

1

Introdução

1.1. Zona Costeira

Segundo a Lei 7.661, de 16/05/88 a Zona Costeira abriga um mosaico de ecossistemas de alta relevância ambiental, cuja diversidade é marcada pela transição de ambientes terrestres e marinhos, com interações que lhe conferem um caráter de fragilidade e que requerem, por isso, atenção especial do poder público, conforme demonstra sua inserção na Constituição brasileira como área de *patrimônio nacional*. A maior parte da população mundial vive em Zonas Costeiras, e há uma tendência permanente ao aumento da concentração demográfica nessas regiões. O bem-estar e, em alguns casos, a própria sobrevivência das populações costeiras depende da saúde e das condições dos sistemas costeiros, incluídas as áreas úmidas e regiões estuarinas, assim como as correspondentes bacias de recepção e drenagem e as águas interiores próximas à costa, bem como o próprio sistema marinho. Em síntese, a sustentabilidade das atividades humanas nas Zonas Costeiras depende de um meio marinho saudável e vice-versa (Programa de Ação Mundial para a Proteção do Meio Ambiente Marinho das Atividades Baseadas em Terra-item I.I). O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro constituído por esta mesma Lei abrange:

Zona Costeira - é o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos ambientais, abrangendo as seguintes faixas:

Faixa Marítima - é a faixa que se estende mar afora distando 12 *milhas marítimas* das *Linhas de Base* estabelecidas de acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, compreendendo a totalidade do Mar Territorial;

Faixa Terrestre - é a faixa do continente formada pelos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na Zona Costeira, a saber:

a) os municípios defrontantes com o mar, assim considerados em listagem desta classe, estabelecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE);

b) os municípios não defrontantes com o mar que se localizem nas regiões metropolitanas litorâneas;

c) os municípios contíguos às grandes cidades e às capitais estaduais litorâneas, que apresentem processo de *conurbação*;

d) os municípios próximos ao litoral, até 50 km da linha de costa, que aloquem, em seu território, atividades ou infra-estruturas de grande impacto ambiental sobre a Zona Costeira, ou ecossistemas costeiros de alta relevância;

e) os municípios estuarinos-lagunares, mesmo que não diretamente defrontantes com o mar, dada a relevância destes ambientes para a dinâmica marítimo-litorânea e;

f) os municípios que, mesmo não defrontantes com o mar, tenham todos seus limites estabelecidos com os municípios referidos nas alíneas anteriores. Os novos municípios, criados, após a aprovação deste Plano, dentro do limite abrangido pelo conjunto dos critérios acima descritos, serão automaticamente considerados como componentes da faixa terrestre, tendo-se como referência a data de sua edição (Brasil, Lei 7.661/88).

A zona costeira é uma região de transição ecológica que desempenha importante função de ligação e trocas genéticas entre os ecossistemas terrestres e marinhos, fato que a classifica como ambiente complexo, diversificado e de extrema importância para a sustentação da vida marinha. A elevada concentração de nutrientes e condições ambientais favoráveis, como os gradientes térmico e salino, além das excepcionais condições de abrigo e suporte à reprodução e a alimentação inicial das espécies que habitam o oceano, transformaram os ambientes costeiros em um dos principais focos de atenção no que diz respeito à conservação ambiental e à manutenção de sua biodiversidade. (Carvalho & Rizzo, 1994; Eschrique, 2007).

A zona costeira é responsável por uma vasta gama de funções ecológicas tais como prevenção de inundações, proteção contra danos por tempestades, intrusão salina e erosão costeira, além da ciclagem de nutrientes e de substâncias poluidoras ela fornece recursos e habitats para uma diversidade de espécies (Carvalho & Rizzo, 1994). Segundo MMA (1996) também pode-se dizer que a zona costeira é o principal local de lazer, turismo ou moradia de grandes massas populacionais urbanas.

Dentre os ecossistemas que constituem a zona costeira estão os estuários, manguezais, lagoas costeiras, restingas, praias arenosas e lamosas, costões rochosos, recifes, deltas, lagunas, falésias e planícies, sendo que os estuários e os manguezais são os de maior relevância perante os outros, pois possui uma elevada diversidade biológica em relação à fauna e flora (Carvalho e Rizzo, 1994).

1.2. Estuário

“Estuário é um corpo de água costeiro semi-fechado que possui uma livre conexão com o oceano aberto, no interior do qual a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental” esta é a definição clássica de estuário dita por Pritchard (1952).

Os estuários são regiões localizadas na interface continente-oceano que apresentam características de ambos os ambientes (Hill, 1963; Miranda *et al.*, 2002; Souza *et al.*, 2005). A descarga de água doce na parte mais interna oriunda dos rios, a entrada de água do mar, o transporte do material em suspensão e os nutrientes orgânicos e inorgânicos são processos de suma importância no desenvolvimento urbano, social e econômico das regiões estuarinas (Miranda *et al.*, 2002).

Os estuários são influenciados fortemente pela ação das marés, possuindo extrema importância no estudo dos processos dinâmicos de transferência de material terrestre para o oceano. Apesar dos estuários serem sistemas altamente produtivos, utilizam para consumo próprio a maior parte dos nutrientes orgânicos e inorgânicos durante a produção primária e o carbono fixado nos processos respiratórios internos (Davis & Richard, 1985). Os estuários sofrem influência direta e indireta de atividades urbanas, recreativas, portuárias, industriais, pesqueiras e desmatamentos modificando a estrutura dos ciclos biogeoquímicos através de alterações no potencial de exploração dos recursos naturais renováveis. A contaminação no ambiente estuarino é provocada por lançamentos pontuais ou difusos de poluentes de origem industrial, agrícola e urbana (Knox, 1986; Valentin *et al.*, 1999).

O material particulado em suspensão (MPS) encontrado nos estuários possui importantes funções como: controle da reatividade, transporte e impacto biológico de substâncias no ambiente aquático, agindo como ligante fundamental para os constituintes químicos presentes na coluna d'água, no sedimento de

fundo e na cadeia alimentar. Quando presentes em excesso na coluna d' água, podem causar a morte de animais, pois prejudicam a respiração, obstruem as estruturas de alimentação e reduzem a fotossíntese por diminuir a penetração da luz. Sufocam também os bentos e modificam a natureza de fundo ao se depositarem nos sedimentos (Clark *et al.*, 2001).

Os agregados quando comparados com a água circundante possuem maior concentração de nutrientes e elevada atividade microbiana. A sedimentação dos nutrientes é influenciada pela variação da maré que altera o gradiente de salinidade.

As legislações estabelecidas por órgãos ambientais tanto federais quanto estaduais não possuem limites críticos para o material particulado em suspensão. O MPS não é utilizado para identificação de zonas contaminadas, porém é o principal meio de transporte dos poluentes orgânicos estando presentes em todos os estuários. Apesar da sua importância, há ainda uma lacuna de trabalhos relacionados com o MPS. Este compartimento em conjunto com os sedimentos constituem os principais meios de identificação da contaminação do ambiente, já que as análises de amostras da coluna d' água retratam apenas o estado atual no momento da coleta, sofrendo variações durante todo o tempo. Os estuários, ambientes considerados altamente produtivos, são os únicos sistemas aquáticos onde ocorre a interação dinâmica entre as águas doces, marinhas, sistema terrestre e atmosfera (Day *et. al.*, 1989). A circulação nesses ambientes é regida basicamente por três fatores: a descarga de água doce, as correntes de maré e a tensão do vento. As correntes de maré causam a circulação residual estuarina. A batimetria e a geometria dos estuários modificam as fortes correntes de maré através de suas interações, resultando numa circulação residual que geralmente manifestam-se como pequenas diferenças na força das correntes máxima da enchente e da vazante. Esta circulação é frequentemente mais forte do que a circulação gravitacional e particularmente de estuários rasos e de elevada variação de maré. As concentrações do SPM variam de acordo com a intensidade das correntes de maré, aos processos de advecção e ressuspensão e às características físico-químicas das partículas em suspensão (Mantovanelli, 1999).

Os estuários estão entre as regiões mais férteis do mundo e sua produtividade se constitui num importante meio de vida para as populações ribeirinhas, que vivem em suas margens e deles retiram a maior parte do seu sustento. Porém, apesar da importância que esses ecossistemas desempenham para as populações humanas e para as várias espécies de organismos que

dependem dos estuários, estes têm sido alvos de inúmeros impactos antrópicos, funcionando como receptores de efluentes domésticos e industriais que vêm alterando, sobremaneira, suas condições ambientais (Artemyev, 1996).

Nos estuários, assim como nos demais ambientes aquáticos, a comunidade planctônica representa a base principal da teia alimentar, formada por milhares de espécies de pequenos organismos animais e vegetais, representantes de diversos grupos taxonômicos e tamanhos que, em princípio, variam entre 0,2 e 5.000 μm , contribuindo com mais de 90% da produção orgânica anual dos oceanos. A reação da fotossíntese, realizada pelo fitoplâncton, principalmente, constitui-se no primeiro passo na fixação do carbono inorgânico em carbono orgânico particulado (Parsons & Takahashi, 1973; Raymont, 1980; Santos, 2009).

Os estuários são ecossistemas sujeitos a intensas forças físicas como oscilação da maré e descarga de água doce. As interações entre processos físicos e biológicos podem frequentemente produzir grande variabilidade temporal e espacial (Officer & Linch, 1981), definindo a composição de comunidades biológicas, a natureza e a intensidade dos processos biogeoquímicos. Esses ecossistemas apresentam expressiva importância para a humanidade, uma vez que cidades e portos são abrigados próximos a estes corpos de água, além de serem utilizados para recreação, navegação, pesca e aquicultura. No entanto, essas águas recebem grande carga de esgotos domésticos e industriais. Isto adiciona ao sistema grande quantidade de MO e nutrientes dissolvidos e acelera o processo de eutrofização. Os mangues também contribuem com uma carga adicional de MO, cuja decomposição tem algum efeito na eutrofização. De forma inversa, os processos biogeoquímicos que ocorrem dentro dos mangues fazem com que essas áreas atuem absorvendo o excesso de nutrientes, reduzindo os impactos antropogênicos (Machiwa, 1998; Souza, 1999; Artemyev, 1996).

Os estuários estão entre as áreas mais produtivas do planeta, com uma produção primária de cerca de $10 \text{ Kcal.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$ de MO comparada a menos de $1 \text{ Kcal.m}^{-2}.\text{ano}^{-1}$ em oceano aberto (Kennish, 1991).

No Brasil, entre os sistemas estuarinos, pode-se citar as baías de Guanabara, Paranaguá, Sepetiba e Todos os Santos e suas respectivas bacias hidrográficas contribuintes. Esses sistemas são provavelmente os corpos de água naturais de maior complexidade por apresentarem escoamentos altamente variados no espaço e no tempo.

A Baía de Guanabara serve como estuário para 90 rios e canais, é considerada um ambiente bastante eutrofizado, com intensa produtividade primária e considerável aporte de nutrientes, principalmente oriundos do despejo de esgotos e drenagem fluvial, além da presença do segundo maior complexo industrial do Brasil (Valentin *et al.*, 1999; Wagener *et al.*, 2011). A Baía de Guanabara foi à área de estudo do presente trabalho.