Continuam a ser o maior problema em todo país. Segundo o Ministério da Ação Social 73,5 milhões dos brasileiros das áreas urbanas não são servidos por rede de coleta de esgotos e 13,5 milhões de pessoas não tem acesso a água potável⁹. Em vista deste quadro podemos imaginar o que ocorre nas zonas costeiras onde normalmente os esgotos são lançados sem nenhum tratamento prévio nos oceanos. Raras são as localidades costeiras que possuem emissários submarinos adequadamente planejados. Considerando-se que já em 1980, 35% da população brasileira habitava a região litorânea¹⁰, a poluição fecal das zonas costeiras é um verdadeiro problema de saúde pública de grandes proporções. O problema atual da epidemia de cólera na América Latina vem apenas reforçar nossa argumentação. Nas zonas costeiras este problema ainda é agravado pelo fato do vibrião do cólera suportar bem águas salinas. Mesmo na ausência de epidemias os esgotos naturalmente contêm um grande número de organismos potencialmente patogênicos e que constituem um risco real para a saúde humana. Se houvesse alguma forma de tratamento dos esgotos antes de seu lançamento no mar, mesmo que fosse apenas o tratamento primário, o número destes microorganismos seria grandemente reduzido.

Além dos graves problemas de saúde pública e degradação dos recursos vivos locais, a poluição por esgotos domésticos está causando em escala mundial problemas de eutrofização das águas costeiras. Isto deve-se a carga de nitrogênio e fósforo da matéria orgânica fecal, a qual causa um aumento exponencial da produção primária local. Nos casos graves de eutrofização pode ocorrer a redução da diversidade das espécies, a tal ponto que apenas algumas espécies de algas verdes ou algas azuis-verdes terão condições de sobrevivência.

5.3.2 Efluentes industriais

Não constituem um problema tão generalizado como o dos esgotos domésticos que afetam praticamente toda costa brasileira. As indústrias de porte localizam-se em bolsões altamente industrializados e a legislação quanto ao teor de poluentes permitidos nos efluentes atualmente é bastante rígida. O problema da poluição das zonas costeiras por metais pesados por exemplo, está associado principalmente aos efluentes industriais e poderia ser evitado atualmente pela simples aplicação da legislação em vigor. Mesmo assim existe muita diferença entre uma legislação bem feita e a efetiva ação política decorrente da mesma⁷. Historicamente sempre houve, a nível mundial, uma tendência a instalar indústrias junto a estuários ou baías devido a existência de infraestruturas portuárias e no Brasil isto também ocorreu. Devido a este fato vários estuários e baías ficaram cronicamente poluídas devido a efluentes industriais. A própria legislação internacional até pouco tempo

não regulamentava a poluição causada pela descarga dos rios nos oceanos, apesar de regulamentar o despejo direto de resíduos nos oceanos, através da Convenção de Londres de 1975, já abordada no item 4.2 do presente trabalho.

5.3.3 Material em suspensão devido a erosão ou obras de engenharia de grande porte.

A água do mar e estuários normalmente apresenta um certo teor natural de material em suspensão. Os rios normalmente carregam uma grande quantidade de material terrígeno em suspensão para os oceanos que aumenta nos períodos de cheia. Estes porém são processos naturais do ciclo hidrológico. Os problemas passam a ocorrer quando passa a haver um aumento sensível da turbidez da água devido à injeção excessiva de material em suspensão. Isto ocorre devido ao desmatamento das margens dos rios e estuários e das zonas costeiras, o qual leva ao aumento da erosão ou dragagens seguidas nas áreas costeiras. Em menor escala já que o fenômeno é transitório, a construção de estradas e outras obras de engenharia na zona costeira também contribuem bastante para aumentar a turbidez das águas. Dependendo do volume de material sólido gerado pela obra de engenharia que é despejado na zona costeira, podem ocorrer sérios danos as comunidades bentônicas devido ao recobrimento completo do fundo marinho ou estuarino.

5.3.4 Petróleo e derivados

Os derrames de óleo e derivados na costa brasileira ocorrem principalmente nos terminais petrolíferos, devido a acidentes ou falhas operacionais nas operações de carga e descarga. Acidentes com petroleiros e barcaças transportadoras de combustível nos portos, também têm contribuído para introdução de petróleo e derivados nas zonas costeiras. Somado a isso temos sempre um certo nível de poluição crônica, devido aos efluentes urbanos e industriais e a própria operação normal dos portos e embarcações. Esta introdução contínua de pequenas quantidades de hidrocarbonetos na verdade não é nada desprezível constituindo 42,65% dos hidrocarbonetos despejados anualmente no mar¹¹.

A produção de petróleo na região da plataforma continental brasileira, em regime de operação normal, estatisticamente falando não tem causado derrames significativos de petróleo no mar.

Os derrames mais freqüentes e melhor documentados têm ocorrido principalmente nos terminais petroleiros de São Sebastião (TEBAR), no Estado de São Paulo e no Terminal da Ilha Grande (TEBIG), Angra dos Reis, Estado do Rio de Janeiro.

Existem poucos trabalhos sistemáticos de determinação dos níveis de hidrocarbonetos de petróleo nas zonas costeiras brasileiras como um todo. A determinação do teor de óleos e graxas nos efluentes industriais e águas, em geral, é feita pelos órgãos de meio ambiente estaduais. No caso de derrames são inclusive feitas análises mais detalhadas do petróleo e derivados presentes na água do mar. Estas análises porém são para fins de identificação do agente poluidor e aplicação das penalidades previstas em lei.

Na literatura aberta no entanto existem poucos trabalhos sobre os níveis de hidrocarbonetos nas zonas costeiras brasileiras. Weber em 1981¹² apresentou dados referentes aos níveis de hidrocarbonetos em água, sedimentos e organismos marinhos das regiões de Ubatuba, Cananéia e Santos no litoral do Estado de São Paulo; em água, sedimentos e organismos ao redor da Ilha de Alcatrazes, SP, do Atol das Rocas e uma determinação em água de oceano aberto a 33W na linha do Equador. Weber em 1982¹³ detectou hidrocarbonetos parafínicos nos sedimentos superficiais da plataforma continental do

Estado de São Paulo. Tavares et al. em 1988¹⁴ determinaram o teor de hidrocarbonetos aromáticos em várias espécies de bivalves da Bahia de Todos os Santos, Salvador, Bahia.

Bícego em 1988¹⁵ apresentou dados relativos aos níveis de hidrocarbonetos aromáticos e parafínicos da regiões de São Sebastião, Ubatuba e Santos, São Paulo; Weber e Bícego em 1990¹⁶, níveis de hidrocarbonetos aromáticos nas águas superficiais na região da plataforma continental do Estado São Paulo; Bícego e Weber em 1991¹⁷, níveis de hidrocarbonetos aromáticos na água e n-parafinas dos sedimentos do Estuário e Baía de Santos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A situação das zonas costeiras e oceânicas brasileiras já foi objeto de um "workshop" intitulado "Desenvolvimento e Proteção dos Ambientes Costeiros e Oceânicos", que teve lugar no Instituto Oceanográfico da USP entre 22 e 23 de outubro de 1991⁷.

Tomamos a liberdade de resumir algumas conclusões e recomendações do "Workshop"⁷, uma vez que nele estavam representadas todas as áreas da oceanografia e parte das considerações apresentadas neste artigo amadureceram durante este evento.

"O quadro nacional das zonas costeiras nacionais é preocupante pois não há expectativas favoráveis de uma política nacional de prioridades nem uma definição de zonas de turismo, de indústrias e outras. É urgente implementar, efetivamente, o Gerenciamento Costeiro, estabelecido pela Lei Federal 7661 de 16/05/1988.

Há urgência em amadurecer idéias sobre nossa capacidade de gerenciar recursos naturais. Nosso sistema pesqueiro tem falta de capacitação técnica e temos tido necessidades de importar pescado para processamento local.

É difícil compatibilizar exploração de recursos minerais com conservação ambiental, uma vez que sua exploração significará sempre predar um recurso que não será reposto.

A falta de saneamento, especialmente quanto ao tratamento de esgotos, é generalizada no litoral brasileiro. A população brasileira está pouco consciente dos riscos que pode representar o banho de mar em águas poluídas e a ingestão de frutos do mar proveniente de águas poluídas.

Foi apontada a necessidade de conhecer, precisamente todos os processos que influenciam a variabilidade do nível do mar na costa brasileira. Apesar de existirem dados de pesquisadores brasileiros sobre o nível médio do mar brasileiro e suas variações (Mesquita et al.¹⁸), os modelos devem ser em escala global integrando o oceano-atmosfera e a geofísica.

O manejo das zonas costeiras deve ser integrado, prestigiando atividades turísticas, agrícolas e indústrias extrativistas, de modo harmônico com o papel das bacias hidrográficas que drenam para o pedaço de litoral considerado. (Fig. 1).

Foi apontada a falta de consciência na comunidade brasileira da importância dos processos oceanográficos nos processos climáticos, produção de recursos naturais renováveis, extensão da futura Zona Econômica Exclusiva e das obrigações internacionais que teremos de assumir em relação a mesma, e especialmente em relação a avaliação e utilização dos recursos marinhos e ainda da necessidade da redução e controle da poluição marinha. Recomendou-se que para desenvolver esse tipo de consciência é necessário primeiro elevar o nível educacional do povo brasileiro. Sem isso, dificilmente se ampliará a percepção da importância que o mar desempenha para nosso país.

Finalmente queremos lembrar que as conclusões e recomendações do "Workshop" foram apresentadas no Fórum da USP sobre "Meio Ambiente e Desenvolvimento", realizado entre 9 a 10 de dezembro de 1991 no Anfiteatro de Convenções da USP. Este Fórum visou coordenar a participação da

comunidade científica da USP na UNCED-92 a ser realizada em junho próximo no Rio de Janeiro. Pretendeu-se uma análise crítica global dos temas propostos na Conferência e prioridades de ação, visando a Agenda 21, "Protection of Oceans, All Kind of Seas, Coastal Areas and the Protection, Rational Use and Development of Their Resources", já aprovada no comitê preparatório da UNCED-92 em setembro de 1991 em Genebra, Suíça.

REFERÊNCIAS

1. Groves, D., The Oceans: A book of questions and answers, John Wiley, New York, 1989, 203 p.
2. Jardim, W.F., A contaminação dos recursos hídricos por esgoto doméstico e industrial, *Quím. Nova*, este número.
3. Youngken Jr., H.W., Marine drugs: chemical and pharmacological aspects. In: Riley, J.P. and Skirrow, G. Editors Chemical Oceanography, 1975, Vol 4, Chapter 23, p. 269-317.
4. Grasshoff, K.; Ehrhardt, M.; Kremling, K.; Methods of Seawater Analysis, 2nd expanded and revised Edition, Springer Verlag, 1983.
5. Goldberg, E.D., The oceans as a waste space, *Oceanus* 1981, 24, 2, WHIO. Mass. USA.
6. Duedall, I.W., A brief history of ocean disposal, *Oceanus* 1990, 33, 29. WHIO Mass. USA.
7. IOUSP, 1991, Workshop "Desenvolvimento e proteção: Os ambientes oceânicos e costeiros. - Resumo das Conclusões e Recomendações". 22-23 outubro 1991. Instituto Oceanográfico da USP, São Paulo, Brasil. Relator Final: Tommasi, L.R. 10 p (no prelo).
8. Tommasi, L.R., Poluição marinha no Brasil, uma síntese. *Ciênc. Cultura* 1982, 34, 325.
9. Jornal "O Estado de São Paulo" de 20.13.91 a p. 3.
10. Tommasi, L.R., Poluição marinha no Brasil: Síntese do conhecimento, Publ. esp. Inst. Oceanogr., S. Paulo(5) 1-30, 1987.
11. NRC (National Research Council) Oil in the sea: inputs, fates and effects. Washington, D.C. National Academy Press 1985, 602 p.
12. Weber, R.R., Hidrocarbonetos no ambiente marinho: aspectos analíticos e ambientais. Tese de Doutorado. Instituto Química da USP. 1981.
13. Weber, R.R., Hydrocarbons in surface sediments of the continental shelf of São Paulo, Brazil. IN: Figueiredo, M.R.C.; Chao, N.L.; Kirby-Smith, W. Editors. Proceedings of the International Symposium on Utilization of Coastal Ecosystems: Planning, Pollution and Productivity. 21-27 nov 1982 Rio Grande, RS, Brazil. Vol 2 p 161-169. Editora da FURG, RS, Brasil.
14. Tavares, T.M., Rocha, V.C., Porte, C.; Barceló, D., Albajés, J.; Application of the Mussel Watch concept in studies of hydrocarbons, PCBs and DDT in the Brazilian Bay of Todos os Santos, Bahia., *Mar. Poll. Bull.* 1988, 19, 575.
15. Bicego, M.C.; Contribuição ao estudo de hidrocarbonetos biogênicos e de petróleo no ambiente marinho. Dissertação Mestrado, Instituto Oceanográfico da USP, 1988.
16. Weber, R.R., Bicego, M.C. Dissolved/dispersed hydrocarbons on the coastal and continental shelf area of Ubatuba. IN: II Símposio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, função e Manejo, 6-11 de abril de 1990. Lindóia. São Paulo. Vol 1, p 151-159, Academia de Ciências do Estado de São Paulo.
17. Bicego, M.C., Weber, R.R., Petroleum hydrocarbons in water and sediments in the Santos Estuary and Bay, São Paulo, Brasil. IN: Third International Environmental Chemistry Congress in Brazil, 30 sep-04 oct 1991, Salvador, Bahia, Brazil, Cad. Resumos, p 44.
18. Mesquita, A.R. de; Franco, A.S.; Harari, J.; On the mean sea level along the Brazilian coast. Part I. Geophys.; *J.R. Astr. Soc.* 1986, 87, 67.

Publicação financiada pela FAPESP