

Aspectos físicos das dinâmicas de ambientes costeiros, seus usos e conflitos

Physical aspects of coastal environments' dynamics: uses and conflicts

Rodolfo José ANGULO*

RESUMO

Os ambientes costeiros são extremamente dinâmicos, neles convergem processos terrestres, oceânicos e atmosféricos, que alteram constantemente suas características. Um dos principais desafios da geologia, oceanografia e engenharia costeiras é compreender como e porque estas mudanças ocorrem. Por outro lado a ocupação das zonas costeiras é complexa, diversificada e gera numerosos conflitos. Apesar das diversas iniciativas para diminuir estes conflitos ainda é necessário percorrer um longo caminho para resolver os problemas. Ainda faltam definições importantes tais como: Que litoral nos queremos? Qual é o litoral ideal e qual é possível de ser construído? Como gerir a zona litorânea? Ainda precisamos entender melhor como funciona o litoral do ponto de vista geológico e oceanográfico; mas, sobretudo, devemos entender as inter-relações com as dinâmicas biológicas, econômicas e sociais, políticas, legais e institucionais.

Palavras-chave: ambientes costeiros, zona costeira, usos, conflitos.

ABSTRACT

Coastal environments are extremely dynamic. They are the meeting point of land, ocean, and atmospheric processes that are constantly changing their features. One of the main challenges posed to geology, oceanography, and coastal engineering is the understanding of how and why these changes occur. Conversely, the occupation of coastal zones is complex, diversified, and leads to many conflicts. Despite the numerous attempts at reducing these conflicts, we are still a long way from solving these problems. Important definitions are still missing: What kind of coast do we want? What is the ideal coastal area like and what can be built on it? How do we manage coastal areas? We still need to understand better how the coastline works geologically and oceanographically. But above all else, we need to understand its interrelationships with biologic, economic, social, political, legal, and institutional dynamics.

Key-words: coastal environments, coastal zone, uses, conflicts.

* Doutor em Geologia. Professor da UFPR e ex-Coordenador do Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Ao longo da história da humanidade a ocupação das costas esteve restrita aos portos; ou seja, locais abrigados para as embarcações. O restante das costas era o território do vazio, povoado por monstros e lugar de piratas e contrabandistas (CORBIN, 1989). Na Europa, nos séculos XV a XVIII, as costas eram vistas como locais inóspitos e desagradáveis (CORBIN, 1989), da mesma forma que as montanhas, que eram vistas com as ruínas do dilúvio (GOLUD, 1991). Certamente o paraíso não tinha costas.

No século XIX, a partir da realeza inglesa, se difundiu a moda do banho de mar que vai culminar com a extensa ocupação das costas no século XX. Todos os tipos de costas foram ocupados, desde costas montanhosas aos atóis de coral do Pacífico. Esta extensa ocupação trouxe novos desafios sociais, econômicos e ambientais.

Os ambientes costeiros são extremamente dinâmicos, neles convergem processos terrestres, oceânicos e atmosféricos, que alteram constantemente suas características. Extremamente dinâmicos significa que mudanças significativas podem ocorrer em períodos de dias, meses ou anos. Por exemplo, no litoral paranaense, na Ilha das Peças e no Superagüi, a linha de costa recuou aproximadamente 600 m em três anos (ANGULO 1993, figura 1). O que aconteceria se essa área fosse ocupada? Na Barra do Arapira, a erosão eliminou aproximadamente 120 ha entre 1953 e 1980 de terrenos ocupados pela comunidade de pescadores da Barra (ANGULO 1993, figura 2). À medida que o processo avançava a comunidade ia deslocando suas construções e abrindo novas áreas de cultivo. Quando estes processos ocorrem em áreas urbanizadas o deslocamento geralmente tor-

FIGURA 1 - FOTOGRAFIA AÉREA DO ANO DE 1952 DA PONTA DO SUL DA ILHA DAS PEÇAS COM AS LINHAS DE COSTA DE 1955 (AZUL) E DE 1980 (VERMELHO), EVIDENCIANDO INTENSO PROCESSO EROSIVO NO PERÍODO. *ACCELERATED COASTAL EROSION AT PONTA DO SUL, ILHA DAS PEÇAS, AS SHOWN BY COASTLINE VARIATION. THE AERIAL PHOTOGRAPHY IS FROM 1952, THE BLUE LINE INDICATES THE COASTLINE IN 1955 AND THE RED ONE IN 1980*

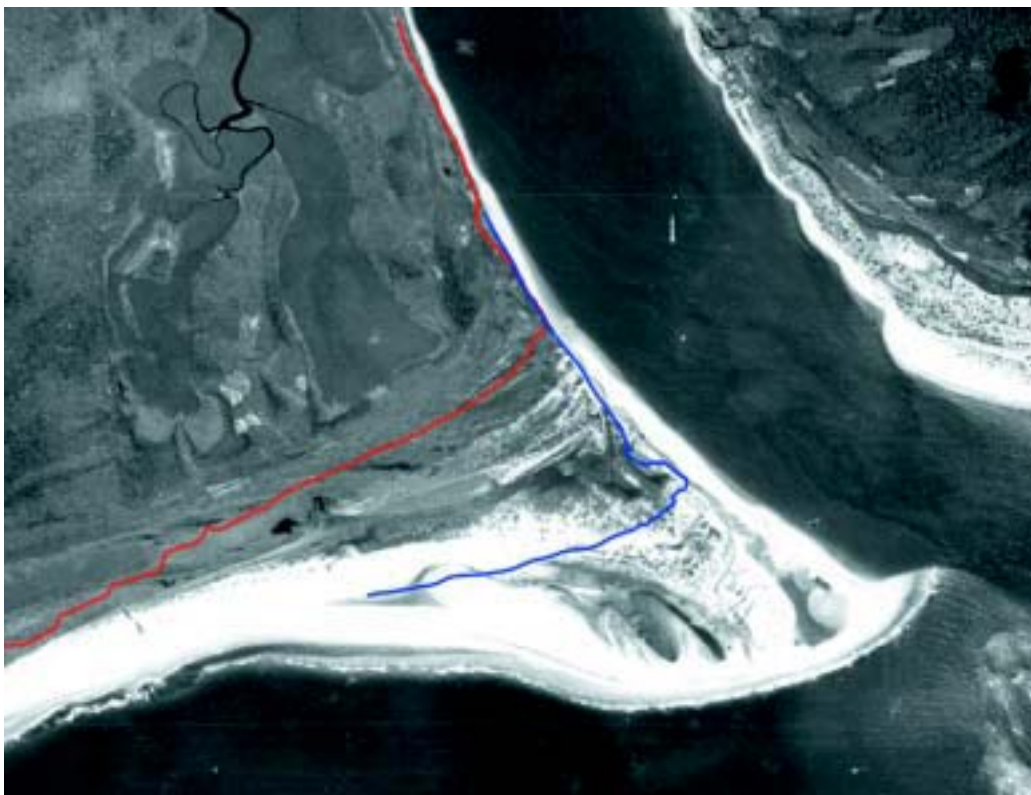
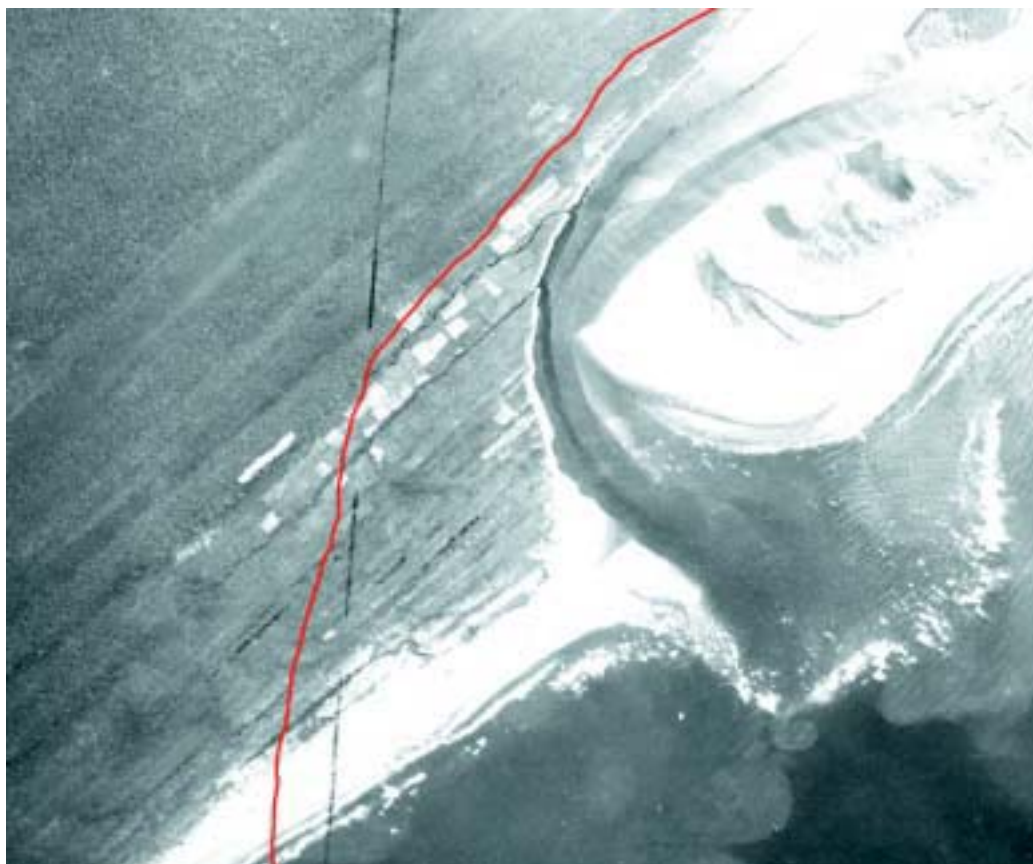


FIGURA 2 - FOTOGRAFIA ÁREA DE 1953 DA DESEMBOCADURA (BARRA) DO MAR DO ARARAPIRA COM A LINHA DE COSTA DE 1980 (VERMELHO), EVIDENCIANDO INTENSO PROCESSO EROSIVO. A ÁREA DA PLANÍCIE COSTEIRA ERODIDA NO PERÍODO FOI DE APROXIMADAMENTE 120 HA. NOTAR QUE EM 1953 EXISTIA OCUPAÇÃO (ÁREAS MAIS CLARAS) NA ÁREA QUE FOI ERODIDA. *FAST COASTAL EROSION AT MAR DO ARARAPIRA INLET. THE AERIAL PHOTOGRAPHY SHOWS THE COASTLINE IN 1953 AND THE RED LINE THE COASTLINE IN 1980. ABOUT 120 HA OF THE COASTAL PLAIN WERE ERODED BETWEEN 1953 AND 1980. PARTS OF THE ERODED SECTOR (LIGHT AREAS) WERE INHABITED OR OCCUPIED IN 1953*



na-se inviável e outras ações são necessárias para enfrentar os problemas de erosão.

Para abordar os problemas erosivos, um dos principais desafios da geologia, oceanografia e engenharia costeiras é compreender como e porque estas mudanças ocorrem.

As costas brasileiras e de muitos outros países foram ocupadas sem levar em conta a dinâmica costeira. É interessante lembrar que o primeiro manual de engenharia costeira foi elaborado pelo Corpo de Engenheiros da Armada

dos Estados Unidos (UNITED STATES ARMY, 1973), para resolver principalmente problemas relacionados a portos e desembarque de tropas em zonas costeiras. Neste manual não eram contemplados problemas relativos a outros usos da zona costeira, notadamente o uso turístico, onde é essencial a proteção da paisagem, do mar e da praia. O desafio é compatibilizar a ocupação costeira com a dinâmica costeira.

A dinâmica costeira deve ser analisada em diversas escalas espaciais e temporais. Desde escalas regionais e de

milhares de anos, para compreender o arcabouço geológico e a evolução das zonas costeiras após a última grande glaciação, até escalas locais e períodos de dias.

A configuração atual das costas do planeta é resultado do arcabouço geológico e dos processos ocorridos nos últimos 21.500 anos, após o último máximo glacial quando o mar subiu mais de 120 m e inundou a maior parte das plataformas continentais do planeta. Vivemos num período de mar alto, apenas 3% do tempo nos últimos 2 milhões de anos o nível do mar esteve tão ou mais alto que o atual (PIRAZZOLI, 1996).

Em escalas regionais e nos últimos 6.000 ou 7.000 anos o mar tem permanecido mais estável, variando, em geral, menos que 10 m. Contudo, estas variações são suficientes para provocar mudanças dramáticas na zona costeira. Por exemplo, todos os balneários paranaenses, e grande parte dos brasileiros foram construídos sobre terrenos que emergiram há menos de 5.000 anos.

É interessante notar que neste período a variação do nível do mar em diversas regiões foi diferente. Por exemplo, enquanto na costa leste dos Estados Unidos o mar subiu alguns metros nos últimos 5.000 anos, na costa leste do Brasil o mar desceu entre 2 e 4 metros no mesmo período

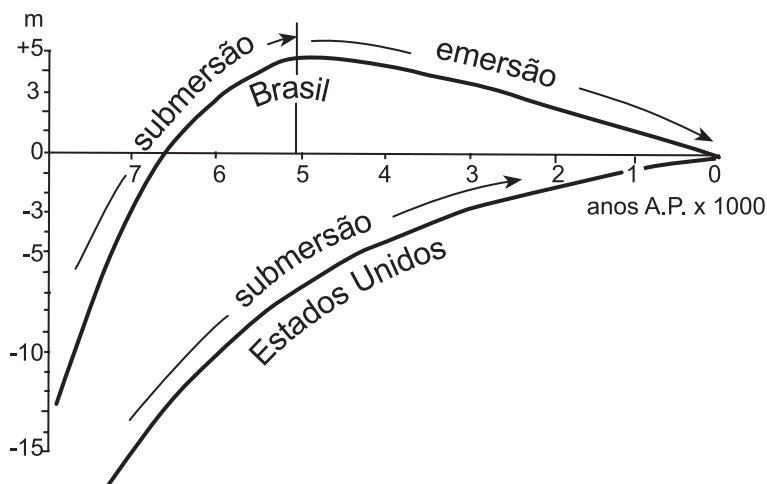
(SUGUIO et al., 1984, figura 3). Estes processos de longo prazo, que definiram a configuração geral das costas, devem ser compreendidos quando se objetiva prever qual o comportamento futuro da zona costeira frente a mudanças globais ou regionais.

Também é essencial compreender os processos locais e de curto período, tais como os processos oceanográficos costeiros. Por exemplo: qual a velocidade, intensidade e direção das correntes costeiras; quais as características das ondas e marés; qual o balanço de sedimentos de uma determinada área costeira; quais as modificações de uma praia durante as tempestades; como ela se recupera durante períodos de ondas de bom tempo?

Somente observamos os resultados de todos estes processos, e nisso reside a dificuldade de compreender a dinâmica das zonas costeiras. Que efeitos podem ser atribuídos a cada causa? Frequentemente vários processos de escalas temporais e espaciais diferentes contribuem para um determinado efeito ou resultado.

Existem diversas previsões sobre a elevação do nível do mar nas próximas décadas (PIRAZZOLI, 1996, figura 4). Este é um tema complexo e apaixonante. As variáveis astronômicas (Ciclos de Milankovitch) comandaram as mu-

FIGURA 3 - CURVAS MÉDIAS ESQUEMÁTICAS DA VARIAÇÃO DO NÍVEL RELATIVO DO MAR AO LONGO DA COSTA CENTRAL DO BRASIL E SUDESTE DOS ESTADOS UNIDOS DURANTE OS ÚLTIMOS 7.000 ANOS (SUGUIO et al., 1984). SCHEMATIC RELATIVE SEA-LEVEL CURVES FROM THE SOUTHEASTERN COAST OF USA AND FROM THE CENTRAL BRAZILIAN COAST DURING THE LAST 7.000 YEARS (SUGUIO ET AL. 1984).



danças climáticas e as variações do nível do mar no planeta. Durante as glaciações o nível do mar esteve baixo e durante os interglaciais esteve alto. O *optimum climático*, ou maior aquecimento após a última glaciação ocorreu há aproximadamente 5.000 anos. A conjunção das variáveis de Milankovitch conduz a Terra para um novo período glacial e conseqüentemente de mar baixo. O homem, maior agente geológico do presente parece ter revertido esta tendência. Porém, deve-se considerar que, mesmo que as previsões de elevação do nível do mar se confirmem, o efeito desta elevação sobre as zonas costeiras deve ser diferente de acordo com suas características específicas e sua história evolutiva. Numa costa onde o mar tem subido nos últimos milênios, como a costa leste dos Estados Unidos, o resultado deve ser a aceleração dos processos existentes, enquanto que em costas onde o mar tem descido nos últimos milênios, deve ocorrer uma reversão dos processos. A elevação do nível do mar deve provocar erosão na maioria das costas exposta à ação das ondas, porém onde houver intenso aporte de sedimentos o mar pode recuar mesmo com a elevação do seu nível. Cada caso deve ser analisado localmente, porém considerando as variáveis regionais e globais.

Por outro lado à ocupação das zonas costeiras é complexa, diversificada e gera numerosos conflitos. Por exemplo, nos portos brasileiros são realizadas cada vez maiores dragagens para possibilitar o acesso a navios de maior ca-

lado. As dragagens causam importantes modificações na dinâmica costeira. Por exemplo, as dragagens, para ampliar e manter os canais de acesso aos portos de Paranaguá e São Francisco do Sul, parecem ser as responsáveis por importantes e rápidas modificações na zona costeira e por sérios problemas de erosão costeira nos litorais dos Estados do Paraná e de Santa Catarina (ANGULO et al., 2004). Na Ilha do Mel, uma extensa área se formou, provavelmente como resultado do despejo de areia de dragagem do canal de acesso ao porto de Paranaguá, que mudou o padrão de refração de ondas na área e vem causando intensos processos de erosão na costa localizada a norte (figuras 5 e 6). As dragagens do canal de acesso ao porto de São Francisco do Sul parecem ser as responsáveis pelo intenso processo erosivo que vem ocorrendo nas costas do município de Itapoá (figuras 7 e 8). Ademais, geralmente, o material dragado é despejado em áreas profundas fora do alcance de ação das ondas perdendo-se do sistema costeiro. Este material poderia ser utilizado para alimentar praias, minimizando os problemas de erosão causados pelas próprias dragagens.

A expansão urbana é outra das causas de conflitos nas zonas costeiras. Desde grandes metrópoles a vilas e balneários geram numerosos problemas e conflitos tais como erosão, contaminação e poluição das águas e degradação e destruição dos ecossistemas e recursos costeiros (figuras 9 e 10).

FIGURA 4 - ESTIMATIVAS DE ELEVAÇÃO DO NÍVEL DO MAR PARA O SÉCULO XXI, SE NÃO HOUVER NENHUMA MEDIDA PARA REDUZIR AS EMISSÕES DE GASES QUE PROVOCAM O EFEITO ESTUFA (PIRAZZOLI, 1993). FORECAST OF SEA-LEVEL RISE DURING THE 21ST CENTURY IN THE ABSENCE OF MEASURES TO REDUCE THE GREENHOUSE EFFECT (AFTER PIRAZZOLI 1993)

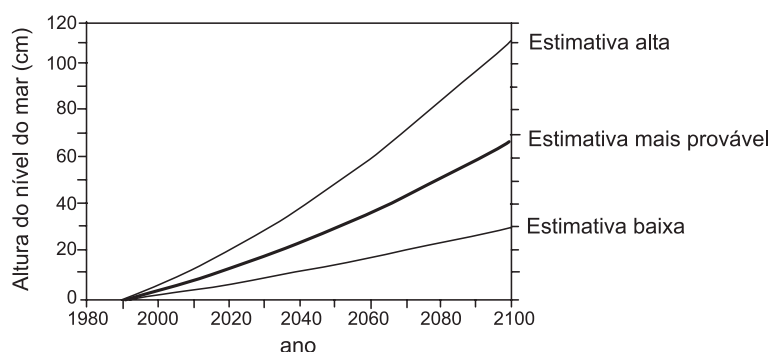


FIGURA 5 - (A) EXTENSA ÁREA DE PLANÍCIE COSTEIRA FORMADA NAS DÉCADAS DE 80 E 90 ENTRE O MORRO DO FAROL DAS CONCHAS E O ISTMO DA ILHA DO MEL EM MAIO DE 2003. (B) LOCALIZAÇÃO APROXIMADA DA LINHA DE COSTA NO INÍCIO DA DÉCADA DE 80. (A) *LARGE COASTAL PLAIN AREA BUILT UP BETWEEN THE MORRO DO FAROL DAS CONCHAS AND THE ILHA DO MEL ISTHMUS DURING THE 1980s AND 1990s. THE PHOTOGRAPH WAS TAKEN IN MAY OF 2003. (B) INFERRED COASTLINE LOCATION AT THE BEGINNING OF THE 1980s*



FIGURA 6 - EROSÃO AO NORTE DO ISTMO NA ILHA DO MEL EM SETEMBRO DE 2003. *COASTAL EROSION NORTHWARDS OF ILHA DO MEL ISTHMUS IN SEPTEMBER OF 2003*



FIGURA 7 - CANAL DE ACESSO AO PORTO DE SÃO FRANCISCO DO SUL E ÁREA DE DESPEJO DO MATERIAL DRAGADO. O CANAL INTERROMPEU O TRANSPORTE PREDOMINANTE DE SEDIMENTOS CAUSANDO EROSÃO NAS PRAIAS DO MUNICÍPIO DE ITAPOÁ, LOCALIZADO AO NORTE. O MATERIAL DRAGADO FOI LANÇADO EM ÁGUAS PROFUNDAS, PERDENDO-SE DO SISTEMA COSTEIRO. *ACCESS CHANNEL TO SÃO FRANCISCO DO SUL HARBOR AND DISPOSAL AREA OF DREDGED MATERIAL. THE CHANNEL INTERRUPTED THE LONGSHORE DRIFT AND CAUSED INTENSE BEACH EROSION AT ITAPOÁ*

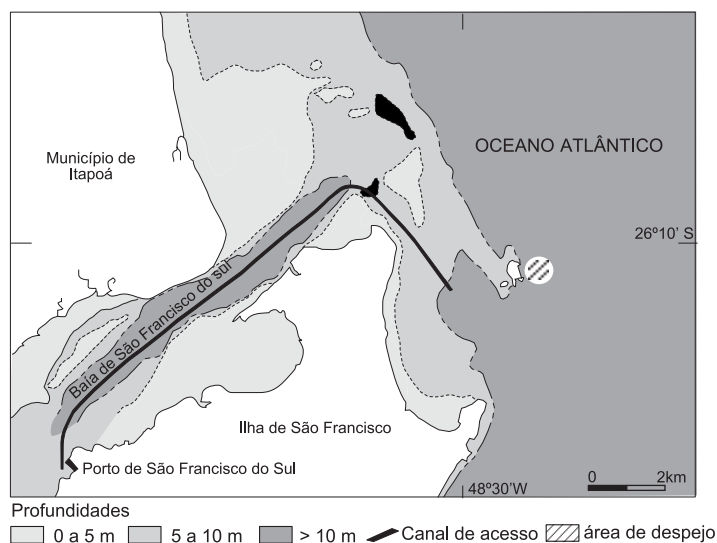


FIGURA 8A - EROSÃO COSTEIRA ACELERADA NA COSTA DO MUNICÍPIO DE ITAPOÁ, RELACIONADA ÀS DRAGAGENS DO CANAL DE ACESSO AO PORTO DE SÃO FRANCISCO DO SUL. AS FOTOGRAFIAS SÃO DO MESMO LOCAL, PORÉM TIRADAS DE DIFERENTES ÂNGULOS. NOTAR A DESTRUIÇÃO COMPLETA DAS CONSTRUÇÕES ENTRE 1997 E 2002. *INTENSE BEACH EROSION AT ITAPOÁ COAST RELATED TO DREDGING OF THE ACCESS CHANNEL TO SÃO FRANCISCO HARBOR. PHOTOGRAPHS FROM THE SAME LOCATION WERE TAKEN AT DIFFERENT ANGLES. NOTE THE TOTAL DESTRUCTION OF MAN-MADE STRUCTURES BETWEEN 1997 AND 2002*



FIGURA 8B



FIGURA 8C



FIGURA 8D



FIGURA 9 - EXPANSÃO DA CIDADE DE PARANAGUÁ SOBRE OS MANGUEZAIS QUE MARGEIAM A BAÍA DE PARANAGUÁ.
URBAN EXPANSION OF PARANAGUÁ CITY OVER ADJACENT MANGROVES



FIGURA 10 - OCUPAÇÃO URBANA NA BARREIRA QUE SEPARA O MAR DA LAGOA DE PIRATININGA, EM NITERÓI, RIO DE JANEIRO, QUE OCASIONOU A POLUIÇÃO POR ESGOTO DA LAGOA, EVIDENCIADO PELA PROLIFERAÇÃO DE ALGAS(a). *URBAN OCCUPATION OF THE BARRIER BETWEEN PIRATININGA LAGOON AND THE SEA AT NITERÓI, RIO DE JANEIRO. ALGAL BLOOMS WERE CAUSED BY URBAN SEWAGE*



Quais são os desafios das zonas costeiras do Brasil para as próximas décadas? Deve-se lembrar que no Brasil a Zona Costeira é definida constitucionalmente como patrimônio nacional junto com Floresta Amazônica, a Mata Atlântica, a Serra do Mar e o Pantanal Mato-Grossense, “e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais” (CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, 1988). Existem iniciativas de âmbito federal tais como o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - Gerco de 1988 e o recente Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima - Projeto Orla, ambos do Ministério de Meio Ambiente. No Estado do Paraná, para gerir os conflitos da zona costeira foi criado, em 1984, o pioneiro Conselho de Desenvolvimento Territorial do Litoral Paranaense e, em 1989, aprova o Decreto nº 5.040 que define o macrozoneamento, que regula-

menta os diferentes tipos de uso dos territórios dos municípios que compõem a região litorânea do Estado.

Apesar destas e outras iniciativas ainda é necessário percorrer um longo caminho para resolver os problemas costeiros. Ainda faltam definições importantes tais como: que litoral nos queremos? qual é o litoral ideal e qual é possível de ser construído? como gerir a zona litorânea? Ainda precisamos entender melhor como funciona o litoral do ponto de vista geológico e oceanográfico; mas, sobretudo, devemos entender as inter-relações com as dinâmicas biológicas, econômicas e sociais, políticas, legais e institucionais.

É neste marco de inter-relações e conflitos que se desenvolvem os estudos da Linha de Pesquisa “Dinâmicas Naturais dos Ambientes Costeiros: Apropriação, Usos e Conflitos”, do Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento da Universidade Federal do Paraná.

REFERÊNCIAS

ANGULO, R. J. Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas últimas quatro décadas. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, n. 41, p. 52-72, 1993.

_____; SOUZA, M. C. de; LAMOUR, M. R. Coastal erosion problems induced by dredging activities in the navigation channel of Paranaguá and São Francisco do Sul harbor, southern Brazil. *Journal of Coastal Research*, Itajaí, SI-39, p. 1-6, 2004.

CORBIN, A. *O território do vazio*. A praia e o imaginário ocidental. São Paulo: Companhia das Letras, 1989. 385 p.

GOLUD, S. J. 1991. *Seta do tempo, ciclo do tempo*. Mito e metáfora na descoberta do tempo geológico. São Paulo: Companhia das Letras, 121 p.

PIRAZZOLI, P. A. *Les littoraux*. Paris: Nathan, 1993. 191 p.

_____. *Sea-level changes. The last 20.000 years*. Chichester: John Wiley & Sons, 1996. 211 p.

SUGUIO, K. et al. Quaternary emergent and submergent coasts: comparison of the Holocene sedimentation in Brazil and southeastern United States. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 56, n. 2, p. 163-167, 1984.

UNITED STATES ARMY *Shore protection manual*. Coastal Engineering Research Center, Washington, 1973. 3 v.