



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**SEDIMENTO E COMUNIDADES DE PEIXES COMO INDICADORES  
DA QUALIDADE AMBIENTAL EM PRAIAS INSULARES E  
CONTINENTAIS NA BAIÁ DE SEPETIBA, RJ**

**ANDRE LUIZ BALBINO DOS SANTOS**

**ORIENTADOR: FRANCISCO GERSON ARAÚJO**

SEROPÉDICA-RJ agosto,2007

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**SEDIMENTO E COMUNIDADES DE PEIXES COMO INDICADORES  
DA QUALIDADE AMBIENTAL EM PRAIAS INSULARES E  
CONTINENTAIS NA BAIÁ DE SEPETIBA, RJ**

**ANDRE LUIZ BALBINO DOS SANTOS**

**ORIENTADOR: FRANCISCO GERSON ARAÚJO**

Monografia apresentada ao Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Seropédica, Agosto de 2007.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

“Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Floresta da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro”.

MONOGRAFIA APROVADA EM / /

BANCA EXAMINADORA

---

FRANCISCO GERSON ARAÚJO  
orientador

---

LIDIA MYAKO YOSHII OSHIRO

---

SHEILA MARINO SIMÃO

---

ANDRE LUIZ MACHADO PESSANHA  
1 Suplente

---

HAMILTON HISSA PEREIRA  
2 Suplente

## **Dedicatória**

**Esta monografia é dedicada**

**Ao meu irmão (Vitor) e minha avó (Iracema)**

**Aos meus pais, minha noiva, meus amigos de Santos e UFRRJ.**

## **Agradecimentos**

A minha futura esposa *Tatiana de Mello Lopes* pela compreensão e dedicação na sua vida  
pela busca de seu ideal

Aos meus pais e irmãos pelo aprendizado na vida

Ao meu orientador Francisco Gerson Araújo pela oportunidade do trabalho e aprendizado na  
pesquisa ambiental

Ao Paulão pela ida a campo e dirigir 1680 km de estrada, 2340 milha náutica de percurso.

Aos meus amigos Niterói, Patrícia, Albieri, Antonio Sergio, Camila, Coxinha, Joaquim e  
Tatiana Texeira, Hamilton e Marcos Paulo (Filho do Paulo) pelas ida as coleta de campo.

Ao meu amigo Rodrigo (Pequeno) e Fernando (Gordo) pelas coletas dendrométricas no  
manguezal de Itacuruça

Ao meu camarada Andrey (Saquarema) pelas viagens para Niterói de Moto

Aos meus amigos Leornado (Mitrano), Bianca, Paulina, Ruam, Márcia Cristina, Talissa pela  
ajuda na parte de identificação ictiológica

Aos amigos de Santos (Marquinho, Gabriela, Paty, Rodrigo, Aninha, René, Vanessa e Felipe  
(Garcia) pela amizade e churrascada quando vou para minha cidade natal

Ao co-orientador na minha graduação André Machado Pessanha por me ensinar a identificar  
os peixes e ensinar o programa estatística e SSPS

Aos meus amigos da Republica Bali Hai: Zé monte, Presidente, Fabrícia (namorada do Hissa)

Aos meus camaradas do Ritmo M-2 221(Gard, Morcego, Paulo, Gabriel, Fralda, Maranhão,  
Sergio e Pablo)

Ao meu camarada de mergulho Marcos e Marcelo Kogachi (Japão), Serginho, Tiago Furiani  
pelos mergulhos e a me ensinar andar de lancha

Raquel e Yalison pela ajuda na amostragem de sedimento

Ao Quia e família pela recepção em Itacuruçá

Ao professor Zontta pela análise química do sedimento

A professora Lídia pela cede do laboratório de Itacuruçá

Aos meus cães Tosh e Negão pela companhia e segurança no final de semana

**“Nossa meta principal é estar no lugar certo, na hora certa e preparado. Falando por mim, eu quero fazer as coisas com mais consciência. Sem afobação para não perder a concentração. Eu senti na pele o que pode acontecer senão estiver concentrado ”**

**“Carlos Burle surfista Big Wave”**

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	9
2.1 Objetivo Geral.....	9
3. MATERIAL E METODOS.....	9
3.1 Área de estudo.....	9
3.2 Metodologia.....	10
4. RESULTADOS .....	13
5.DISSCUSSÃO.....	23
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

<b>Figura. 1</b> Carta náutica da área de estudo na Baía de Sepetiba.....	9
<b>Figura. 2</b> Média e erro padrão (linhas verticais) dos variáveis ambientais dos setores da Baía de Sepetiba, (1 = Exposto, 2 = Semi-exposto, 3= abrigado) RJ, 2006/07.....	14
<b>Figura. 3</b> Declividade dos setores na Baía de Sepetiba.....	15
<b>Figura 4.</b> Médias e erros padrões (barras verticais) da granulometria na Baía de sepetiba 2006/07.....	16.
<b>Figura 5.</b> Classificação sedimentologia dos setores da Baía de Sepetiba.....	17.
<b>Figura 6.</b> Média e erro padrão (linhas verticais) do índice biótico estuarino na Baía de Sepetiba, (1 = exposto, 2 = semi-exposto, 3= abrigado) 2006/07.....	21.
<b>Tabela 1.</b> Descrições físicas dos setores de arrasto de praia na Baía de Sepetiba 2006/07. .....	10
<b>Tabela 2.</b> Escores atribuídos às 7 métricas da comunidade de peixes para obtenção do Índice de Integridade Biótica Estuarina – IBE.....	12
<b>Tabela 3.</b> Valores de F da ANOVA para comparações de variáveis ambientais dos setores e estações do ano da Baía de Sepetiba (A= abrigado, E= exposto e S= semi-exposto) ( V= verão, O= Outono, I= inverno e P= Primavera).....	14
<b>Tabela 4.</b> Valores de F da ANOVA para comparações de variáveis granulométrica do grau de exposição e estações do ano da Baía de Sepetiba (A= abrigado, E= exposto e S= semi-exposto) (V= verão, O= Outono, I= inverno e P= Primavera).....	18
<b>Tabela 5.</b> Relação por famílias e espécies capturadas nas praias da Baía de Sepetiba.....	18.

**Tabela 6.** Valores de F da análise ANOVA do teste de Tukey para comparações dos índices de diversidades os graus de exposição e estações do ano na Baía de Sepetiba (A= abrigado, E= exposto e S= semi-exposto).....20

**Tabela 7.** Coeficiente de correlação não paramétrica (r-Spearman) entre as variáveis ambientais e os índices de diversidades na Baía de Sepetiba.....20

**Tabela 8.** Coeficiente de correlação não paramétrica (r-Spearman) entre as variáveis ambientais e o índice biótico estuarino na Baía de Sepetiba (Tem= temperatura, Sal= salinidade, Pro= profundidade e Tra= tran).....22

**Tabela 9.** Coeficiente de correlação não paramétrica (r-Spearman) entre as variáveis sedimentares e o índice biótico estuarino na Baía de Sepetiba (Na= Sódio, Ca= cálcio, Mg= magnésio, % C org= % carbono orgânico, P= fósforo e K= potássio).....22

## RESUMO

A rápida destruição de habitats, causada pelo crescimento populacional e expansão econômica, torna cada vez mais urgente a necessidade de conhecer a diversidade biológica em seus mais amplos níveis, para que possam ser traçados planos de monitoramento e proteção ambiental. Neste sentido, o monitoramento biológico é essencial para identificar respostas do ambiente aos impactos causados pela ação antrópica. O presente trabalho visa avaliar a qualidade ambiental na Ilhas e Manguezais na Baía de Sepetiba através da caracterização da ictiofauna (bio-indicador) e análise química do sedimento superficial. Também três índices de diversidade foram utilizados visando à descrição da estrutura da comunidade de peixes ao longo de um gradiente de hidro-dinamismo: 1) setores expostos, 2) semi-expostos e 3) abrigados. A avaliação da qualidade ambiental foi comparada entre os três setores, bem como foram determinadas eventuais influências dos fatores ambientais. Um programa de amostragens mensais de arrasto de praia foi realizado entre junho de 2006 à maio de 2007. As amostras foram tomadas em triplicatas, juntamente com amostragens das variáveis ambientais de temperatura da água, salinidade, transparência, profundidade e sedimentares. Através da adaptação do Índice de Integridade Biótica Estuarino (IBE) na Baía de Sepetiba, foram selecionados 7 atributos da ictiofauna para o cálculo do índice, bem como 6 variáveis da química do sedimento para correlação/validação do mesmo. Os resultados do Índice Biótico estuarina coincidiram com as diferentes qualidades de habitat, propostas pelos parâmetros tradicionais de avaliação de qualidade. O setor abrigado foi o que apresentou melhores qualidades ambientais, com avaliação de qualidade intermediária em todas as estações do ano, com exceção do verão; por outro lado, as menores qualidades ambientais foram determinadas para o setor semi-exposto, o que foi associado ao estresse de mais baixas salinidades e possíveis influências de poluentes trazidos pelos rios e canais contribuintes da baía.

**PALAVRA-CHAVES:** Qualidade ambiental; ictiofauna; sedimento.

## **ABSTRACT**

A rapid habitat deterioration due to economic and population expansion point to the urgency in knowing the biological diversity status in different levels, in order to environmental managers to make plans for monitoring and environmental conservation. In this way, biological monitoring is essential to identify responses of the environmental to impacts caused by anthropogenic influences. The present work aims to assess the environmental quality in Isles and Mangrove areas of the Sepetiba bay through the characterization of the ichthyofauna (bio-indicator) and chemical analyses of the surface sediment. Additionally, three diversity indexes were used to describe fish community structure along a hydrodynamic gradient: 1) sectors exposed, 2) semi-exposed e 3) sheltered. Environmental quality assessment was compared among the three sectors, and environmental influences were assessed. A monthly sampling programme using beach seine were carried out between June 2006 and May 2007. Sampling were taken in triplicates, together with environmental variables of temperature, salinity, transparency depth and sediment. A adaptation of the Estuarine Index of the Biotic Integrity (IBE) for the Sepetiba Bay was performed, and 7 metrics were selected for the index calculation, as well 6 chemical sediment variables to correlate/validate the index. IBE results coincided with different habitat quality, proposed by traditional environmental parameters of quality. Sheltered sector showed the best environmental quality, being rated as intermediary, in all season but the summer; on the other hand, the water quality were determined for the semi-exposed variables, which was associated to environmental stress by low salinities and possible effluents brought by the contributing river and channels to the bay.

**KEYWORDS:** Qualities environmental; coastal fishes; sediments

## 1. INTRODUÇÃO

Diversos estudos têm evidenciado que as principais alterações ambientais no Brasil estão relacionadas ao processo de urbanização (Leão & Dominguez, 2002). Muitos são os autores que discorrem sobre a questão, dentre eles. Nollkaemper (1992) que menciona diferentes estratégias de ações regionais e globais para tentar ajudar a resolver o que considerou a principal causa de alterações no ambiente costeiro: a urbanização crescente em áreas próximas ao mar.

A crescente descaracterização do ambiente aquático, causada pela poluição, representa uma ameaça para a saúde humana e do ecossistema costeiro, sendo as praias arenosas e manguezais como foco fundamental, que sofrem com a crescente degradação de suas áreas, devido à ocupação desordenada e o crescimento do turismo, particularmente não há planejamento ambiental adequado, os investimentos em infra-estrutura como saneamento básico são escassos (Blankensteyn, 2006). Acrescenta-se ainda a ocorrência de erosão costeira, intrusão de água marinha nos mananciais de água doce, perda e fragmentação do habitat, depleção de recursos pesqueiros como fonte alimentar, deterioração do ambiente marinho para área de lazer e turismo, desenvolvimento de algas nocivas, aquecimento global e aumento do nível do mar como contribuinte para a aceleração da degradação (Barbiere, 1999).

As indústrias, através de seus efluentes, podem ocasionar grandes alterações no ambiente através dos níveis de fósforo e nitrogênio, principalmente as indústrias de processamento de alimentos, que são as principais fontes de efluentes orgânicos. Subtil, (2005), encontrou na foz do rio Benevete, ES, uma concentração elevada de P-total, devido ao grande aporte de matéria orgânica proveniente do manguezal e pela influencia antrópica, ocasionado por lançamento de esgoto no rio.

Segundo Diegues (2001) a degradação dos estuários e manguezais decorre de uma ação conjunta de vários fatores resultado do modelo econômico da ocupação do litoral marcado por processos, com especial destaque para a implantação de pólos petroquímicos e urbanização desordenada.

Estudos de ecossistemas costeiros como praias arenosas e manguezais são de grande importância, pois caracterizam áreas de recrutamento, crescimento, alimentação e reprodução de numerosos organismos marinhos, incluindo uma variedade de espécies de peixes (Clark et

al., 1996). As praias arenosas caracterizam-se por serem ambientes fisicamente dinâmicos, que fornecem pouca complexidade de habitats para os peixes, sendo esta região dominada por um pequeno número de espécies abundantes (Ayvazian & Hyndes, 1995). Manguezais são importantes rotas para o fluxo de matéria orgânica entre o continente e o estuário e é também, importante para o desenvolvimento de peixes juvenis que usam estas áreas para se alimentar e como abrigo (Lana et al., 1989).

A qualidade dos ambientes marinhos tornou-se foco de atenção, havendo hoje no Brasil interesse na sua conservação e na recuperação dos locais já impactados, vários métodos são empregados para mostrar o significado ecológico dos níveis de contaminação, o grau de disponibilidade dos poluentes, funcionando como instrumento importante para a proteção e conservação do ecossistema e da saúde pública (Abessa, 2002).

A pesquisa de qualidade ambiental em zonas costeiras vem assumindo relativa importância no computo geral sedimentologia e a ictiologia. Os sedimentos e as comunidades de peixes podem salientar que o monitoramento desses parâmetros biótico pode ser indicadores de poluição provenientes de pólos urbanos e industriais.

A Baía de Sepetiba é reconhecida como “Área de Relevante Interesse Ecológico” (ARIE) pela constituição do estado do Rio de Janeiro através do artigo 266 VI, porém não regulamentado até o momento. De acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA nº 20, artigo 1º, que classifica as águas com relação aos usos preponderantes, a baía de Sepetiba deve ser incluída na classe 5, de acordo com as características de utilização de suas águas, sendo destinadas à recreação de contato direto, à proteção das comunidades aquáticas, à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana (CONAMA, 1986). A Baía possui corpos de águas salinas e salobras, com litoral caracterizado por cerca de 95 pequenas praias insulares e continentais separadas por pontas rochosas, 49 ilhas e uma região de mangues e estuários. As praias são do tipo arenoso, lodo-pedregosas, de cascalhos e de uma intercessão desses vários tipos (Costa, 1992). O substrato é principalmente lodoso, com as argilas de fundo formando um corpo sedimentar contínuo, recobrimdo quase que totalmente o fundo da baía (Roncarati & Barrocas, 1978). Apesar de atingir em certos locais profundidade de até 30 m, devido a existência de valas naturais e de dragagens realizadas para acesso de grandes embarcações ao Porto de Itaguaí, a Baía apresenta profundidades inferiores a 5 metros em 40% de sua área,

principalmente, na zona mais interna. O clima é classificado como do tipo: tropical quente e úmido, com verão chuvoso e inverno seco. Ventos do quadrante sul e brisas marinhas descarregam umidade contra o anteparo das serras circundantes a baía, podendo contribuir para a ocorrência de chuvas na estação seca de inverno (Barbière & Kronemberger, 1994). O período de maior pluviosidade na região da Baía, concentra-se em dezembro e janeiro, alongando-se por vezes até março, enquanto o período seco estende-se de maio a setembro.

O padrão de circulação de correntes no interior da Baía recebe influências das massas de águas oceânicas densas e frias provenientes de correntes de águas costeiras, misturadas às águas doces provenientes das bacias de drenagem continental, estas correntes aquecem, tornando-se superficiais à medida que circundam na área interna da Baía, saindo pelo canal entre as ilhas de Jaguanum e Marambaia, onde ocorre uma sobreposição de correntes superficiais que saem e profundas que entram (Costa, 1992).

A bacia hidrográfica da baía de Sepetiba ocupa uma área de 2700 km<sup>2</sup>, compreendendo, parcial ou totalmente, territórios de 12 municípios (SEMA, 1998). Totalmente incluídos na bacia, encontram-se, os municípios de Itaguaí, Japeri, Mangaratiba, Paracambi, Queimados e Seropédica, e parcialmente os de Eng. Paulo de Frontin, Piraí, Rio Claro, Miguel Pereira, Rio de Janeiro e Nova Iguaçu.

As águas de drenagem continental são provenientes principalmente de nove sub-bacias hidrográficas: Rio Mazomba, Rio da Guarda, Rio Guandu, Rio Cação Vermelho, Rio Piraquê, Rio Ita, Rio Porto, Rio Portinho e outros, além da região hidrográfica da Restinga da Marambaia contribuindo com pequenos córregos. A baía recebe por transposição, uma contribuição significativa do rio Paraíba do Sul (160 m<sup>3</sup> / segundo), desviada do curso principal deste rio para o rio Guandu (Canal de São Francisco). O corpo d'água resultante, o rio Guandu, é o maior contribuinte de águas continentais para a baía, aproximadamente 77% do total das águas de drenagem continental (SEMADS, 2001).

A bacia hidrográfica abriga em sua área inúmeras atividades indústrias e não industriais de reconhecido potencial poluidor, assim como áreas de mineração e de atividade portuária. Tais atividades se utilizam os rios e canais como corpos receptores de seus efluentes e modificam fisicamente as regiões costeiras.

A região da bacia hidrográfica também conta com algumas Unidades de Conservação, como o Parque Estadual da Pedra Branca e a Reserva Biológica de Guaratiba na área de

manguezal do fundo da baía, a Reserva Biológica do Tinguá e o Parque Estadual da Serra de Madureira situado mais a noroeste, a Área de Proteção Ambiental de Mangaratiba a sudoeste, estendendo-se, também, às ilhas e à Restinga da Marambáia, administrada pelo Ministério do Exército, considerada Reserva Biológica situada na parte sul da Baía de Sepetiba.

A Baía de Sepetiba apresenta forte pressão de desenvolvimento urbano-industrial diariamente introduzida na bacia cerca de 286.900m<sup>3</sup> esgotos sanitários, que gera uma carga orgânica em torno de 69.920Kg DBO/dia (SEMA, 1998), o que implica em modificações e alterações na comunidade dos organismos aquáticos. A grande carga poluidora introduzida na Baía é proveniente de plantas urbano-industriais situadas nas suas adjacências, como o emergente parque industrial de Itaguaí e Santa Cruz e o Porto de Itaguaí.

Atualmente, a Bacia da Baía de Sepetiba possui uma população estimada de 1.295.000 habitantes; a situação sanitária da região é muito grave, principalmente, nas áreas de baixada, sujeita a inundações periódicas. De modo geral, as populações da bacia carecem de um atendimento satisfatório no tocante ao esgotamento sanitário. Mesmo no Município do Rio de Janeiro, onde se encontra a maior população urbana da Baía de Sepetiba e onde o serviço é, por concessão, de responsabilidade da CEDAE, praticamente não existem sistemas coletores implantados.

Nos municípios adjacentes, onde a atribuição é das prefeituras, o pouco que existe, opera de maneira inadequada. Nas áreas desprovidas de esgotamento sanitário, situação em que se encontra a maior parte da bacia, os efluentes são conduzidos à fossa séptica individuais, geralmente sumidouro ou na maioria dos casos, vão para a galeria de águas acarretando lançamento nos córregos fluviais que com o escoamento superficial vão parar nas regiões estuarinas na Baía (SEMADS, 2001).

A oleicultura e a fruticultura são as principais atividades agrícolas da região, predominando, em Itaguaí e Santa Cruz, a fruticultura, basicamente, a cultura de banana e coco (Figura. 4). Na região do canal de São Francisco, localizam-se, algumas áreas com atividades agropecuárias. A utilização de defensivos agrícolas e carrapaticidas é intensa, podendo trazer graves conseqüências, tanto para os rios que deságuam na Baía (SEMADS, 2001).

O parque industrial da Bacia da Baía de Sepetiba é caracterizado por um conjunto de 100 empresas, constituindo-se, neste sentido, um dos maiores pólos industriais do Estado do

Rio de Janeiro. Esta situação, além de contribuir para com o agravamento da poluição proveniente dos efluentes líquidos, infere também o risco de poluição por acidentes no transporte de produtos, nas rodovias que cruzam os rios.

Sua bacia tem quase a totalidade de seu território submetido ao uso do solo estabelecido pelo Zoneamento Industrial Metropolitano do Rio de Janeiro, dividida em Zonas de uso estritamente industrial (ZEI), Zonas de uso predominantemente Industrial (ZUPI) e Zonas de uso diversificado (ZUD). As ZEIs contaram com vultuosos investimentos em infraestrutura, além de outros subsídios aos empreendedores que nelas se implantaram, criando uma grande concentração industrial na área (Lima-Junior, 2001).

O porto de Sepetiba vem sendo ampliado para se transformar no Porto Concentrador de Cargas (*Hubport*), como os portos de Cingapura e Rotterdam. Tecnicamente, o porto vem sendo preparado para receber navios de até 150 mil toneladas, movimentando sete milhões de containeres por ano. Entretanto, tal magnitude tem em paralelo uma série de prejuízos ambientais associados, como as alterações físico-químicas inerentes à implantação, manutenção e operação de tamanho complexo portuário. Na baía ainda existe um porto de minérios de propriedade da (MBR) Minerações Brasileiras Reunidas situadas na parte externa da baía nas proximidades da lha Guaíba, também, contribuindo com alterações físico-químicas no ambiente (SEMA, 1998).

Na Baía existe um enorme passivo ambiental (resíduos sedimentados no fundo da baía), os quais são revolvidos e dispersados pelas operações de dragagem e descarte de sedimentos da ampliação e manutenção do Porto de Itaguaí, tornando-se, novamente, disponíveis para a cadeia alimentar (Lima-Junior, 2001).

Atualmente, a Baía de Sepetiba é classificada na categoria de sistema com áreas eutrofizadas e outras mesotróficas (Machado et al., 1998) e de curto a longo prazo a bacia constitui espaço prioritário e disponível para a expansão industrial da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Estima-se, caso medidas de controle de poluição não sejam tomadas, um acréscimo de 50% no lançamento de cargas poluentes na baía até 2020, com sérias conseqüências ecológicas e econômicas considerando as condições de degradação atuais (SEMA, 1998).

O diagnóstico ambiental da Baía de Sepetiba, realizado em 1996 num convênio entre a Secretaria Estadual de Meio Ambiente, Governo Federal, Universidade Federal do Rio de

Janeiro e EMBRAPA, conclui serem superficiais as possibilidades de avaliação resultantes da análise de fatores físico-químicos. Barroso (1989) sugere que os peixes sejam excelentes indicadores de qualidade da água, ocupando o mais alto nível trófico da cadeia alimentar aquática com relação a outros grupos, representam uma resultante das condições das formas biológica inferiores, funcionando como indicadores da qualidade total dos corpo d'água.

O sedimento constitui um compartimento importante na avaliação da intensidade e formas de impactos a que os ecossistemas aquáticos estão ou estiveram submetidos, uma vez que realizam constantes trocas de nutrientes e outra substância poluente ou não, com a coluna d'água (Forstner, 1989), sendo o depósito final destes constituintes e, dependendo dos processos de interação química que ali ocorrem, podem ser responsáveis por sua maior ou menor disponibilidade para a coluna d'água'.

O fato dos sedimentos superficiais marinhos serem reconhecidos como maior reservatório de substâncias tóxicas nesse ambiente (Adams et al., 1992), levou ao desenvolvimento dos métodos de avaliação da sua qualidade. Estes métodos são necessários para mostrar o significado ecológico dos níveis de contaminação e o grau de biodisponibilidade dos poluentes (Adams et al., 1992), funcionando como instrumentos importantes para a proteção e conservação dos ecossistemas e da saúde pública, o monitoramento desses sedimentos.

As abordagens utilizadas na avaliação da contaminação de sedimentos marinhos são as análises químicas. Estas consistem simplesmente em listagens das substâncias, sendo usadas para qualificar e quantificar a contaminação do sedimento.

Subtil (2005) estudou a utilização da concentração de P total e matéria orgânica servindo como um parâmetro para a estimativa do impacto causado ao meio ambiente, já que o P-total é considerado um macronutrientes com menor abundancia no ambiente marinho e qualquer mudança na sua concentração, podendo ocasionar alterações na cadeia trófica.

No entanto, a abordagem química pode não ser a melhor para estimar ou prever os riscos ambientais advindos de poluentes, principalmente se utilizada de forma isolada: certos contaminantes podem não ser detectados pelas técnicas de análise, e, além disso, não se tem informação a respeito dos efeitos adversos sobre os organismos (Plesha et al., 1988).

Os sedimentos do manguezal possuem de três a quatro vezes mais matéria orgânica que o sedimento continental, sendo que a matéria orgânica é mais reativa no sedimento de

manguezal. O fluxo de nutrientes na camada de sedimentos superficiais depende da temperatura, da proporção de deposição orgânica, da composição da matéria orgânica integrando a superfície e a sub-superfície de mineralização, denitrificação, das trocas inorgânicas (Kennish, 1997). Este fluxo tende a ser maior na região tropical principalmente devido à alta produtividade primária e à deposição orgânica das médias latitudes.

O sedimento representa uma importante fonte de nutrientes para a coluna d'água especialmente no verão (Kennish, 1997). O uso de fósforo na agricultura causa uma eutrofização nos corpos d'água devido manejo não adequado. O fósforo está presente na biota em grande variedade de compostos orgânicos. É um elemento estrutural do material celular. Na forma de fosfato não participa das reações de oxi-redução como o C, N e S. Devido à baixa concentração no ambiente e a demanda específica, é um importante elemento na produtividade primária tanto terrestre como aquática (Bolin, 1983).

Existe um crescente interesse de utilização de comunidade biótica na avaliação de qualidade de recursos marinhos. Lima-Junior (2001) desenvolveu o Índice de Integridade Estuarina para a Baía de Sepetiba para a avaliação de qualidade da água. Este índice permite a utilização de vários atributos da comunidade de peixes e a associação destes dados pode refletir a qualidade do habitat em questão. Teoricamente, o espectro de qualidade de água é capaz de abranger situações onde as maiorias das espécies esperadas ocorram, incluindo as intolerantes e com estrutura trófica balanceada, até situações onde poucas ou nenhuma espécies de peixes ocorrem, ou casos intermediários onde a ictiofauna é composta de espécies tolerantes com estrutura trófica alterada (Karr, 1981). Estes aspectos são posteriormente traduzidos em notas: alta, média ou baixa qualidade de habitat, sintetizando os resultados e tornando-os de fácil entendimento para o público geral. As pontuações que fornecem a base principal para os critérios de classificação devem ser estabelecidas baseando-se em habitats de referências não perturbados ou nos melhores valores obtidos em cada métrica para o habitat em questão (Karr & Dudley, 1981). Espera na teoria uma diminuição na abundância de indivíduos à medida que declina a qualidade de habitat, sendo, entretanto a biomassa mais afetada que o número de indivíduos, o que foi proposto por Magurran (1998). Esses fenômenos poderiam ser decorrentes de uma diminuição na fecundidade e no tamanho do organismo com o efeito estressores (Gray, 1989). A riqueza e a diversidade de espécies deveriam também diminuir, ao passo que a dominância de algumas poucas espécies

aumentaria com a queda de qualidade de habitat (Rapport et al., 1985). As características trófica também seriam afetadas, com diminuição de espécies piscívoras e invertívoras (especialista), e aumentando das espécies onívoras (generalistas) de acordo com a diminuição da qualidade de habitat (Karr, 1981).

A ictiofauna é particularmente útil como indicadora de alterações ambientais por uma série de razões. Em primeiro lugar, a sua variada tolerância a fatores físicos, químicos e biológicos faz com que muitas espécies possam indicar, por sua presença ou por seu desaparecimento, eventuais alterações ambientais induzidas por atividades humanas. As mudanças nas características deste habitat podem influenciar a composição dos peixes entre os diferentes microhabitats, que exerce forte influência sobre abundância de algumas espécies em nível de microhabitats (Hillman et al, 1997). Entretanto, a presença de poluentes e demais fontes de impactos provenientes de atividades antrópicas proporcionam a redução do número de espécies e o aumento da densidade de espécies resistente às variações ambientais (Reash & Berra, 1987). O objetivo geral do presente trabalho tem caráter pioneiro, foi à tentativa de relacionar a comunidade de peixes e sedimento superficial como indicadores de processos antropogênicos em praias com 3 graus de exposição na Baía de Sepetiba para desenvolver programas de manejo integrado de sistemas costeiros.

Karr (1991) comenta que esta estratégia de monitoramento pode rapidamente ser a baixo custo servir como abordagem exploratória da qualidade do habitat em questão. Assim foram realizadas adicionalmente análises de nutrientes no sedimento, visando exemplificar uma estratégia de monitoramento integrada, entre a comunidade de peixes e as análises químicas do sedimento. A escolha das análises de nutrientes como instrumento exploratório em complemento a comunidade de peixes, deve-se ao fato dos nutrientes do sedimento ser um dos agentes com menor custo no seu diagnóstico e voltado para área de abrangência da engenharia florestal.

A adaptação dos indicadores de qualidade ambiental pode ser útil para a tomada de decisões a respeito da preservação do meio e integrar apropriadamente uma grande quantidade de informações para um processo de tomadas decisões por isso uso de indicadores biológicos pode ser tornar ferramenta importantes (Blankensteyn, 2006)

## 2. OBJETIVOS

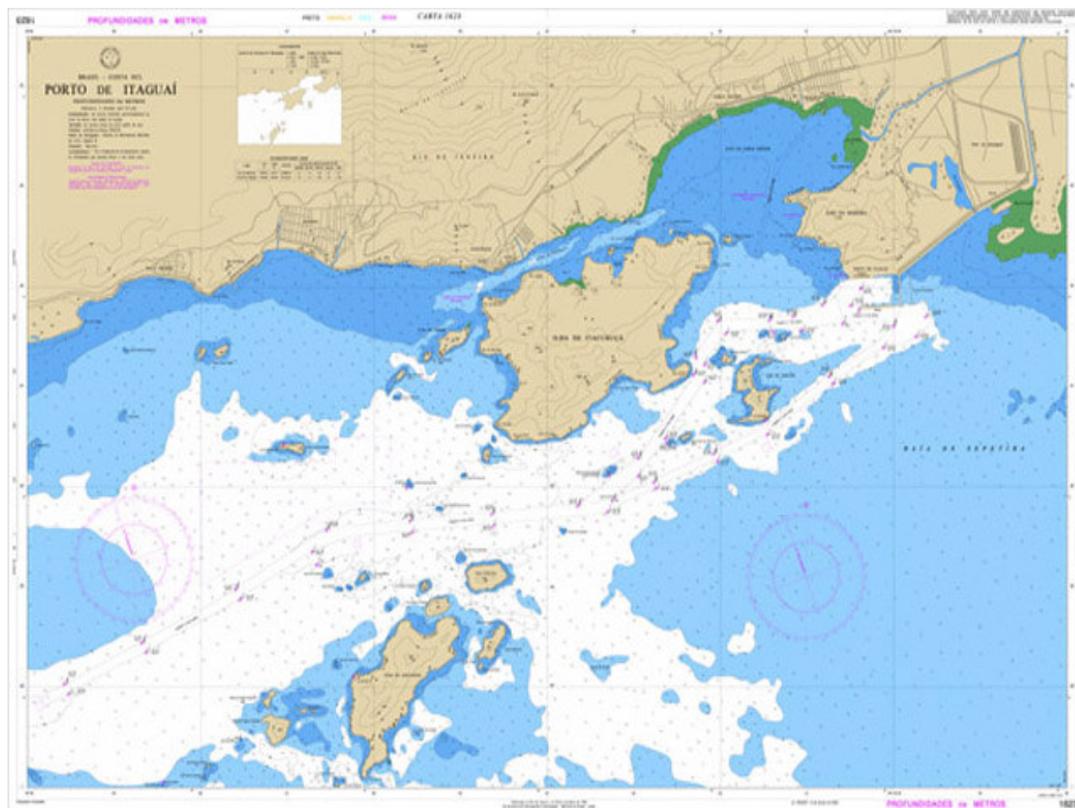
O presente trabalho visa avaliar a qualidade ambiental na Ilhas e Manguezais da Baía de Sepetiba através da caracterização da ictiofauna (bio-indicador) e análise química do sedimento superficial. Utilizou-se para isto um programa amostral padronizado da comunidade de peixes e sedimento em setores abrigado, semi-exposto e exposto.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Área de Estudos

A Ilha de Itacuruçá, localizada na Baía de Sepetiba (Lat. 22°54'-23°04'S; Long. 43°34'-44°10'W) apresenta suas praias habitadas ao longo de seus costões rochosos, e uma crescente exploração turística das suas praias. A Ilha de São Martins, esta localizada entre Porto de Itaguaí a Ilha de Itacuruçá e suas praias a leste e a oeste são ponto de visita de turista regional que embarcam na Ilha da Madeira; na sua parte exposta se encontra produção aquícola.

O manguezal de Itacuruçá se encontra na parte continental, tem dois canais principais de rios de maré onde são despejados esgotos domésticos provenientes das comunidades adjacentes. Seu manguezal é formado pela espécie *Rizophora mangle*, que atinge aproximadamente 7 metros de altura, tendo uma unidade amostras bem densa.



**Figura. 1** Carta náutica da área de estudo na Baía de Sepetiba

### 3. 2 Metodologia

**Arrasto de praia:** Foram realizadas amostragens mensais de arrastos de praia (Figura 1) (Tabela 1) entre junho de 2006 a maio de 2007 no período diurno. As coletas de peixes foram feitas com uma rede de arrasto de praia (10 m x 2,5 m; malha de 7 mm entre nós consecutivos), com cada arrasto cobrindo uma extensão de aproximadamente 30 m por 7 m de largura. A unidade amostral padronizada, com 3 réplicas das amostras em cada setor aleatoriamente. Em cada amostragem foram retirados os parâmetros ambientais de temperatura da água, salinidade, transparência da água e profundidade. A temperatura da água de fundo foi aferida com um sensor da marca Horiba; para salinidade um salinômetro; a transparência da água foi obtida com o uso do disco de Secchi com graduação em centímetros, e para determinar a profundidade foi utilizado um profundímetro com graduação em centímetros.

#### **Setores de amostragens: Arrasto de praia**

**Tabela. 1** Descrições físicas dos setores de arrasto de praia na Baía de Sepetiba 2006/07.

Setores	Descrição física
Setor 1 e 3	Setor exposto, alta energia, alta declividade, alta taxa de renovação da água, e baixa estruturação.
Setor 2 e 4	Setor semi-exposto, declividade media, renovação moderada, estruturação bem moderada, pedras.
Setor 5 e 6	Praias abrigadas, presença de rizophora , menor circulação da água.

**Granulometria:** A análise granulométrica, também chamada de análise textural, visou determinar qual a distribuição por diâmetro das partículas do sedimento. Todas as amostras foram secas ao ar livre e à sombra. Após a secagem, as amostras foram peneiradas em um aparelho tamizador durante 15 minutos. Foi utilizado um total de 6 peneiras com aberturas de malhas de 2,0mm, 1,0 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,09 mm e 0,063 mm, que correspondem respectivamente a frações de grãos dos tipos muito grosso, grosso, médio, fino, muito fino e finíssimo e posteriormente convertidos para phi. Para classificar o sedimento programa

Sysgran 2,2 (diagrama de Shepard) entre os setores sendo coletado aproximadamente 200g de sedimento.

**Análise química do sedimento:** Para análise química do sedimento foram empregadas as seguintes técnicas: método volumétrico pelo bicromato de potássio para o teor (%) de matéria orgânica e percentagem de potássio; a técnica de fotometria de emissão com auxílio de um espectrofotômetro de absorção atômica; e fósforo: a técnica de espectrofotometria com adaptações para uso com extratos de resina em cloreto de sódio (EMBRAPA, 1997).

**Perfil topográfico:** Foi medido com o auxílio de uma trena e uma sonda portátil sendo padronizada a medida a partir da linha da praia com o mar uma distancia total de 30 metros subdivididos em 6 e 6 metros retirados às medidas de profundidade para a análise do perfil topográfico para cada setor.

**Peixes:** Todos os peixes capturados em cada coleta foram fixados com formol a 10% e após 48 horas foram transferidos para álcool a 70%. A identificação das espécies foi realizada através de Figueiredo (1977), Figueiredo & Menezes (1978, 1980, 1985 e 2000). Para a classificação trófica foi considerada carnívora a espécie que preferencialmente alimentam-se de peixes, e completam sua dieta com invertebrado. Como especialista as espécies que preferencialmente alimentam-se de invertebrados bentônicos, mas que podem completar sua dieta com peixes. A classificação onívora agrupou-se espécies sem preferência alimentar definida, com dieta variável, composta de itens vegetais, animais e detritos.

Todos os indivíduos foram identificados, medidos no comprimento total mm e pesados (g) individualmente. Todo o material foi depositado na coleção ictiológica do Laboratório de Ecologia de Peixes da UFRRJ. A partir dos dados de número de espécies, números totais de indivíduos, número de indivíduos por espécie, foram estudados diversos aspectos da estrutura e dinâmica da comunidade dos peixes jovens. Para as variações espaciais foram considerados os diferentes graus de exposição dos setores. Variações temporais foram avaliadas entre os bimestres, sendo utilizados no corpo do texto os seguintes códigos: Inverno = junho, julho, Primavera = setembro, outubro, Verão = dezembro, janeiro e Outono = março, abril

Variações na abundância relativa foram indicadas pelas CPUEs (Captura Por Unidade de Esforço) expressas como o número de indivíduos por amostra. Três índices de diversidade foram utilizados visando à descrição da estrutura da comunidade: a riqueza de espécies (**D**) de margalef (1958), o índice de diversidade de Shannon-Wiener (**H'**) e a equitabilidade (**J**), estes dois últimos descritos por PIELOU (1966). A riqueza de Margalef (**D**) foi calculada como **D**

=  $(S - 1) / \ln(N)$ , onde  $S$  = número de espécies na amostra;  $N$  = número de indivíduos na amostra. O Índice de Diversidade de Shannon ( $H'$ ) foi calculado como:  $H' = - \sum p_i \ln(p_i)$ , onde  $p_i$  = proporção numérica da espécie  $i$  na amostra total, e  $s$  = número de espécies, e  $i$  variando de 1 a  $s$ . A equitabilidade ( $J$ ) foi calculada como:  $J = H' / H'_{Max}$ . A dominância das espécies foi calculada utilizando-se o índice proposto por Simpson:  $S_i = \sum \{n_i(n_i - 1) / (N(N - 1))\}$ , onde  $n_i$  é o número de indivíduos da espécie “ $i$ ” em uma amostra e  $N$  é o número total de indivíduos na amostra. Todos os cálculos foram feitos com o uso do logaritmo natural ( $\ln$ ).

**Índice de integridade biótica estuarina adaptado para o grau de exposição (IBE):** Foi adaptado um índice de qualidade do ambiente baseado na comunidade de peixes, conforme já utilizado por Lima-Junior (2001). Este índice utilizou os componentes da riqueza, estrutura trófica da comunidade de peixes. Os estabelecimentos dos escores que fornecem a cada métrica um critério de qualidade (Boa, média ou ruim), devem ser estabelecidos baseando-se em habitat não perturbados como referencia ou melhores valores obtidos para o habitat em questão (Karr, 1991). No presente trabalho a seleção das métricas para inclusão no IBE foi baseada na expectativa de que estas apresentassem menores valores com a degradação do ambiente e maiores valores com a melhoria sua qualidade. (Tabela. 2). O IBE variou de um mínimo de 7 a um máximo de 35. Estabeleceu-se que valores menores que 9 indicam ambiente com qualidade Ruim; valores entre 9 e 18, qualidade Média, e maiores que 18 Qualidade Boa.

**Tabela 2.** Escores atribuídos às 7 métricas da comunidade de peixes para obtenção do Índice de Integridade Biótica Estuariana

<b>Métricas</b>	<b>Ruim (1)</b>	<b>Média (3)</b>	<b>Boa (5)</b>
Numero de espécies	<4	4-6	>6
Dominância 80%	<1	1-2	>3
Numero de espécies raras	<1	1-2	>2
Numero de indivíduos	<153	153 a 306	>306
% Onívoros	>60	30 a 60	<30
% especialista+carnívoros	<30	30 a 60	>60
Biomassa (g)	<500	500-1000	>1000

**Tratamento Estatístico:** Para comparações das abundâncias relativa dos peixes, variáveis ambientais e o Índice Biótico Estuarino foi utilizada a Análise de Variância ao nível de significância de 95 % de confiança. Para atender aos requisitos da análise de variância, foram

testadas as normalidades e a homocedasticidade das variáveis, tanto dos dados bióticos como dos fatores ambientais (Sokal & Rohlf, 1995). Como a maioria dos dados não atendeu estes requisitos, foi utilizada a transformação logarítmica  $\text{Log}(x + 1)$ , tanto para os dados bióticos e abióticos, onde  $\text{Log}$  é o logaritmo na base 10, e “x” é o valor não transformado. Tais transformações foram feitas previamente à análise de variância, a qual foi seguida do teste “a posteriori” de diferenças de médias de Tukey ao nível de confiança de 95 % ( $p < 0,05$ ) para determinação de quais médias foram significativamente diferentes, toda vez que a hipótese nula foi rejeitada (Zar, 1996).

Também foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman para avaliar possíveis relações entre as abundâncias relativas (número), fatores ambientais, índice de integridade biótica e sedimentares.

## 4. RESULTADOS

### **Parâmetros ambientais**

As variáveis ambientais foram comparadas entre as praias das ilhas e do mangue, agrupadas de acordo com o grau de exposição e comparadas entre as estações do ano.

**Temperatura:** A temperatura apresentou valores entre 20,87° C e 27,79° C. Especialmente os maiores valores para temperatura da água foram registrados no setor abrigado e menores valores no setor exposto. Sazonalmente os maiores valores médios foram registrados no verão, enquanto os menores valores no inverno (Tabela. 3) (Figura. 2).

**Salinidade:** A salinidade apresentou valores entre 25,88 e 38,61. Especialmente os maiores valores foram registrados no Setor exposto e os menores valores no setor semi-exposto. Sazonalmente os maiores valores médios foram registrados no inverno/ primavera e os menores no verão (Tabela. 3) (Figura. 2).

**Transparência:** A transparência apresentou valores 2,00 e 0,34 metros. Especialmente os maiores valores ocorreram no Setor exposto e semi-exposto e os menores valores no abrigado. Sazonalmente os maiores valores inverno/ primavera e menores no outono (Tabela. 3) (Figura. 2).

**Profundidade:** Diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) foram registradas para profundidade entre os setores exposto e semi-exposto da Baía de Sepetiba, com maiores valores médios observados nos setores 1,2,3 e 4. Sazonalmente não ocorreu diferenças significativas Tais variações refletem as condições da declividade dos setores de coleta, associadas às variações de maré na ocasião das amostragens (Tabela. 3) (Figura. 2).

**Tabela 3.** Valores de F da ANOVA para comparações de variáveis ambientais dos setores e estações do ano da Baía de Sepetiba (A= abrigado, E= exposto e S= semi-exposto) ( V= verão, O= Outono, I= inverno e P= Primavera).

Parâmetros Ambientais	1 - Grau de Exposição	2 - Estações do ano	Interação 1 x 2	Comparação de Tukey
Temperatura (°C)	4,76**	11,31**	ns	V, O > I, P E < A
Salinidade	14,99**	29,38**	ns	I, P > V, O E > A > S
Profundidade (cm)	161,45**	NS	ns	E, S > A
Transparência (cm)	64,78**	5,02**	2,64*	I > V, O E, S > A

\* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$

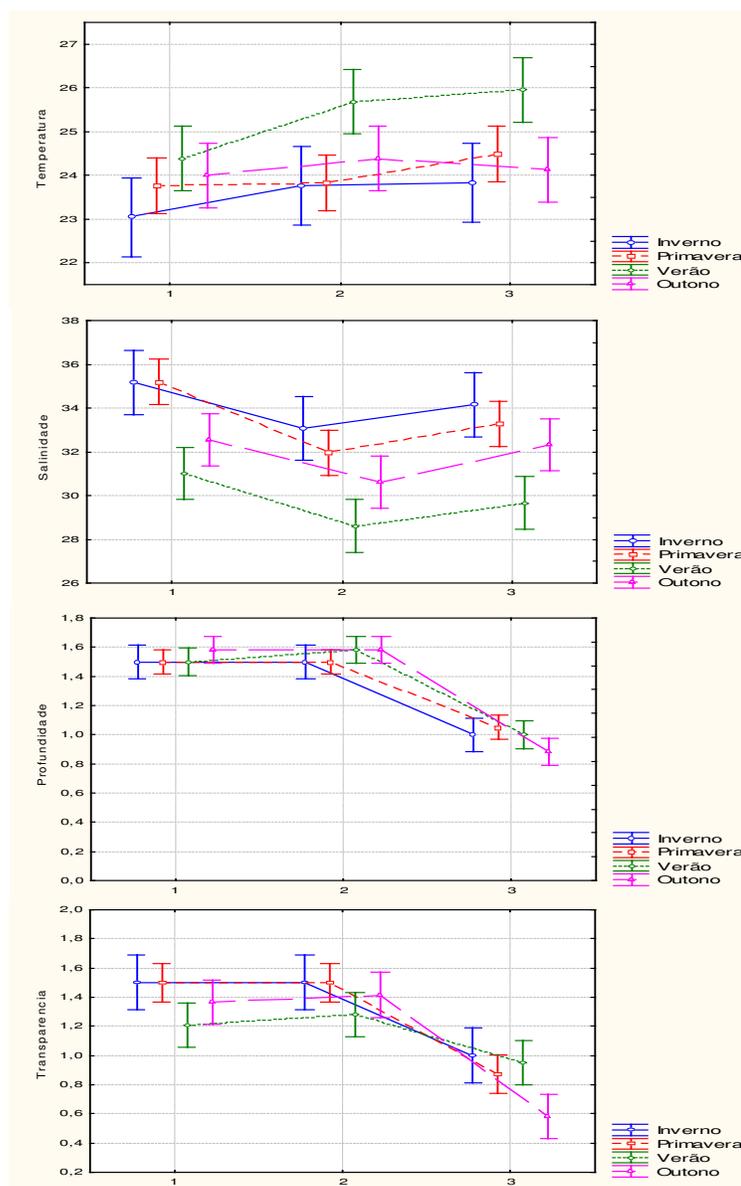


Figura. 2. Média e erro padrão (linhas verticais) dos variáveis ambientais dos setores da Baía de Sepetiba, (1 = Exposto, 2 = Semi-exposto, 3= abrigado) RJ, 2006/07.

### Parâmetros Topográficos

**Declividade:** Os perfis dos setores foram agrupados em relação aos setores de amostragem: exposto, semi-expostos e abrigado. O setor 1 e 3 foram considerados expostos o inverso do perfil 2 e 4, semi-exposto e o setor 5 e 6 considerados abrigados (Figura. 3).

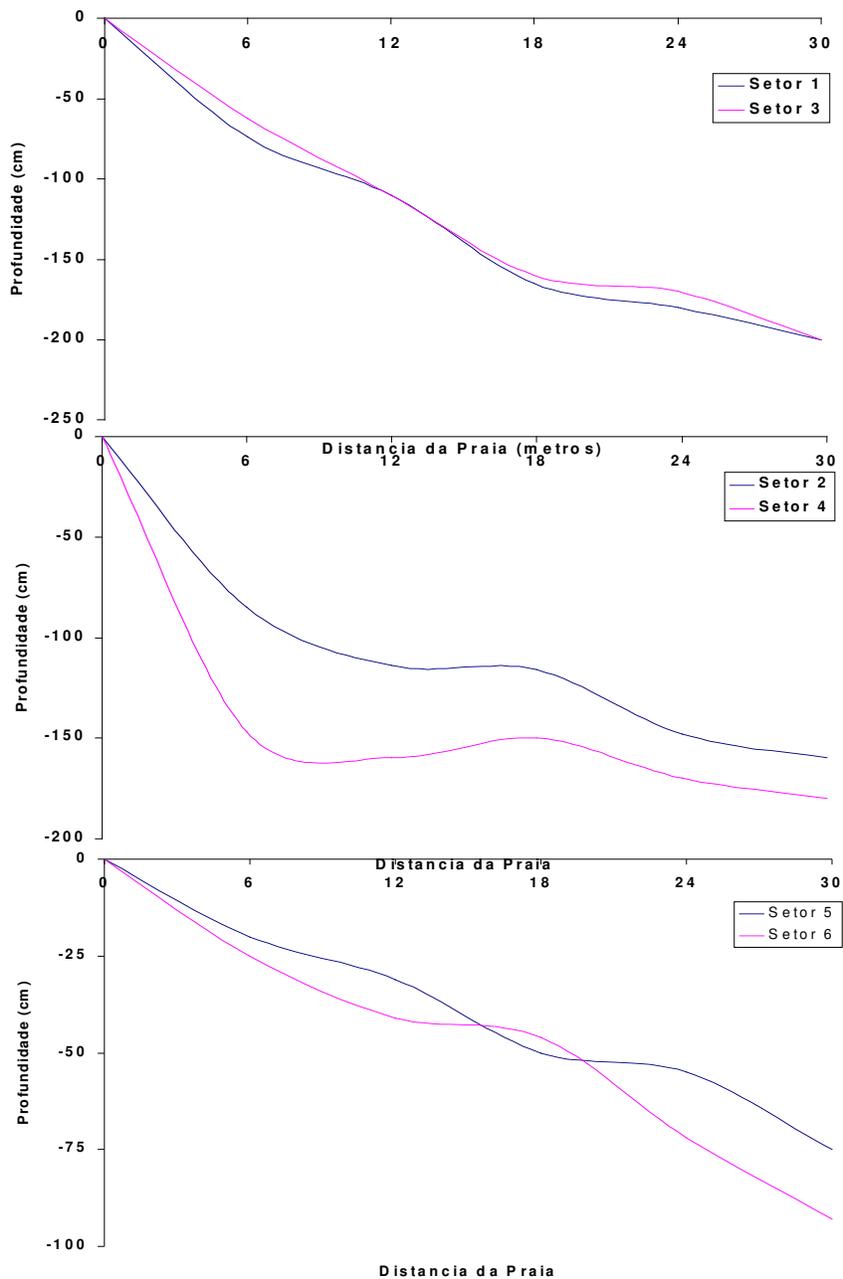


Figura. 3. Declividade dos setores na Baía de Sepetiba.

## Análise Sedimentológica

**Granulometria:** Entre a variável granulométrica foi observada diferença significativa para grau de exposição e estação do ano (Tabela. 4) (Figura. 4). Especialmente observou-se um padrão de maior ocorrência de grãos do tipo fino nos setores mais abrigados e mais grossos setores semi-exposto e exposto. Os resultados obtidos qualificaram os setores 1, 2, 3, e 4 como areia, o setor 5 como areia argilosa e o setor 6 classificado argila arenosa, de acordo com o diagrama de Shepard (Figura. 5).

**Tabela 4.** Valores de F da ANOVA para comparações de variáveis granulométrica do grau de exposição e estações do ano da Baía de Sepetiba (A= abrigado, E= exposto e S= semi-exposto) (V= verão, O= Outono, I= inverno e P= Primavera).

Parâmetros sedimentares	Graus de exposição	Estação	1 x 2	Teste de Tukey
Granulometria	7,17**	4,21**	ns	V < P, I A < S, E

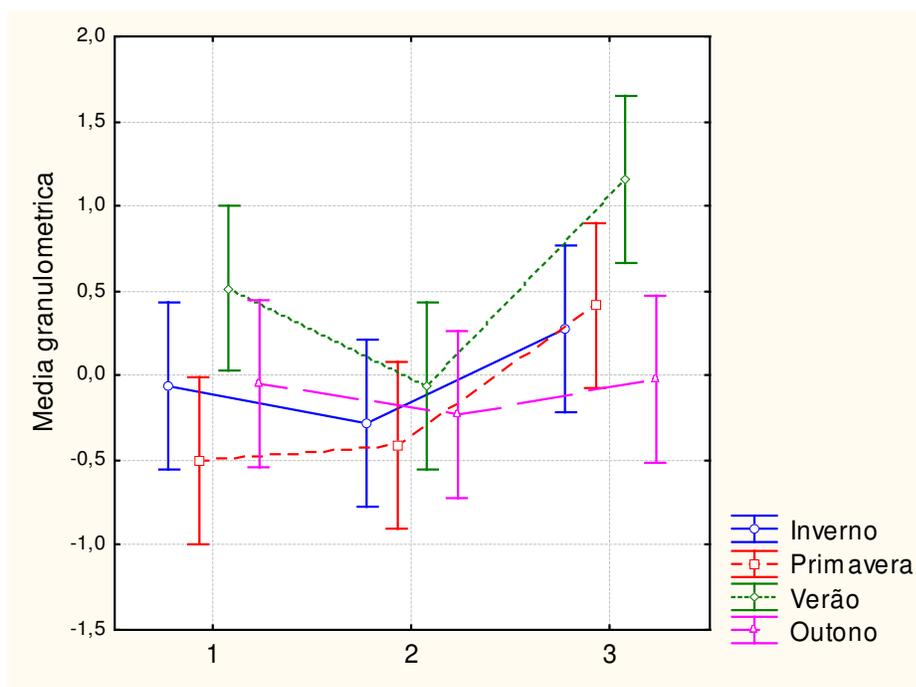


Figura 4. Médias e erros padrões (barras verticais) da granulometria na Baía de sepetiba 2006/07.

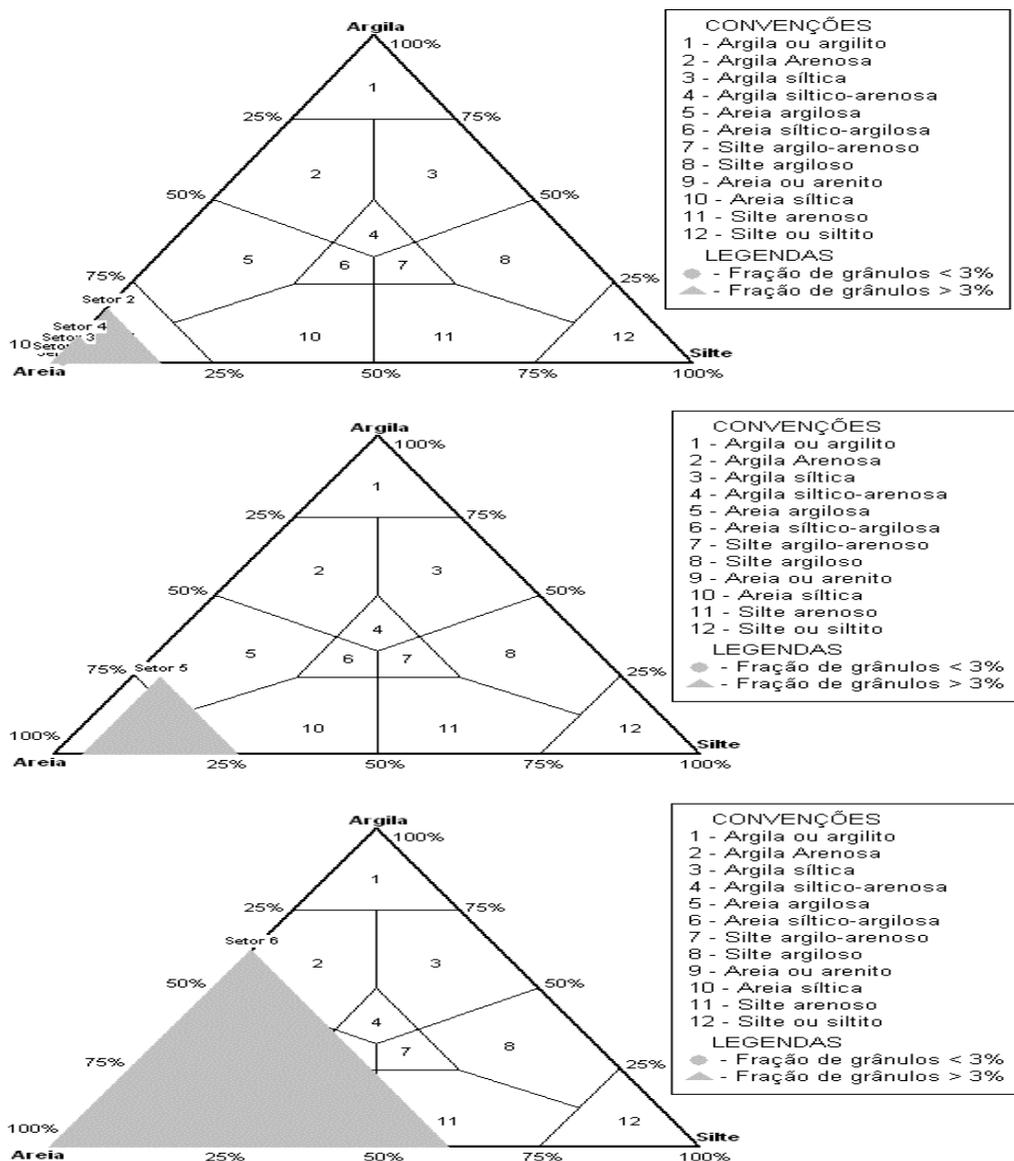


Figura 5. Classificação sedimentologia dos setores da Baía de Sepetiba.

### Parâmetros Químicos do Sedimento

**Variáveis químicas do sedimento:** As variáveis do sedimento (Sódio, Cálcio, Magnésio, % de Carbono orgânico, Fósforo e Potássio), coletadas sazonalmente através de amostras compostas em cada grau de exposição apresentaram diferenças significativas (Tabela 4). Especialmente os maiores valores foram registrados no Setor abrigado em relação aos outros setores.

**Tabela 4.** Valores de F da análise ANOVA das comparações das variáveis químicas sedimentares em relação aos graus de exposição e estações do ano na Baía de Sepetiba (A= abrigado, E= exposto e S= semi-exposto).

Variáveis	Exposição	Estações do ano	Interação	Comparação de Tukey
Na	35,37**	7,01**	3,99**	A>E,S
Ca	37,13**	Ns	ns	A>E,S
Mg	27,50**	Ns	ns	A>E,S
P (mg/l)	ns	Ns	ns	—
K (mg/l)	28,39**	Ns	ns	A>E,S
% C org	ns	3,85*	ns	A>E,S
* = $p < 0,05$ ; ** = $P < 0,01$				

## ICTIOFAUNA

Um total de 6815 indivíduos, que pesaram 24685g, divididos em 30 espécies e 20 famílias, que foram capturados em 144 amostragens de arrasto de praia, em três graus de exposição da Baía de Sepetiba (Tabela. 5).

Tabela 5. Relação por famílias e espécies capturadas nas praias da Baía de Sepetiba.

Espécies	Família	N	%
<i>Atherinella brasiliens</i>	Atherinidae	3833	56,24
<i>Albula vulpes</i>	Albulidae	6	0,08
<i>Sphoeroides greeleyi</i>	Tetraodontidae	22	0,32
<i>Sphoeroides testudineus</i>	Tetraodontidae	51	0,74
<i>Cylichthys spinosus</i>	Diodontidae	1	0,01
<i>Oligoplites saurus</i>	Carangidae	12	0,17
<i>Trachinotus goodei</i>	Carangidae	52	0,76
<i>Trachinotus falcatus</i>	Carangidae	7	0,1
<i>Trachinotus carolinus</i>	Carangidae	54	0,79
<i>Eucinostomus argenteus</i>	Gerreidae	1510	22,16
<i>Eucinostomus gula</i>	Gerreidae	251	3,68
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	Gerreidae	31	0,45
<i>Diapterus rhombeus</i>	Gerreidae	341	5,00
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	Sparidae	1	0,01
<i>Gobionellus boleosoma</i>	Gobiidae	37	0,45
<i>Dactyloscopus crossotus</i>	Dactyloscopidae	3	0,04
<i>Harengula clupeola</i>	Clupeidae	166	2,43
<i>Anchoa januaria</i>	Engraulidae	9	0,13
<i>Orthopristis ruber</i>	Haemulidae	1	0,01

<i>Chaetodipterus faber</i>	Ephippidae	1	0,01
<i>Dactylopterus volitans</i>	Dactylopteridae	81	1,18
<i>Sardinella brasiliensis</i>	Clupeidae	114	2,11
<i>Monacanthus ciliatus</i>	Monacanthidae	2	0,02
<i>Synodus foetens</i>	Synodontidae	6	0,08
<i>Mugil liza</i>	Mugilidae	9	0,13
<i>Strongylura marina</i>	Belonidae	14	0,20
<i>Strongylura timucu</i>	Belonidae	38	0,55

### **Variação espacial e temporal da ictiofauna**

**Numero de indivíduos:** Os maiores valores médios ocorreram no setor abrigado menor no setor exposto ( $P < 0,01$ ). Analisando a sazonalidade os maiores valores ocorreram no inverno e menores valores no outono (Tabela. 6)

**Numero de espécies:** Os maiores valores ocorreram nos setores abrigados e menores valores no setor semi-exposto sem diferenças significativas. Analisando a sazonalidade, os maiores valores ocorreram no inverno/outono e menores valores na primavera (Tabela. 6).

**Índice de Margalef:** Os maiores valores médios ocorreram nos setores abrigados e menores valores no setor semi-abrigado ( $P < 0,01$ ) (Tabela. 6).

**Equitabilidade:** Os maiores valores médios ocorreram no setor abrigado e menores valores ocorreram no setor semi-exposto ( $P < 0,05$ ). Analisando a sazonalidade os maiores valores ocorreram no inverno e menores no verão (Tabela. 6).

**Índice de Shannon-Wiener:** Os maiores valores médios ocorreram no setor abrigado e menores valores no setor semi-exposto ( $P < 0,01$ ). Sazonalidade os maiores valores ocorreram no inverno e menores valores na primavera (Tabela. 6).

**Biomassa:** Os maiores valores de biomassa foram observados no setor abrigado e os menores valores nos setores expostos e semi-exposto (Tabela. 6).

Tabela 6. Valores de F da análise ANOVA do teste de Tukey para comparações dos índices de diversidades os graus de exposição e estações do ano na Baía de Sepetiba (A= abrigado, E= exposto e S= semi-exposto).

Parâmetros Bióticos	Graus de exposição	Estação	1 x 2	Tukey
Indivíduos	12,43**	Ns	ns	A>E, S
Espécies	ns	Ns	ns	_____
Margaref	8,50**	Ns	ns	A>E, S
Equitabilidade	3,30*	Ns	ns	A>E, S
Shannon-Wiener	12,70**	Ns	ns	A>E, S
Biomassa	ns	Ns	ns	_____
* = $p < 0,05$ ; ** = $P < 0,01$				

### Relação entre os fatores ambientais e os índices da comunidade de peixes

Correlação Negativa foi detectada entre os índices e os fatores abióticos de acordo com o coeficiente de correlação de r-Spearman. Profundidade e transparência apresentaram as maiores significativas entre números de indivíduos, numero de espécies, índices de margalef, Equitabilidade e Índice Shannon-Wiener (Tabela 9).

Tabela 7. Coeficiente de correlação não paramétrica (r-Spearman) entre as variáveis ambientais e os índices de diversidades na Baía de Sepetiba.

Parâmetro	Tem	Sal	Pro	Tra
Indivíduos	-0,017	-0,08	-0,337**	-0,297**
Espécies	-0,001	-0,091	-0,332**	-0,313**
Margalef	-0,035	-0,032	-0,22**	-0,202*
Equitabilidade	-0,176*	-0,09	-0,197*	-0,373**
Shannon-Wiener	-0,064	-0,103	-0,358**	-0,378**
* = $p < 0,05$ ; ** = $P < 0,01$				

## Relação entre o IBE e a qualidade ambiental

Teoricamente o valor final dos IBE pode variar de zero (0) a trinta cinco (35), uma vez que são constituídos de (7) métricas X cinco (5) pontos, tendo à pontuação máxima possível se alguma das métricas tivesse alcançado boa qualidade de habitat.

Em uma comparação com os critérios de qualidade definidos pelos parâmetros tradicionais de avaliação descrita por diversos autores. O IBE classificou no setor abrigado (média qualidade). E o setor semi-exposto (baixa qualidade). No setor exposto (intermediário), não ocorrendo diferenças significativas entre os graus de exposição. Tendências de melhores qualidades ambientais foram encontradas no inverno no setor exposto e semi-exposto e o no outono no setor abrigado (Figura 22).

O IBE variou de acordo com o grau de exposição e a estação do ano, tendo atingido maiores valores (qualidade intermediária, IBE: 9-18) no setor abrigado, em todas as estações do ano, com exceção do verão. As condições mais baixas (qualidade baixa, IBE < 9) foram registradas no setor exposto na primavera, no setor semi-exposto na primavera, verão e outono, e no setor abrigado no verão (Figura 5)

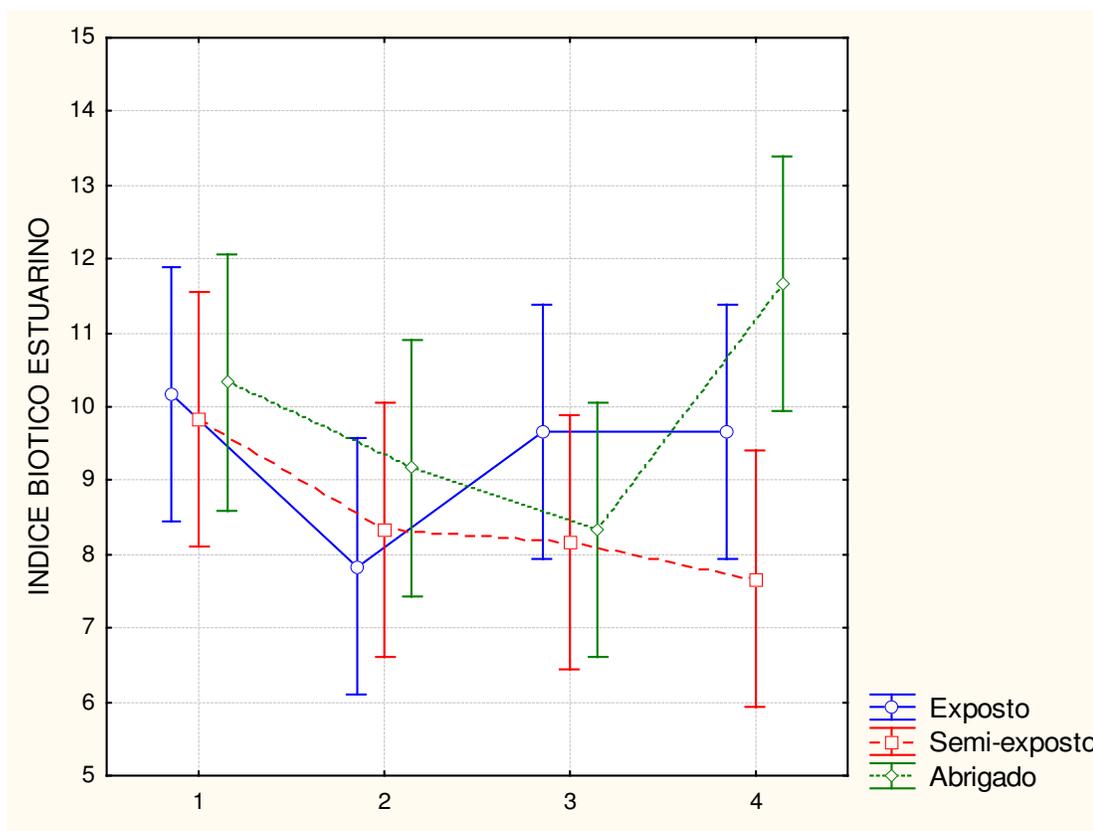


Figura 6. Média e erro padrão (linhas verticais) do índice biótico estuarino na Baía de Sepetiba, (1 = exposto, 2 = semi-exposto, 3= abrigado) 2006/07.

### Relação entre os fatores ambientais e o índice biótico estuarino

Correlação significativa foi detectada entre o IBE e os fatores abióticos de acordo com o coeficiente de correlação de Spearman. Profundidade, salinidade e transparência apresentaram correlações negativas, enquanto que a temperatura apresentou correlação positiva (Tabela 8).

Tabela 8. Coeficiente de correlação não paramétrica (r-Spearman) entre as variáveis ambientais e o índice biótico estuarino na Baía de Sepetiba (Tem= temperatura, Sal= salinidade, Pro= profundidade e Tra= transparência).

Parâmetro	Tem	Sal	Pro	Tra
IBE	0.034ns	-0.036ns	-0.244*	-0.180069*
* = $p < 0,05$ ; ** = $P < 0,01$				

### Relação entre IBE vs qualidade do Sedimento

Correlação não significativa foi detectada entre o IBE e as variáveis químicas do sedimento de acordo com o coeficiente de correlação de Spearman. Sódio e potássio apresentaram correlações negativas, enquanto que o cálcio, magnésio, % carbono orgânico e fósforo apresentaram correlação positiva (Tabela 9).

Tabela 9. Coeficiente de correlação não paramétrica (r-Spearman) entre as variáveis sedimentares e o índice biótico estuarino na Baía de Sepetiba (Na= Sódio, Ca= cálcio, Mg= magnésio, % C org= % carbono orgânico, P= fósforo e K= potássio).

Parâmetro	Na	Ca	Mg
IBE	-0.070369 ns	0.036406 ns	0.083698 ns
	% C org	P (mg/l)	K (mg/l)
	0.216313 ns	0.030429 ns	-0.043181ns

## 5-Discussão

A melhor qualidade ambiental no trecho estudado, estabelecidos conforme o grau de exposição e avaliados através do IBE (Índice de integridade Biótica Estuarina) na Baía de Sepetiba, correspondeu ao setor de praias abrigadas em todas as estações do ano com exceção do verão, que apresentaram menor hidrodinamismo e maior estruturação. Além do IBE, também os indicadores de estrutura de comunidade número de indivíduos, riqueza de Margalef, Equitabilidade e H (Shannon) foram maiores no setor abrigado e não apresentaram diferenças entre as estações do ano.

Setor abrigado de praias arenosas tem sido reportado com áreas de mais alta diversidade e suportam comunidades de peixes mais ricas, como foi encontrado Gaelzer (2000) que encontrou no trecho mais abrigado da Prainha (Arraial do Cabo) um maior número de espécies, tendo atribuído isto ao menor hidrodinamismo da água, bem como a presença de um costão rochoso nas proximidades, que proporciona abrigo para as comunidades de peixes. Blaber & Blaber (1980) concluíram que a presença de águas calmas e alimento nos estuários são provavelmente os mais importantes fatores na distribuição de peixes juvenis de Mugilídeos e Gobídeos.

No caso em estudo, o setor abrigado, corresponde a uma área de praia de mangue, onde estas formações vegetais fornecem abrigos e alimentos, portanto suportando uma comunidade de peixes mais abundante e de maior riqueza. A densa floresta de mangue com altura média de 5 a 7 metros, compõe um sistema menos degradado na parte noroeste da Baía de Sepetiba com uma classificação sedimentar argilosa, associada a um perfil de praia bem suave onde foram registradas as maiores temperaturas e menores profundidades.

Os nutrientes desse setor apresentaram os maiores valores médios de concentração (Sódio, Cálcio, Magnésio, % de Carbono Orgânico, Fósforo e Potássio) indicando que essas variáveis químicas do sedimento poderiam agir de uma forma positiva no desenvolvimento da área de mangue. As áreas de manguezais figuram entre os ecossistemas mais produtivos no mundo. Pesquisas apontam o manguezal como indispensável ao fluxo de energia e nutrientes nas costas tropicais. Pela natureza de seus componentes, são encontrados nos manguezais representantes de todos os elos da cadeia alimentar. Por esta razão, pode-se explicar a melhor qualidade ambiental nesse grau de exposição tendo uma enorme importância econômica na pesca e aqüicultura costeira (Schaeffer-Novelli 1991).

Os prejuízos sobre os manguezais da Baía de Sepetiba são os desmatamentos dos bosques e a sua conversão para aproveitamento de implantação de instalações para aqüicultura, loteamento imobiliários, instalações de indústrias e depósitos de lixo oriundos dos ciclos de mares. A proteção e a conservação dos manguezais são de fundamental

importância para a preservação de sua estrutura vegetal, animal e ecológica e para a produção pesqueira. O Código Florestal Brasileiro determina que as áreas de manguezal sejam consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP). De acordo com o artigo 18 da Lei 6.938/81, são transformadas em Reservas ou Estações Ecológicas, sob a responsabilidade do IBAMA, as florestas e as demais formas de vegetação natural de preservação permanente, relacionadas no artigo 2º da Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal).

Na parte abrigada do presente trabalho esta surgindo uma crescente produção aquícola que pode acarretar bioacumulação de resíduos orgânico, elevando a carga de nutrientes a níveis superiores à capacidade de ciclagem do sistema. O acúmulo desses componentes químicos no médio/longo prazo pode ser prejudicial para a biota, com espécies mais sensíveis às variações ambientais sendo excluídas desta parte do sistema. Pereira (2004) reportou que as análises químicas do sedimento teve seus maiores valores médios numa área de cultivo de camarão e que houve acúmulo desses nutrientes provenientes desse cultivo.

Roncarati & Barrocas (1978), comentam que a Baía de Sepetiba tem sua parte mais arenosa na face interna da restinga da Marambáia. Entretanto esta área corresponde a uma faixa bastante estreita e rasa ao longo da restinga, situada, portanto fora do alcance das amostragens de arrasto de praia realizadas no presente trabalho. O setor exposto foi classificado pelo IBE como qualidade ambiental intermediária/baixa e apresenta uma alta taxa de renovação de suas águas, com um alto grau de hidrodinamismo, com declividade acentuada. Essas praias são urbanizadas em nível não significativo de fonte de poluição, diferentemente da parte continental da praia de Sepetiba que se encontra num estado bem avançado da degradação ambiental. Tais praias, não obstante apresentarem águas de boa qualidade (baixos nutrientes, elevadas transparências) são baixamente estruturadas, portanto somente as espécies mais especializadas ao hidrodinamismo colonizam estes ambientes. Exemplo destas espécies foram alguns grupos especialistas, como membros da família Carangidae (*Trachinotus spp*) e Clupeidae.

As mais baixas condições (IBE e indicadores de estrutura da comunidade) foram verificadas no semi-exposto, uma área de transição entre os setores estruturados/abrigados e os setores não estruturados/expostos. Uma possível explicação para este padrão pode ser atribuída ao estresse de mais baixa salinidade neste setor, devido à proximidade do estuário do Canal de São Francisco, o maior aporte de água doce na Baía de Sepetiba, que também carrega grande aporte efluente urbano-industriais que provavelmente têm impacto negativo na ictiofauna. De acordo com os testes estatísticos, a salinidade foi sempre menor no setor semi-exposto, o que corrobora esta hipótese.

O crescente processo de alteração que vem ocorrendo entre as ilhas e manguezais na Baía de Sepetiba parecem ser mais evidente no setor semi-exposto, devido principalmente à localidade próxima do canal dragagem do canal portuário, o que poderia estar sendo indicado pelas variações espaciais e sazonais no IBE neste setor.

O IBE é um índice abrangente, representando uma resultante de vários fatores, não pode ser sensível de imediato a um tipo de distúrbio individual como o maior aporte orgânico em determinada época do ano poderia acarretar alterações ambientais sazonais. É provável que este aspecto já tenha sido incorporado nas características da baía, e esteja sendo mensurado no conjunto, não sendo percebido isoladamente.

O IBE mostrou-se um indicador potencial para avaliar a qualidade ambiental dos setores estudados da Baía de Sepetiba, embora algumas de suas métricas precisem ser refinadas para melhor refletir a qualidade ambiental. Provavelmente em trabalhos futuros, caso seja mantida a tendência atual de degradação da baía, seja evidenciado um aumento brusco na dominância do percentual de espécies onívoras. O Índice de Integridade Biótica Estuarino na Baía de Sepetiba reflete à resposta a degradação dos habitats, podendo ser utilizado como indicador do status deste ecossistema. Apesar da facilidade de aplicação e sensibilidade na distinção de diferentes qualidades de habitat, algumas questões podem ser melhoradas para reforçar a utilização do Índice de integridade biótica estuarina como ferramenta de monitoramento ambiental. Para o futuro, talvez seja interessante a associação dos arrastos de praia e observações subaquáticas na avaliação da qualidade ambiental, entretanto quanto mais se amplia o domínio amostral, mais se apresentam a real situação do ecossistema.

## **6-Referencia Bibliográfica**

ABESSA, D.M. S. **Avaliação da Qualidade de Sedimentos do Sistema Estuarino de Santos, SP, Brasil.** 2002. 290p Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.

ADAMS, W.J., KIMERLE, R.A. & BARNETT, J.W. **Environmental Science and Technology**, **26** (10): 1865-1875. 1992

AYVAZIAN, S. G. & HYNDES, G. A. Surf-zone fish assemblages in south-western Australia: do adjacent nearshore habitats and the warm Leeuwin Current influence the characteristics of the fish fauna. **Marine Biology**, 122: 527-536. 1995

- BARBIÉRE, E.B & KRONEMBERGER, D.M. P. Climatologia do Litoral Sul Sudeste do Estado do Rio de Janeiro. **Cad. Geoc.**, Rio de Janeiro. 12: 57-73. 1994
- BLABER, S. J. M. & BLABER, T. G. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. **Journal Fish Biology**, 17: 143-162. 1980
- BARROSO, L.V. 1989. **Diagnóstico Ambiental para a Pesca de Águas Interiores no Estado do Rio de Janeiro**. MINTER/IBAMA-RJ/ACUMEP; Rio de Janeiro 177p.
- BLANKENSTEYN, ARNO. O uso do caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea: Ocypodidae) como indicador de impactos antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, SC. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 870-876, 2006.
- CLARK, B.M ; BENNETT, B. A. & LAMBERTH, S. J. Factores affecting spatial variability in seine net catches of fish in the surf zone of False Bay, South Africa. **Marine Ecology Progress Series**, 131: 17-34. 1996.
- CONAMA, 1996. **Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 20**. Diário Oficial da União - Executivo – 30/06/1986 p. 11 – 22.
- COSTA, R. N. L. T. **Pensar o mar para poder pescar: o espaço da pesca de litoral na Baía de Sepetiba, RJ. 1992**. 181p. Dissertação de Mestrado apresentada ao Corpo Docente Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal Rio de Janeiro.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.
- FIGUEIREDO, J. L. **Manual dos peixes marinhos do Sudeste do Brasil**. I. Introdução. Cações e raias e quimeras. Museu de Zoologia, Univ. de São Paulo, São Paulo, 1997. 104 p.
- FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N.A. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil**. II Teleostei (1). Museu de Zoologia, Univ. de São Paulo, São Paulo, 1978. 110 p.

FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. III. Teleostei (2). Museu de Zoologia, Univ. de São Paulo, São Paulo, 1980. 90 p

FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. IV. Teleostei (5). Museu de Zoologia, Univ. de São Paulo, São Paulo, 2000. 116 p.

GRAY, J. S., 1989. Effects of environmental stress on species rich assemblage. **Biological Journal of Linnean Society**, 37: 19 – 32. 1989

GAELZER, R.I. 2000, **Influencia do grau de exposição às ondas sobre a estrutura da comunidade ictiofaunistica na zona de arrebentação da prainha, Arraial do Cabo, RJ**. 2000. 135p. Tese de Mestrado da Universidade Estadual Norte Fluminense

LANA, P. C.; ALMEIDA, M. V. O.; FREITAS, C. A. F.; POSE, L. M.; GONZALEZ-PERONTI, A. L.; GILES, A. G.; LOPES, M. J. S.; SILVA, M. H. C.; COUTO, E. C. G. & PEDROSO, L. A. 1989. Estrutura espacial de associações macrobênticas sublitorais da gamboa Perequê (Pontal do Sul, Paraná). **Nerítica**, 4: (1), 119-136.

LIMA-JUNIOR, R.G.S., 2001, **Adaptação do índice de integridade Biótica para a baía de Sepetiba, RJ e análise de metais pesados em peixes. Rio de Janeiro, Brasil**. 2001, 145p Tese de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

FAUSCH, K. D., KARR, J. R. & YANT, P. R., 1984. Regional application of an Index of Biotic Integrity Based on Stream Fish Communities. **Transactions of the American Fisheries Society**, 113 : 39 – 55.

FORE, L. S., KARR, J. L. & CONQUEST, L. L., 1994. Statistical properties of an index of biotic integrity used to evaluate water resources. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** 51: 1077 – 1087.

GREVE, W. & PARSON, T. H., 1977. Photosynthesis and fish production: Hypothetical effects of climatic and pollution. **Helgolander wissenschaftliche Meeresuntersuchungen**, 30: 666 – 672.

- MAGURRAN, A. E., 1988. **Ecological Diversity Mensurament**. Princeton, University Press, 179p.
- MCCONNELL, R. H., 1987. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. Editora da Universidade de São Paulo, 534p.
- KARR, J. R. ,1981, Assessment of biotic integrity using fish communités. **Fisheries**, 6(6) : 21-27.
- KARR, J. R. & DUDLEY, D. R., 1981. Ecological perspective on water quality goals. **Environmental Management**, 5 : 55 – 68.
- KARR, J. R. ,1991. Biological Integrity: A long-neglected aspect of wather resource management. **Ecological Application** 1: 66-85.
- PEREIRA, L. A 2004. **Cultivo do camarão branco do pacífico, *litopenaeus vannamei* (boone, 1931), em tanques-rede no litoral paranaense: estudo de caso**. 2004. 290p. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Paraná
- PFEIFFER, W. C; LACERDA, L. D.; FISZMAN, M. & LIMA, N. R. W. 1985. metais pesados no pescado da Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro. **Ciência e Cultura**, 37(2):297-302.
- RAPPORT, D. J., REGIER, H. A. & HUTCHINSON, T. C.,1985. Ecosystem behaviour under stress. **American Naturalist**, 125: 617 – 640.
- REID, P. C., 1975. Large scale changes in North Sea phytoplankton. **Nature**, 257: 217 – 219.
- RONCARATI, H., & BARROCAS S. L. S., 1978. **Estudo geológico preliminar dos sedimentos recentes superficiais da baía de Sepetiba, municípios do Rio de Janeiro, Itaguaí e Mangaratiba - RJ**. Relatório do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CENPES) – PETROBRÁS.

SCHINDLER, D. W., 1987. Detecting ecosystem responses to antropogenic stress. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 44: 6-25.

SEMA. **Macroplano de Gestão e Saneamento Ambiental da bacia da baía de Sepetiba**-vol I, Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 1998. 89 p

SEMADS. **Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos da Macrorregião Ambiental 2** - Bacia da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. 2001. 79p

SKOAL, R. R. & ROLF, F. J. **Biometry; the principles and pratic of statistics in biological reserch. W. H. Freemanand CO.**, San Francisco, (2<sup>nd</sup> ed), 1981, 776p.

TOBER, J., FRITZ, C., LABRECQUE, E., BEHR, J. P. & VALIELA, I., 1996. Abundance, Biomass, and Species Richness of Fish Communities in Relation to Nitrogen – Loading Rates of Waquoit bay Estuaries. **Biological Bulletin**, 191: 321 – 322.

WOOTTON, R. J. **Fish Ecology**. Blackie, London, 1992. 211p.