

**BYANKA DAMIAN MIZERKOWSKI**

**MODELO COMPARATIVO DO ESTADO TRÓFICO ESTUARINO: BABITONGA,  
GUARATUBA, LARANJEIRAS E CANANÉIA**

**PONTAL DO PARANÁ  
2007**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
CENTRO DE ESTUDOS DO MAR  
MESTRADO EM SISTEMAS COSTEIROS E OCEÂNICOS**

**MODELO COMPARATIVO DO ESTADO TRÓFICO ESTUARINO: BABITONGA,  
GUARATUBA, LARANJEIRAS E CANANÉIA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, pela aluna Byanka Damian Mizerkowski, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sistemas Costeiros e Oceânicos.

**Orientadora:** Prof. Dra Eunice da Costa Machado

**Co-Orientador:** Prof. Dr Maurício Garcia de Camargo

**PONTAL DO PARANÁ  
2007**

*Dedico esse trabalho aos que amo:  
minha família e meus amigos*

*“Bem pago está quem por satisfeito se dá.”*

*William Shakespeare*

*“Ninguém é tão grande que não possa aprender  
e nem tão pequeno que não possa ensinar”.*

*Píndaro*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço de todo o meu coração por todo auxílio, ensino e amor que algumas pessoas especiais dedicaram à mim:

À Prof. Dra Eunice da Costa Machado, minha orientadora, por todos os ensinamentos e conhecimento que recebi quando se mostrava chefe-mãe e amiga, pela porta aberta para o meu doutorado e por ter topado a parada de entrar na correria comigo;

Ao Prof. Dr. Maurício Garcia de Camargo, pela co-orientação e a porta aberta para a minha entrada no projeto das baías;

À banca, composta pelo Prof. Dr. Eduardo Marone e pelo Dr. Weber Landim de Souza, pelas críticas construtivas e por mostrarem-se tão compreensíveis com a minha falta de tempo;

À Nilva Brandini, companheira e madrinha científica do Laboratório de Biogeoquímica Marinha, pelos dados disponibilizados, pela amizade e força que vinha pelas palavras amigas e, acima de tudo, por tudo que me ensinou dentro e fora do laboratório;

Aos pesquisadores Dr. Rubens Mendes Lopes (IO/USP), Dr. José Juan Barrera Alba (IO/USP), Dra. Nair Yokoya (IO/USP), Cláudio Turek (Univille), Virgínia Barros (Univille), Dra. Marta Jussara Cremer (Univille) e Franciane Pellizari (FAFIPAR) por dados, publicações e informações disponibilizadas;

Ao Dr. João Gomes Ferreira (IMAR – Portugal) e Dra. Suzanne Bricker (NOAA) pelos auxílios na aplicação e no entendimento dos resultados do modelo ASSETS;

Aos companheiros e estagiários do laboratório: Oc. Liziane, Oc. Juliane, Oc. Birigui, Oc. JR, Lívia, Taiana e Felipe e, em especial, à Liciane por todos os conselhos, toda amizade e ajuda nesses anos de convivência e, ao quase Dr. Fabian por tudo aquilo que foi além da convivência no laboratório e, principalmente, por todo apoio nesse período;

Às amigas do peito: Carol e Tathi por agüentarem todos rompantes de alegria, tristeza, loucura, ansiedade e desespero e pelos estudos compartilhados (principalmente com internet!!!);

Às amigas do coração: Marileide, Rafa Zem, Rebeca, Rafa Robert e Dani por tudo que as amigas fazem pelas outras;

Aos colegas do curso de Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos e aos colegas do Laboratório de Modelagem Ecológica que foram ótimos companheiros de coleta;

Aos funcionários e professores do Centro de Estudos do Mar que me ajudaram durante esse período;

Em especial, ao meu pai Joel e à minha mãe Amália, pelo apoio financeiro, confiança, amor, incentivo e conhecimento que me deram ao longo da minha vida;

Em especial, às minhas irmãs: Carol, Mari, Maha e Cami por sempre estarem comigo e do meu lado, como amigas e irmãs ao mesmo tempo, me apoiando e me protegendo;

E ao Senhor Deus que nos dá aquilo tudo que merecemos.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	8
1.2. OBJETIVO .....	11
1.3. JUSTIFICATIVA .....	12
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
2.1. ÁREAS DE ESTUDOS .....	14
2.1.1. <i>Baía da Babitonga</i> .....	15
2.1.2. <i>Baía de Guaratuba</i> .....	18
2.1.3. <i>Baía das Laranjeiras</i> .....	20
2.1.4. <i>Complexo Estuarino de Cananéia-Iguape</i> .....	22
2.2. METODOLOGIA .....	24
2.2.1. <i>Amostragem e Análise Laboratorial</i> .....	24
2.2.2. <i>Modelo de ‘Avaliação da Eutrofização Estuarina’</i> .....	26
2.2.2.1. <i>Estrutura de Registro de Dados</i> .....	26
2.2.2.2. <i>Determinação da Influência Humana Geral (Overall Human Influence – OHI)</i> .....	28
2.2.2.3. <i>Determinação da Condição Geral de Eutrofização (Overall Eutrophic Conditions – OEC)</i> .....	37
2.2.2.4. <i>Definição do Cenário Futuro (Definition of Future Outlook – DFO)</i> .....	45
2.2.2.5. <i>Identificação das Fontes Potenciais e Direcionamento de Ações de Gerenciamento</i> .....	46
2.2.2.6. <i>Identificação da Carência de Dados e Necessidades de Pesquisa</i> .....	47
2.2.2.7. <i>Classificação Geral</i> .....	47
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>49</b>
3.1. BAÍA DA BABITONGA .....	50
3.1.1. <i>Influência Humana Geral (Overall Human Influence – OHI)</i> .....	50
3.1.2. <i>Condição Geral de Eutrofização</i> .....	51
3.1.3. <i>Qualidade Ambiental da Água – Abordagem Clássica</i> .....	52
3.2. BAÍA DE GUARATUBA .....	54
3.2.1. <i>Influência Humana Geral (Overall Human Influence – OHI)</i> .....	54
3.2.2. <i>Condição Geral de Eutrofização</i> .....	55
3.2.3. <i>Qualidade Ambiental da Água – Abordagem Clássica</i> .....	56
3.3. LARANJEIRAS .....	60
3.3.1. <i>Influência Humana Geral (Overall Human Influence – OHI)</i> .....	60
3.3.2. <i>Condição Geral de Eutrofização</i> .....	61
3.3.3. <i>Qualidade Ambiental da Água – Abordagem Clássica</i> .....	63
3.4. BAÍA DE CANANÉIA .....	66
3.4.1. <i>Influência Humana Geral (Overall Human Influence – OHI)</i> .....	66
3.4.2. <i>Condição Geral de Eutrofização</i> .....	67
3.4.3. <i>Qualidade Ambiental da Água – Abordagem Clássica</i> .....	68
3.5. RESULTADOS GERAIS .....	70
3.5.3. <i>Condições Gerais de Eutrofização</i> .....	73
3.5.4. <i>Determinação de um Cenário Futuro</i> .....	74

3.6. CLASSIFICAÇÃO FINAL DO ESTADO TRÓFICO ESTUARINO .....	76
3.7. IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES POTENCIAIS DE NUTRIENTES E DIRECIONAMENTO DE AÇÕES DE GERENCIAMENTO .....	79
3.8. CARÊNCIA DE DADOS E NECESSIDADES DE PESQUISA.....	80
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>82</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>94</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagem mostrando as áreas de estudo na costa sudeste-sul brasileira. _____	14
Figura 2. Baía da Babitonga com os 9 transectos de amostragem em três setores. E: Setor externo. M: Setor intermediário. I: Setor interno. Fonte: Google Earth®. _____	15
Figura 3. Mapa da Baía de Guaratuba, mostrando os pontos da campanha amostral de março de 2007. _____	18
Figura 4. Mapa da baía das Laranjeiras, mostrando as estações da campanha amostral de março de 2007. _____	21
Figura 5. Mapa da baía de Cananéia (Baía de Trapandé), mostrando os pontos da campanha amostral de março de 2007). _____	24
Figura 6. Matriz para a determinação da Suscetibilidade e do Potencial de Exportação Estuarina (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003). _____	31
Figura 7. Matriz para a determinação do Nível de Influência Humana Geral (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003). _____	36
Figura 8. Modelo conceitual simplificado dos sintomas primários e secundários de eutrofização (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003) _____	37
Figura 9. Equação de determinação do valor ponderado de expressão do sintoma primário para as zonas de salinidade do estuário (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003). _____	40
Figura 10. Equação de determinação do valor ponderado de expressão do sintoma secundário para as zonas de salinidade do estuário (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003). _____	43
Figura 11. Matriz para de determinação do Nível Geral das Condições Eutrofizadas (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003). _____	45
Figura 12. Matriz para a determinação do Cenário Futuro das Condições Eutrofizadas (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003). _____	46
Figura 13. Concentrações médias de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) e de Fósforo Inorgânico Dissolvido (PID – $\mu\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) entre 2001 e 2002 nas zonas Marinha, de Mistura e de Rio da Baía de Guaratuba. _____	59
Figura 14. Concentrações médias de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) e de Nitrogênio Inorgânico Dissolvido (NID – $\mu\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) entre 2001 e 2002 nas zonas Marinha, de Mistura e de Rio da Baía de Guaratuba. _____	60
Figura 15. Gráficos mostrando a variação interanual das variáveis físico-químicas e biológicas na Baía de Laranjeiras em amostragens no mês de março de 1998, 1999 e 2007. _____	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Definição das zonas de salinidade de acordo com o NOAA's Nacional Estuarine Inventory (NEI). .....	26
Tabela 2. Parâmetros utilizados para a caracterização da eutrofização (Fonte: NOAA, 1996; Bricker et al., 1999, 2003).....	26
Tabela 3. Regras de Decisão para a determinação do Potencial de Diluição (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003). .....	30
Tabela 4. Regras de Decisão para a determinação do Potencial de Exportação (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003). .....	30
Tabela 5. Limites críticos e categorias para classificar a OHI (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003).....	36
Tabela 6. Determinação do Nível de Expressão de Clorofila-a (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003).....	38
Tabela 7. Determinação do Nível de Expressão do Problema de Epífitas (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003). .....	39
Tabela 8. Determinação do Nível de Expressão do Problema de Macroalgas (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003). .....	39
Tabela 9. Classificação das Categorias do Nível de Expressão por meio do Valor de Expressão do Estuário (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003).....	40
Tabela 10. Determinação do Nível de Expressão de Oxigênio Dissolvido (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003). .....	41
Tabela 11. Determinação do Nível de Expressão da Perda de Vegetação Aquática Submersa – VAS (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003). .....	42
Tabela 12. Determinação do Nível de Expressão do Florescimento de Algas Nocivas e Tóxicas (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003).....	42
Tabela 13. Classificação das Categorias do Nível de Expressão por meio do Valor de Expressão do Estuário (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003).....	44
Tabela 14. Agregação dos componentes pressão (OHI), estado (OEC) e resposta (DFO) para fornecer uma escala de classificação geral (os percentuais de combinações válidas são mostradas entre parênteses). (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003).....	48
Tabela 15. Dados utilizados e resultados obtidos para a determinação da Capacidade de Diluição. ....	49
Tabela 16. Dados utilizados e resultados obtidos para a determinação da Capacidade de Exportação.....	49
Tabela 17. Dados utilizados e resultados obtidos no calcula da Influência Humana Geral (OHI), de acordo com Bricker et al (2003). .....	49
Tabela 18. Dados utilizados e resultados obtidos no calcula da Influência Humana Geral (OHI), de acordo com Ferreira et al (2007).....	50
Tabela 19. Valores médios das variáveis físico-químicas determinadas na Baía da Babitonga no inverno (2006) e verão (2007) no estrato superficial e valor de significância (p). .....	53
Tabela 20. Valores médios e desvio-padrão das seis variáveis descritoras da qualidade de água na Baía da Babitonga, confrontados com os limites críticos estabelecidos na literatura (* Bricker et al, 2003; ** Carmouze, 1994).....	54

Tabela 21. Valores médios das variáveis físico-químicas determinadas na Baía de Guaratuba no inverno (2006) e verão (2007). Fonte: Mizerkowski, 2005.....	57
Tabela 22. Valores médios e desvio-padrão das seis variáveis descritoras da qualidade de água na Baía de Guaratuba, confrontados com os limites críticos estabelecidos na literatura (* Bricker et al, 2003; ** Carmouze, 1994). O Setor Externo corresponde à zona marinha, o Setor Mediano à zona de mistura e o Setor Interno à zona de rio. Fonte: Mizerkowski, 2005. ....	58
Tabela 23. Valores médios das variáveis físico-químicas determinadas na Baía de Cananéia no inverno (2006) e verão (2007). ....	68
Tabela 24. Valores médios e desvio-padrão das seis variáveis descritoras da qualidade de água na Baía de Cananéia, confrontados com os limites críticos estabelecidos na literatura (* Bricker et al, 2003; ** Carmouze, 1994).....	69
Tabela 25. Fatores de influência apresentados pelos estuários, utilizando a metodologia de Bricker et al. (2003) para o cálculo do aporte de nutrientes da Influência Humana Geral.....	71
Tabela 26. Fatores de influência apresentados pelos estuários, utilizando a metodologia de Ferreira et al. (2007) para o cálculo do aporte de nutrientes da Influência Humana Geral.....	72
Tabela 27. Definição da expressão dos sintomas primários e secundários para os sistemas.....	73
Tabela 28. Definição do Cenário Futuro para os sistemas.....	75
Tabela 29. Agregação dos componentes Pressão (Influência Humana Geral), Estado (Condições Gerais de Eutrofização) e Resposta (Definição do Cenário Futuro) nas classes finais de classificação do estado trófico estuarino (Fonte: Bricker et al., 2003). Considerou-se a Pressão calculada por meio da metodologia de Bricker et al. (2003). ....	77
Tabela 30. Agregação dos componentes Pressão (Influência Humana Geral), Estado (Condições Gerais de Eutrofização) e Resposta (Definição do Cenário Futuro) nas classes finais de classificação do estado trófico estuarino (Fonte: Bricker et al., 2003). Considerou-se a Pressão calculada por meio da metodologia de Bricker et al. (2003) e alterada por Ferreira et al. (2007). ....	78

## RESUMO

A eutrofização estuarina é um processo natural exacerbado pelo desenvolvimento humano que, nas últimas décadas, tem constituído um fenômeno de crescente problemática em diversas zonas costeiras mundiais. O modelo ASSESTS (Assessment of Estuarine Trophic Status) é uma metodologia construída por uma equipe de especialistas, utilizado pela NOAA como ferramenta de classificação da eutrofização estuarina nos estuários dos Estados Unidos, descrito por Bricker *et al.* (2003). O método consiste na combinação de instrumentos de determinação da Pressão, Estado e Resposta. A avaliação da Pressão antrópica (Influência Humana Geral) se dá por meio do conhecimento das variáveis que descrevem o aporte de nutrientes e a capacidade do ambiente de lidar com esse material (Suscetibilidade Estuarina). Esse índice é combinado com a avaliação do Estado (Condição Geral de Eutrofização) que conta com indicadores primários (clorofila-*a*, macroalgas e epífitas) e secundários (oxigênio dissolvido, vegetação aquática submersa e florescimentos de algas nocivas e tóxicas). Por último, são avaliadas as tendências futuras de variação no aporte de nutrientes, resultando no indicador da Resposta (Definição de Cenário Futuro). Dessa forma, a classificação final do Estado Trófico Estuarino se dá por meio da combinação dos três indicadores resultando em cinco qualificações (Alto, Bom, Moderado, Pobre e Ruim). O modelo comparativo foi aplicado em quatro sistemas da região sudeste-sul brasileira (Cananéia/SP, Laranjeiras/PR, Guaratuba/PR e Babitonga/SC). De forma geral, os ambientes paranaenses foram enquadrados na classe de Estado Trófico Pobre, enquanto os demais apresentaram um resultado considerado impossível ou improvável. É importante ressaltar que a disponibilidade de dados pode ter determinado essa classificação. A contribuição desse estudo foi o início da delimitação de uma estrutura básica e uma rotina de pesquisa para os trabalhos futuros que apresentem uma continuidade na aplicação da metodologia ASSETS. Por se tratar de um trabalho pioneiro nesse âmbito para a costa brasileira, o estudo apresenta limitações decorrentes da falta de informações e da restrição dos dados coletados em termos de variabilidade espaço-temporal.

Palavras-Chave: Estado Trófico, Eutrofização, Costa Sudeste-Sul Brasileira.

## ABSTRACT

Estuarine eutrophication is a natural process increased by human development. In recent decades, it has been a rising problem in several coastal zones in the world. The ASSETS model (Assessment of Estuarine Trophic Status) is based on a methodology built by an expert team and it has been applied by NOAA as a classifying tool to assess estuarine eutrophication in United States systems, as described by Bricker *et al.* (2003). The method relies on a combining modeling of Pressure, State and Response. The Overall Human Influence describes nutrient input and the system's capacity in processing this material (Estuarine Susceptibility). This index is combined with State assessment (Overall Eutrophic Conditions), which results from determining primary (Chlorophyll-*a*, macroalgae and epiphytes) and secondary (low dissolved oxygen, submersed aquatic vegetation and blooms of nuisance and toxic algae) symptoms. Finally, future trends in nutrient inputs are estimated to result in a Response index (Definition of Future Outlook). As a result, Estuarine Trophic State is finally addressed by combining these three indexes, resulting in five classes (High, Good, Moderate, Poor and Bad). The comparative model has been applied in four estuarine systems from southeastern-southern Brazil (Cananéia/SP, Laranjeiras/PR, Guaratuba/PR e Babitonga/SC). The systems from Paraná (PR) were classified as Poor, while others were classified as impossible or improbably situations, as described by Bricker *et al.* (2003). It is important to mention that this classification may be determined by data availability. The study contribution rests on providing the basic structure and research routine delimitation for future works intending ASSETS application. As a pioneer work in Brazilian coast, it presents limitation related to lack of information and data restrictions in term of spatial and temporal variability.

Key-Words: Trophic State, Eutrophication, Southeastern-South Brazil.

## 1. INTRODUÇÃO

A introdução de materiais e contaminantes no sistema aquático é uma perturbação que pode dar início a uma complicada série de reações químicas e biológicas. Entretanto, para se chegar ao entendimento dos efeitos da poluição, é necessário compreender a intrincada relação de reações que compõem o sistema sem alterações, ou seja, em um estado prístino, mesmo que essa situação não seja encontrada na maioria dos sistemas estuarinos atualmente.

O sistema costeiro pode ser definido como uma região de alta dinâmica onde ocorre a interação entre a água doce, marinha, o sistema terrestre e a atmosfera. A constante mistura de diferentes massas d'água resulta em processos físico-químicos complexos de difícil entendimento. A construção de habitats, ecossistemas e diversos cenários ocorre por meio da atuação de eventos em escalas espaço-temporais variadas. Os ecossistemas estuarinos são sistemas abertos, nos quais há um fluxo constante de matéria e energia.

O termo “estuário” teve origem a partir da palavra latina *aestuarium* e significa desembocadura de rio, lagoa ou golfo onde o processo de mistura de água doce e salgada ocorre (Berlinski *et al.*, 2006). Os estuários são zonas de transição entre a rede hidrográfica continental e o ambiente marinho (Gonzalez *et al.*, 2006), comuns em regiões de planície costeira e costas protegidas, ocorrendo em todas as regiões do globo. A área total dos estuários mundiais está em torno de 0,4%, o que significa uma pequena parte em área e volume da hidrosfera marinha. Os estuários, entretanto, apresentam alta produtividade primária, correspondendo a mais de 4% da produção primária oceânica (Berlinski *et al.*, 2006). Além disso, os estuários desempenham funções importantes e bem reconhecidas como filtro biológico (na retenção de materiais) e área de reprodução, berçário e desenvolvimento para muitas espécies (Pellens, 1997; Chaves & Bouchereau, 2000; Berlinski *et al.*, 2006).

As definições para o termo “estuário” são tão variadas quanto seus exemplares. Segundo Day Jr *et al.* (1988), os estuários podem ser definidos vagamente como “a porção da zona costeira terrestre onde há interação da água do mar, da água doce, da terra e da atmosfera”. Pritchard (1967) definiu estuário como “um corpo d'água costeiro semi-fechado, o qual possui livre ligação com o oceano aberto e onde a água do mar é mensuravelmente diluída com água doce da drenagem continental”. Essa última definição não inclui as marés, fenômeno determinante e essencial para a hidrodinâmica desses ecossistemas. Dessa forma, Dyer (1973) adaptou a afirmação de Pritchard (1967) e conceituou os estuários de forma mais satisfatória, adicionando como a abrangência espacial dessas áreas “a extensão do rio até ao limite da maré”. Ainda assim, essas definições mostram-se defasadas quando se leva em conta a diversidade ecológica dos

ambientes a serem considerados. Dessa forma, Day Jr *et al.* (1988) define um sistema estuarino como uma endencação costeira que possui conexão restrita com o oceano e mantém-se aberto ao menos intermitentemente, podendo ser subdividida em três regiões (zona de rio, de mistura e marinha) de acordo com o gradiente salino.

A classificação dos estuários pode ser feita de acordo com o grau de mistura entre água doce e salgada (bem misturado, moderadamente estratificado, altamente estratificado), enquanto o tipo do estuário é definido por meio do balanço de força entre o fluxo fluvial e o aporte marinho (Gonzalez *et al.*, 2006). Essas características são determinadas, por sua vez, pela geomorfologia regional, pelas flutuações diárias e mensais das marés e pelas mudanças sazonais no aporte continental (Lopes, 1997). Esses fatores somados às variáveis meteoceanográficas condicionam a circulação do sistema que, por sua vez, é determinante para o balanço de materiais entre os compartimentos costeiros.

As águas estuarinas e costeiras estão entre os ambientes mais fertilizados no mundo (Nixon *et al.*, 1986; NOAA, 1996). Em geral, pode-se considerar que pelo menos quatro mecanismos atuam como fonte de material para um sistema estuarino (Sewel, 1978): a lixiviação que promove o transporte do material alóctone da bacia de drenagem para o sistema; o material orgânico decomposto e carregado pelos rios; o lançamento de efluentes domésticos e industriais contabilizando uma grande carga de compostos, e o enriquecimento de nutrientes de origem marinha que penetram o estuário por meio de correntes que movimentam águas profundas.

Esses fatores garantem aos estuários águas ricas em alimento para os organismos. No ambiente pelágico, o fitoplâncton é o principal produtor de matéria orgânica a partir de substratos inorgânicos e a base da cadeia trófica (Moser, 2002). O aumento dos níveis de nutrientes resulta em um aumento na produção primária, levando à expansão dessas populações, incluindo algas nocivas. O processo da eutrofização é descrito por Nixon (1982) como o aumento excessivo da produção de matéria orgânica, em decorrência do aumento da concentração de nutrientes dissolvidos resultantes da atividade antrópica e de processos naturais, que levam a modificações em toda cadeia trófica. Em regiões com menor taxa de circulação e renovação da água, como estuários e lagoas costeiras, esse processo pode resultar na morte de organismos aeróbicos. Essa situação ocorre com a diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido nas águas que compõem o sistema, devido à alta taxa de decomposição da matéria orgânica (Bishop *et al.*, 2006).

As variações ambientais regionais concedem características dinâmicas peculiares e produzem diferentes classes de sistemas estuarinos a partir dos padrões de mistura e de circulação das águas estuarinas (Pritchard, 1954). Características como

essas são determinantes para o nível e o tipo de expressão dos sintomas de eutrofização num estuário (Bricker *et al.*, 2003).

O conhecimento das variáveis físico-químicas, biológicas e hidrográficas, em escalas temporal e espacial, permite a avaliação da qualidade ambiental do sistema, sua variabilidade e tendências. Além disso, estas informações constituem a base para a avaliação da capacidade de suporte do ambiente para diversas atividades (Penney *et al.*, 2001). Entretanto, é importante mencionar que se torna cada vez mais difícil a avaliação das alterações nas características ambientais, uma vez que a intervenção humana é comum à maioria dos ambientes estuarinos.

É importante ressaltar que a eutrofização de águas estuarinas é um processo natural exacerbado pelo desenvolvimento costeiro (White *et al.*, 2004). Particularmente nas últimas décadas, tem se mostrado claro que esse fenômeno constitui um problema geral em diversos estuários e zonas costeiras, como nos Estados Unidos (NOAA, 1996; Cloern, 2001; Bricker *et al.*, 1999; Bricker *et al.*, 2003; Scavia & Bricker, 2005; Bishop *et al.*, 2006), nos Golfo do México (Justic *et al.*, 2005), nos sistemas estuarinos do Atlântico Norte, e especialmente os europeus, (OSPAR, 2001; Ferreira *et al.*, 2003; Tett *et al.*, 2003; Bettencourt *et al.*, 2004; Nobre *et al.*, 2005; Ferreira *et al.*, 2007; Lacroix *et al.*, in press), na China (ASSETS; Wei *et al.*, 2006) e sistemas brasileiros (Moser, 2002). A urbanização de sistemas estuarinos pode alterar o funcionamento do ecossistema e, assim, afetar a magnitude das concentrações de nutrientes e a produção primária, em escala temporal e espacial (White *et al.*, 2004). As regiões estuarinas apresentam características que estimulam a ocupação do seu entorno, tais como de acesso ao continente, locais propícios pra instalações portuárias, áreas férteis e ricas em produtos de interesse econômico (pesca, aquicultura), e de grande interesse turístico. O caráter da ocupação das regiões costeiras e as perspectivas de crescimento populacional elevam as preocupações a respeito do enriquecimento por nutrientes e do processo de eutrofização. As atividades antrópicas apresentam impactos potencialmente significantes e de curto-prazo na estrutura e funcionamento do ecossistema, levando ao enfraquecimento e possível declínio dos interesses econômicos tradicionais associados a esses ambientes (Gonzalez *et al.*, 2006). A avaliação do problema em larga escala espaço-temporal e a formulação de uma estratégia significativa requer uma conceitualização mais abrangente (NOAA, 1996). Os esforços devem incluir a análise das dimensões econômicas da eutrofização, em combinação com as metodologias padrões, para maximizar a efetividade das estratégias futuras de gerenciamento (Ferreira *et al.*, 2006).

De acordo com Ferreira *et al.* (2006), o desafio atual é testar, comparar e melhorar os modelos simples dessa natureza, e usar uma modelagem complexa para preencher lacunas de dados e explorar cenários específicos. Os resultados a partir dos



modelos de pesquisa podem ser incorporados nesses modelos de teste, usando um banco simplificado de parâmetros, que podem não ser mensuráveis em campo, mas derivados como um índice ou razão a partir dos resultados de modelos complexos.

#### *Evolução do modelo conceitual de eutrofização*

O estudo da eutrofização teve início com a problemática envolvida com grandes lagos e reservatórios, e a evolução do pensamento em torno dessa problemática foi descrita por Cloern (2001). O modelo conceitual antigo, descrito como Fase I, foi fortemente influenciado por limnologistas a partir da década de 60. Nesse contexto, o primeiro sinal de eutrofização era a variação na concentração de nutrientes, levando a respostas como a elevação da biomassa fitoplanctônica e produção primária, e respectivo aumento da decomposição de matéria orgânica e da depleção de oxigênio de fundo.

A concepção da existência de grandes diferenças entre lagos e sistemas costeiros levou ao desenvolvimento de uma fase seguinte. O modelo conceitual moderno, ou Fase II, teve início com grandes estudos em regiões marinhas e costeiras. Dessa forma, foram feitas as primeiras observações que nem sempre o aumento da concentração de nutrientes resulta na elevação das concentrações de clorofila-a e da produção primária, devido às diferenças entre os ecossistemas. A observação da sensibilidade de organismos bentônicos à hipoxia e anoxia resultou nas considerações a respeito das variações metabólicas e possibilidade de mecanismos de retroalimentação, tais como liberação de fósforo de sedimentos redutores e desnitrificação. Foi verificada a ocorrência de substituições de comunidades biológicas, de espécies naturais/comuns por algas de crescimento rápido, tanto fitoplanctônicas, como microfitobênticas e macroalgas efêmeras que, por sua vez, tomaram nichos correspondentes a plantas vasculares superiores. As conseqüências do processo erosivo também foram reconhecidas nos organismos bentônicos. O aumento da biomassa fitoplanctônica ocasiona a diminuição da transparência da água, prejudicialmente às comunidades fotossintéticas de fundo.

O modelo conceitual futuro, ou Fase III, propõe a avaliação dos efeitos da eutrofização em escala global, resultando em melhores ferramentas para o gerenciamento costeiro. Para tanto, é necessário a compreensão da interação de múltiplos estressores (introdução de espécies exóticas, perda de habitat, pesca, aporte de contaminantes tóxicos, manipulação de fluxo de água doce, aquicultura e mudanças climáticas) com o enriquecimento por nutrientes de origem antropogênica. Ainda, essas relações são mais bem entendidas com o desenvolvimento de instrumentos que tornem possível a “filtração” de atributos específicos ao sistema (maré, processos de transporte horizontal, propriedades ópticas e organismos filtradores).

Nesse contexto, insere-se a modelagem de ecossistemas marinhos, com ênfase no desenvolvimento de metodologias que contemplem as especificidades de cada sistema e a expressão do processo de eutrofização nesses ambientes. Os modelos têm sido desenvolvidos para explorar as relações causa/efeito (Ferreira *et al.*, 2006). A complexidade das questões ambientais e as dificuldades que com freqüência ocorrem em levantamentos de dados secundários, tais como a falta de padronização das informações e a ausência de levantamentos atualizados, impõem a definição de procedimentos metodológicos específicos (ANA, 2001).

### *Sintomas*

Bricker *et al.* (1999) descrevem os sintomas utilizados para a determinação do estado trófico de sistemas estuarinos tais como de fato, os sinais comuns de eutrofização. As evidências consideradas primárias, ou seja, relacionadas diretamente com o enriquecimento por nutrientes, são as altas concentrações de clorofila-a (Chl-a) e o crescimento acima do normal de macroalgas e epífitas. A clorofila-a é uma medida da concentração de biomassa fitoplanctônica que se desenvolve no corpo d'água que, em altas concentrações, indica os problemas relacionados a uma sobre-produção de microalgas. As epífitas são algas que se desenvolvem sobre plantas ou outras superfícies, ocasionando a diminuição da disponibilidade de luz devido à incrustação sobre folhas e resultando no declínio da vegetação aquática submersa (VAS). Ao referir-se às macroalgas, consideram-se as algas de maiores proporções e de crescimento rápido. Os grandes florescimentos (blooms) de macroalgas ocasionam também o bloqueio da luz para a VAS e, ainda, há a possibilidade de causar a asfixia de comunidades de fundo, como moluscos imóveis, corais e outros habitats. Outro ponto relacionado às macroalgas diz respeito à estética ambiental, uma vez que os florescimentos apresentam natureza disforme e podem resultar em perdas nas atividades de turismo, pesca e navegação. Considera-se que, uma vez observados os sintomas primários em níveis avançados/altos, o estuário está prestes a apresentar condições eutrofizadas indesejáveis.

Os sintomas primários apresentam uma ligação causal mais direta ao enriquecimento por nutrientes, enquanto a ocorrência das condições secundárias pode estar relacionada a outros fatores, tanto naturais quanto antropogênicos. Os sintomas secundários, descritos pelos baixos níveis de oxigênio dissolvido, as perdas de VAS e os florescimentos de algas nocivas e tóxicas, são sinais de problemas mais sérios de eutrofização. Os baixos níveis de oxigênio dissolvido ocorrem devido ao grande aumento da decomposição de matéria orgânica resultando do crescimento fitoplanctônico exagerado. À medida que esse material afunda, o oxigênio é consumido pelas

comunidades degradadoras resultando em áreas de hipoxia e anoxia, principalmente no estrato de fundo. Os baixos níveis de oxigênio podem ocasionar, primeiramente, a mortalidade de organismos imóveis e, em níveis mais severos, a morte de peixes e outros organismos de níveis mais altos da cadeia alimentar. Dessa forma, também ocorrem perdas de valores estéticos, no turismo e no uso recreacional da água. As perdas de VAS ocorrem devido à diminuição da disponibilidade de luz. Considerando a grande importância da VAS como habitat e na condução de oxigênio para o sedimento (Ferreira, 2006), sua diminuição tem resultados negativos sobre o funcionamento ecológico do sistema. Os florescimentos (blooms) de algas nocivas e tóxicas podem ser considerados os impactos de maior relevância para a saúde pública (IOC, 2007; Lacroix *et al.*, in press). O desenvolvimento exagerado dessas comunidades são causados por mudanças na composição relativa natural de nutrientes por meio de aportes consideráveis por longos períodos de tempo, podendo ocorrer naturalmente. Os organismos, que podem ser espécies de diatomáceas, dinoflagelados e cianobactérias, liberam toxinas que podem ocasionar diretamente o envenenamento e a morte de peixes, moluscos e outros organismos, como o ser humano. A intoxicação humana também pode ocorrer indiretamente por meio da ingestão de alimentos de origem marinha contaminados ou da inalação de toxinas volatilizadas. Nas últimas décadas, várias regiões do mundo têm registrado essas ocorrências, como a costa do Mediterrâneo, Adriático, América do Norte, América Central, América do Sul, África, Oriente Médio e Ásia (Delgado *et al.*, 2002; IOC, 2007).

#### *Fatores de Influência*

Os fatores de influência (Bricker *et al.*, 1999) são usados para caracterizar as condições naturais e as atividades humanas que influenciam a expressão das condições eutrofizadas dos estuários. Foi desenvolvida uma proposta para promover o entendimento da forma em que as condições eutrofizadas diferem entre os estuários, fornecendo uma base para direcionar o gerenciamento das respostas ao problema. A resposta para determinado nível de nutrientes é grandemente variável e ocorre, principalmente, devido às diferenças entre a suscetibilidade estuarina face aos aportes de nutrientes. A suscetibilidade estuarina é estimada a partir da capacidade de diluição e exportação estuarina, descrita por meio do aporte fluvial, descarga da maré e grau de estratificação. Essas características são determinantes para o transporte e destino dos nutrientes no corpo d'água e auxiliam a determinação da suscetibilidade do sistema para reter os nutrientes. A influência humana geral é uma estimativa da pressão de nutrientes combinada com as características de circulação estuarina que, juntamente com a

determinação dos níveis de aporte de nitrogênio de origem antrópica, conferem uma estimativa da carga de nutrientes envolvida no estudo dos sistemas.

### **1.1. Revisão Bibliográfica**

A Convenção OSPAR de 1992 deu início ao delineamento de estratégias padronizadas para o monitoramento da eutrofização. Foram considerados conceitos entre causas e resposta do estado trófico e propostas de modelagem para a avaliação da eutrofização estuarina em uma série de estudos no Atlântico Norte. A proposta final dessa série de estudos foi a redução de 50% nos aportes de nutrientes, aplicada por meio de estratégias integradas de ação (OSPAR, 2001).

Os conceitos envolvidos na modelagem da eutrofização estuarina foram apresentados em Bricker *et al.* (1999), por meio do delineamento das referências nacionais, posterior ao NOAA's Estuarine Eutrophication Survey (NOAA, 1996). Assim, foram discutidos os resultados obtidos por meio do ASSETS (Assessment of Estuarine Eutrophication) para 138 estuários dos EUA, classificando-os de acordo com o modelo proposto por Bricker *et al.* (2003). O modelo foi re-analisado em uma carta ao editor de Bao-Dong & Brockmann (2005) e alterações foram propostas por Ferreira *et al.* (2007). Além dos estuários americanos (NOAA, 1996, Bricker *et al.*, 1999; Bricker *et al.*, 2003; Scavia & Bricker, 2006), a metodologia foi aplicada para sistemas de Portugal (Ferreira *et al.*, 2003; Bettencourt *et al.*, 2004; Ferreira *et al.*, 2007) Escócia (Ferreira *et al.*, 2007) e China (ASSETS, 2007). Maiores informações podem ser acessadas em "[www.eutro.org](http://www.eutro.org)".

Os sistemas estuarinos de Babitonga, Guaratuba, Laranjeiras e Cananéia estão localizados no trecho Sudeste da Bacia Hidrográfica do Atlântico Sul, que se estende do Estado de São Paulo ao do Rio Grande do Sul. Em 2001, a Agência Nacional das Águas – ANA (ANA, 2001) reuniu as informações existentes sobre as bacias hidrográficas brasileiras. Os dados resultantes de levantamentos secundários foram agrupados de forma a apresentar um documento padronizado. Dessa forma, tornaram-se disponíveis informações ambientais (como o clima da região e as variáveis físico-químicas das águas dos rios) e sociais (como os descritores de desenvolvimento na bacia hidrográfica). As informações são primeiramente agrupadas por estado, subdividindo-se de acordo com as delimitações de bacias hidrográficas e sub-bacias. Foram consideradas como principais fontes de degradação dos recursos hídricos das bacias em questão as atividades como queimadas de remanescentes florestais, ocupação de margens de rios, a retirada de areia e outras atividades de extração mineral, verificação de processos erosivos nos solos das sub-bacias contribuintes, lançamento de efluentes e resíduos de atividades agropecuárias (agrotóxicos), lançamento de cargas elevadas de esgotos domésticos, lançamento de lixo e chorume, lançamento de efluentes industriais, escoamento superficial de áreas urbanas, presença de barragens e represas, ocorrência de retificação/canalização/dragagem de cursos d'água e ocorrência de transposição de bacias, aterros e drenagem de alagadiços e lagoas marginais. Os impactos resultantes

correspondem à adição de sedimentos (elevando a turbidez e causando assoreamento), contaminação por efluentes sólidos (lixo, material de construção etc.), poluição das águas com esgotos e outros efluentes orgânicos (oriundos de fontes diversas), adição de substâncias tóxicas, metais pesados e óleo nas águas superficiais, supressão de ecossistemas florestais remanescentes, contaminação e/ou uso excessivo de águas subterrâneas.

A problemática sócio-ambiental em torno do Canal do Linguado, na Baía da Babitonga, foi o principal objetivo dos primeiros estudos que contemplam esse sistema. Dentre os cinco estudos feitos durante a década de 80, quatro deles foram liderados pelo Instituto de Pesquisas Hidroviárias (INPH, 1983, 1984, 1985; APREMA, 1985). Em 2004, por meio de um convênio entre o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT) e do Instituto Militar de Engenharia (IME), foi organizado o “Estudo Ambiental da Baía da Babitonga-Canal do Linguado”, disponível por meio do Centro de Excelência em Engenharia de Transportes (DNIT, 2004). O consenso geral de que o fechamento do Canal do Linguado gerou impactos sócio-ambientais negativos para a região abriu as questões a respeito da possibilidade da reabertura do canal. Essas informações também são apresentadas no “Diagnóstico Ambiental da Baía da Babitonga” (Cremer *et al.*, 2006), que resultou da união de pesquisadores de diversas instituições em torno de um estudo detalhado do meio físico, o biótico e o antrópico, chegando à modelagem de panoramas futuros com diferentes situações de manejo do Canal do Linguado. Os trabalhos citados acima, assim como Bastos *et al.* (2004), chegaram ao consenso geral que uma opção a ser considerada, como mais apropriada em vista da melhoria ambiental da Babitonga em longo prazo, seria a reabertura do canal. O ecossistema de manguezal da baía da Babitonga foi o foco central do documento do IBAMA (1998), que contemplou diversos aspectos, como a variação espaço-temporal das características físico-químicas do sistema. No âmbito da bacia de drenagem, o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão Norte (Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão Norte, 2003) apresenta um estudo detalhado a respeito das formas de uso das águas superficiais e subterrâneas desse domínio, e de demais características ambientais. O aporte sedimentar do material em suspensão na baía da Babitonga foi avaliado por Oliveira (2006).

A baía de Guaratuba foi contemplada em estudos a respeito das relações entre as comunidades de peixes e os manguezais (Chaves & Bouchereau, 2000), verificando a grande importância do sistema estuarino para diversas espécies. Além disso, já foram investigadas as variações na qualidade ambiental da água (Mizerkowski, 2005), as taxas de produtividade microfitobênticas (Nazário, 2005), assim como a distribuição dos sedimentos de fundo (Zem, 2005; Zem *et al.*, 2005), o fracionamento de fósforo (Cazati,

2006; Cotovicz Jr, 2006) e metais (Sanders *et al.*, 2006) neste compartimento. Os padrões hidrodinâmicos observados na baía de Guaratuba foram apresentados em Noernberg *et al.* (2004) e Marone *et al.* (2005).

O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) possui uma grande quantidade de estudos que contemplam suas características ambientais (Lana *et al.*, 2000; Machado *et al.*, 1997; Brandini *et al.*, 1988; Knoppers *et al.*, 1987; FUNPAR, 1997; Boldrini *et al.*, 2007, Relatórios, etc.), a grande parte com ênfase na atividade portuária nas baías de Paranaguá e Antonina. A baía das Laranjeiras possui informações apresentadas sobre o metabolismo microfitobêntico, a produtividade primária e características físico-químicas da água (Brandini, 2000), das comunidades de moluscos bênticos (Negrello-Filho, 2001), a hidrodinâmica da baía de Guaraqueçaba (Bento-Netto-JR, 2005). Outros autores registraram a influência das características da coluna d'água sobre a comunidade fitoplanctônica (Sarti, 1980), a natureza dos sedimentos (Soares, 1990), as comunidades da ictiofauna (Corrêa, 1987; Pinto, 1997; Grumach, 2005), as associações de foraminíferos (Disaró, 1995) e a disponibilidade de larvas de ostras (Hostin, 1997). Procopiak *et al.* (2006) promoveram um levantamento das comunidades de diatomáceas marinhas e estuarinas do Paraná, enfatizando as espécies nocivas.

Debenay *et al.* (1998) apresentam informações sobre o complexo estuarino-lagunar de Cananéia em estudo sobre a influência da estratificação em lagoas costeiras sobre a comunidade de foraminíferos, enquanto Bérghamo (2000) promoveu um levantamento extensivo sobre as variações das características hidrodinâmicas do sistema. Nishima *et al.* (2001) constatou que os canais que compõem o sistema de Cananéia (Mar de Cananéia e de Cubatão) não apresentam indícios de grande influência antrópica devido a baixos níveis de hidrocarbonetos. As tendências da dinâmica dos manguezais do sistema Cananéia-Iguape foram avaliadas por Cunha-Lignon (2001). A circulação estacionária e estratificação de sal foi verificada nos canais parcialmente misturados do sistema estuarino de Cananéia (Bernardes, 2001). Em relação à Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira do Iguape, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2007) mantém disponíveis os relatórios anuais a respeito da qualidade ambiental das águas interiores.

## 1.2. Objetivo

Este estudo teve como objetivo geral avaliar comparativamente o estado trófico e a eutrofização estuarina em quatro sistemas estuarinos da costa sul-sudeste do Brasil, por meio da aplicação do modelo ASSETS (Assessment of Estuarine Trophic Status), descrito por Bricker *et al.* (2003). Foram analisados os sistemas de Babitonga (SC), Guaratuba (PR), Laranjeiras (PR) e Cananéia (SP), aplicando-se o modelo de eutrofização estuarina ASSETS, a partir da combinação das três ferramentas diagnósticas (Condições Humanas Gerais/Overall Human Influence – OHI; Condições Gerais de Eutrofização/Overall Eutrophic Conditions – OEC; Determinação de Cenário Futuro/Determination of Future Outlook – DFO). Para tanto, os objetivos específicos foram:

- Promover um levantamento de dados pretéritos, possibilitando a formação de um banco de dados ambientais sobre os sistemas, facilitando, assim, a organização da estrutura básica necessária, ou rotinas, para estudos futuros que contemplem a utilização do modelo em outros sistemas;
- Fornecer subsídios para o gerenciamento costeiro por meio do delineamento dos pontos críticos em termos de poluição por nutrientes e o processo de eutrofização;
- Testar a sensibilidade do modelo em sistemas que compartilham características regionais, avaliando sua aplicabilidade em sistemas com características regionais semelhantes, mas com diferentes graus de impacto;
- Verificar se as alterações no modelo, propostas por Ferreira *et al.* (2007), são úteis nos casos estudados;
- Apontar a ocorrência de falhas no modelo e propor adaptações mais direcionadas para a realidade regional.



### **1.3. Justificativa**

A avaliação da eutrofização estuarina constitui uma ferramenta valiosa para o gerenciamento costeiro. Levando em conta que os estuários são importantes pontos de acesso do continente para o mar e que grande parte da população reside nessas áreas, a aplicação de índices de avaliação da qualidade ambiental mostra-se extremamente útil para as tomadas de decisão. Aliado a predição de cenários futuros, possibilita ações de recuperação e prevenção de situações impactadas sérias.

Embora as atividades industriais tenham atualmente maior relevância na economia da Região Sul, o crescimento industrial se fez acompanhar da expansão dos setores agrícola e terciário, imprimindo a esta região o caráter de grande produtora de alimentos para as demais regiões nacionais (ANA, 2001). As atividades agrícolas e industriais têm como característica comum a resultante dos efluentes contaminados. Os defensivos agrícolas e os rejeitos de produção são foco de grande preocupação, pois tais resíduos normalmente são carregados para os estuários. Uma vez que o desenvolvimento observado nas bacias desses sistemas parece ser uma tendência para a região, os resultados desse estudo podem evidenciar tendências regionais de atividades degradantes, possibilitando o agrupamento regional de ações governamentais em relação ao processo de eutrofização.

Grande parte das atividades exercidas nos sistemas estuarinos estudados depende da manutenção da qualidade de água. A pesca artesanal é importante para grande parte da população do entorno dos sistemas estudados, muitas vezes como principal fonte de renda (ANA, 2001; Bastos *et al.*, 2004; Santos, 2003). Além da relevância econômica, deve ser levado em conta o aspecto cultural da pesca que é um componente essencial da identidade de algumas comunidades caiçaras locais (Bastos *et al.*, 2004). Ainda, considerando o declínio dos estoques pesqueiros e os períodos de proibição da pesca, as populações locais foram incentivadas a desenvolver atividades complementares de cultivo de organismos marinhos. A maricultura tem se desenvolvido em diversos cultivos de pequeno porte, chegando até alguns de maior capacidade, principalmente utilizando ostra e camarão como organismos-alvo. A qualidade dos produtos alimentícios está diretamente ligada à qualidade do habitat em que se desenvolve o organismo.

Segundo a ANA (2001), quanto à qualidade de água, deve-se destacar que a região da Baixada Norte Catarinense, na qual é inserida a baía da Babitonga, é considerada a segunda área crítica estadual em termos de degradação ambiental. O rio Cachoeira, que atravessa a cidade de Joinville, a lagoa Saguauçu e a própria baía da Babitonga apresentam um elevado grau de comprometimento devido aos efluentes do maior parque industrial do Estado (ainda em crescimento) e aos despejos de efluentes

domésticos. Além disso, a instalação de um porto na desembocadura da baía já está prevista, o que poderá resultar em impactos negativos para toda a região que, por sua vez, poderão ser quantificados a partir de dados pretéritos. Essa situação também é verificada no Complexo Estuarino de Paranaguá, no qual a possibilidade de uma nova instalação portuária e de ampliação dos empreendimentos já existentes pode resultar em novas situações para a Baía das Laranjeiras.

Ainda em relação à qualidade de água, a vocação turística dessas regiões também deve ser ressaltada como um importante recurso financeiro, já que as praias e a própria baía oferecem boas opções de lazer e recreação, como ocorre na Baía de Guaratuba. Além dos pequenos cultivos de organismos marinhos, uma considerável parte da população depende financeiramente das atividades que exercem relacionadas ao turismo e ao período de veraneio. Essa situação é realidade para a população da região de Cananéia que dependem, também, em grande parte da pesca e aqüicultura na região estuarina e na região costeira adjacente.

Em suma, estas atividades demandam o conhecimento das condições ambientais, possível por meio de diagnóstico ambiental. Todas essas atividades dependem de um ambiente conservado, da manutenção da qualidade de água, podendo ser prejudicadas pelo desenvolvimento da região.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Áreas de estudos

As áreas de estudo estão localizadas em três estados das regiões sudeste e sul do Brasil. São os estuários de Babitonga (SC), Guaratuba (PR), Laranjeiras (PR) e Cananéia (SP) (Figura 1). Esses ambientes podem ser considerados similares de acordo com a região costeira que abrangem e suas características regionais, mesmo que sejam sistemas peculiares que apresentam especificidades. Além de compartilharem os processos de formação da planície costeira em que se encaixam (Ângulo & Lessa, 1997; Ângulo & Souza, 2004), os limites continentais dos estuários são ocupados por vastas extensões de manguezais.



Figura 1. Imagem mostrando as áreas de estudo na costa sudeste-sul brasileira.

A presença de grandes cidades restringe-se ao sistema da Babitonga, que limita o Município de Joinville, o maior em extensão do Estado de Santa Catarina. As cidades de São Francisco do Sul (SC) e Paranaguá (PR) têm seu foco voltado para as atividades portuárias, como também para o turismo, por apresentarem setores históricos bem

preservados e opções de lazer que a própria baía oferece, como alguns dos outros municípios nessas regiões. Ademais, atividades como a pesca e a agricultura também podem ser citadas.

O clima da região é considerado como subtropical úmido mesotérmico com verão quente. Segundo Koeppen, é classificado como “Cfa”, onde “C” corresponde ao clima pluvial temperado, “f” ao clima sempre úmido, com chuvas em todos os meses do ano, e “a” à temperatura média do ar do mês mais quente acima de 22°C (Maack, 1981; IPARDES, 1990; ANA, 2001; Cremer *et al.*, 2006; IBAMA, 1998; Lana *et al.*, 2000; Marone *et al.*, 2005; Bérnago, 2000).

### 2.1.1. Baía da Babitonga

O Complexo Hídrico da Baía de Babitonga (Figura 2) localiza-se no litoral norte do Estado de Santa Catarina, entre as coordenadas geográficas 26,1°-26,5° S e 48,08°-48,04° W. Possui uma área de 176 km<sup>2</sup> (Oliveira, 2006), com profundidade média de 6 m, profundidade máxima de 28 m verificada no canal de acesso ao Porto de São Francisco do Sul (Cremer *et al.*, 2006), e um volume de armazenamento de água em torno de 7,8 x 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>. A maré foi classificada como semidiurna com desigualdades diurnas, com amplitude de 1,3 m, de acordo com a tábua de marés da Capitania dos Portos para o Porto de São Francisco do Sul (IBAMA 1998). O estuário é considerado um corpo d'água homogêneo, sem ocorrência de gradientes físico-químicos significativos, mesmo que receba o aporte de diversos rios (IBAMA 1998).



Figura 2. Baía da Babitonga com os nove transectos de amostragem em três setores. E: Setor externo. M: Setor intermediário. I: Setor interno. Fonte: Google Earth®.

O corpo hídrico da baía da Babitonga possui forma alongada, com cerca de 23 km de comprimento no sentido NE-SO, largura média de 5 km e de 11 km na porção sudoeste, onde há a continuidade na forma de dois braços, um no sentido NNO, conhecido como canal do Palmital, com cerca de 18 km, e outro no sentido SSE, conhecido como Canal do Linguado, com cerca de 21 km, ambos com largura média de 1,1 km. No sentido norte-sul, a área de estudo apresenta comprimento máximo de 54 km e no sentido leste-oeste largura máxima de 62 km (Oliveira *et al.*, 2003). A cobertura vegetal é composta por manguezais e encontra-se bem preservada na frente de escarpa da serra do Mar e adjacências, estando grande parte da planície costeira ocupada por áreas agrícolas e urbanizadas, com destaque para a cidade de Joinville (Oliveira *et al.*, 2003). A Baía da Babitonga constitui a última grande formação de manguezal ao sul do continente latino-americano e é o estuário de maior importância no Estado de Santa Catarina, com grande quantidade de ilhas no seu interior (Cremer *et al.*, 2006). Estima-se que a área colonizada por manguezais no entorno da baía seja de cerca de 6.200 há (IBAMA, 1998).

Situada próxima às encostas da Serra do Mar, a baía recebe a contribuição de vários rios, com destaque para os rios Cubatão do Norte, Palmital, Cachoeira e Parati. Tem como limites ao leste o município de São Francisco do Sul e o Oceano Atlântico, a oeste o Município de Joinville com cerca de 400.000 habitantes (IBGE, 2000), ao norte os municípios de Itapoá e Garuva e, ao sul, os municípios de Araquari e Balneário de Barra do Sul. A Baía liga-se ao Oceano Atlântico através de uma barra principal ao norte, com uma abertura de 1850 metros, situada entre a Praia Figueira do Pontal e a Praia de Capri. Possui a segunda ligação com o Oceano Atlântico, através do Canal do Linguado e da Praia de Barra do Sul, ligação esta que foi interrompida com o aterro do canal, em 1935, para facilitar a ligação viária entre a Ilha de São Francisco do Sul e o continente. O histórico do fechamento do Canal do Linguado foi descrito em Cremer *et al.* (2006) pelo Coronel Paulo Roberto Dias Morales do Instituto Militar de Engenharia (IME). O primeiro fechamento do Canal do Linguado ocorreu em 1907 para a construção de uma ligação ferroviária de 600 m ao porto de São Francisco, na região norte entre a Ilha do Linguado e a Ilha de São Francisco. O canal sul foi parcialmente fechado posteriormente, deixando apenas um canal de 120 m entre o continente e a Ilha de São Francisco, onde antes havia uma passagem de 400 m. No pequeno canal que restou, foi construída uma ponte metálica, que sofreu um processo erosivo comprometendo a sua estrutura, enquanto a boca da barra, na região de Barra do Sul, foi obstruída devido a um intenso assoreamento. Em 1935 ocorreu o fechamento completo do Canal do Linguado, resultando na subdivisão do estuário em Baía da Babitonga propriamente dita, que

compreende o corpo d'água principal ao norte contemplado nesse estudo, e Barra Sul, que engloba a região ao sul, com circulação restrita devido ao aterro artificial.

Em fevereiro de 2005, o CMA-Sul/IBAMA e diversas ONG's que atuam na região propuseram a criação de uma Unidade de Conservação (UC) na área, abrangendo toda a lâmina d'água da Baía, os bosques de manguezais e a costa adjacente até a isóbata de 20 metros. Em 2007 começaram as discussões, ainda em andamento, sobre a categoria da futura UC, resultando na orientação da criação de uma Reserva da Fauna, sob o argumento de preservação de três espécies: o caranguejo-uça (*Ucides cordatus*), o mero (*Epinephelus itajara*) e a toninha (*Pontoporia blainvillei*). A toninha, ou franciscana, *Pontoporia blainvillei* (Gervais & D'Orbigny, 1844), é uma espécie de cetáceo endêmica do sudoeste do Atlântico e com poucas informações a seu respeito. A área da Baía da Babitonga representa um importante refúgio para essa espécie (Cremer e Lopes, 2005; Cherem *et al.*, 2004).

Segundo o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão Norte (Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão Norte, 2003), essa região em geral não apresenta um regime anual com variação acentuada entre os períodos chuvosos e secos podendo, porém ocorrer precipitações intensas em qualquer época do ano. As médias mensais indicam uma variação sazonal, com uma maior pluviosidade na primavera e verão, especialmente nos meses de janeiro e fevereiro, e uma menor pluviosidade no outono e inverno com mínimos em junho e julho. A precipitação média anual é de 1874 mm (Cremer *et al.*, 2004). A predominância dos ventos é registrada no quadrante Leste, seguido dos quadrantes Nordeste no verão e Sudeste no inverno. Quanto à velocidade dos ventos, registrou-se no período uma média geral de 6,3 km/h, com velocidade média máxima registrada de 8,4 km/h no quadrante Leste e média mínima de 4,5 km/h no quadrante Norte.

A Baía da Babitonga está em avançado estado de degradação, possuindo o maior parque industrial de Santa Catarina e uma população de cerca de 450 mil habitantes. Em 1988, a FATMA lançou o Programa de Proteção e Recuperação da baía de Babitonga, quando 45 empresas foram convocadas a implementarem sistemas de tratamento de efluentes, sendo que a carga poluidora foi reduzida em 75% até 1994, e a descarga de 450 t anuais de metais pesados caiu, em média, 95%. (Busato, 1996). O Complexo Hídrico da Baía da Babitonga faz parte do Sistema Independente de Drenagem da Vertente Atlântica e fica localizado na Região Hidrográfica Baixada Norte de Santa Catarina. O complexo estuarino tem como contribuintes as bacias hidrográficas dos rios Cubatão Norte, Cachoeira, Palmital e Parati, com área de cerca de 900 km<sup>2</sup> e vazão média estimada de 57,22 m<sup>3</sup>/s<sup>-1</sup> (DNIT, 2004).

### 2.1.2. Baía de Guaratuba

A costa do Paraná estende-se por 105 km na direção NE-SW e inclui duas reentrâncias principais, a Baía de Guaratuba (Figura 3) e o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP). Essa região foi classificada por Angulo & Araújo (1996) *in* Veiga *et al.* (2004) como dominada por ondas, sob regime de marés classificado como semidiurno (1,5 m na maré alta), que apresenta importantes efeitos não lineares, com ressacas ocasionais associadas a frentes frias e fortes ventos, e prisma de maré resultante de  $7,5 \cdot 10^7 \text{ m}^3$  (Marone *et al.*, 2005).

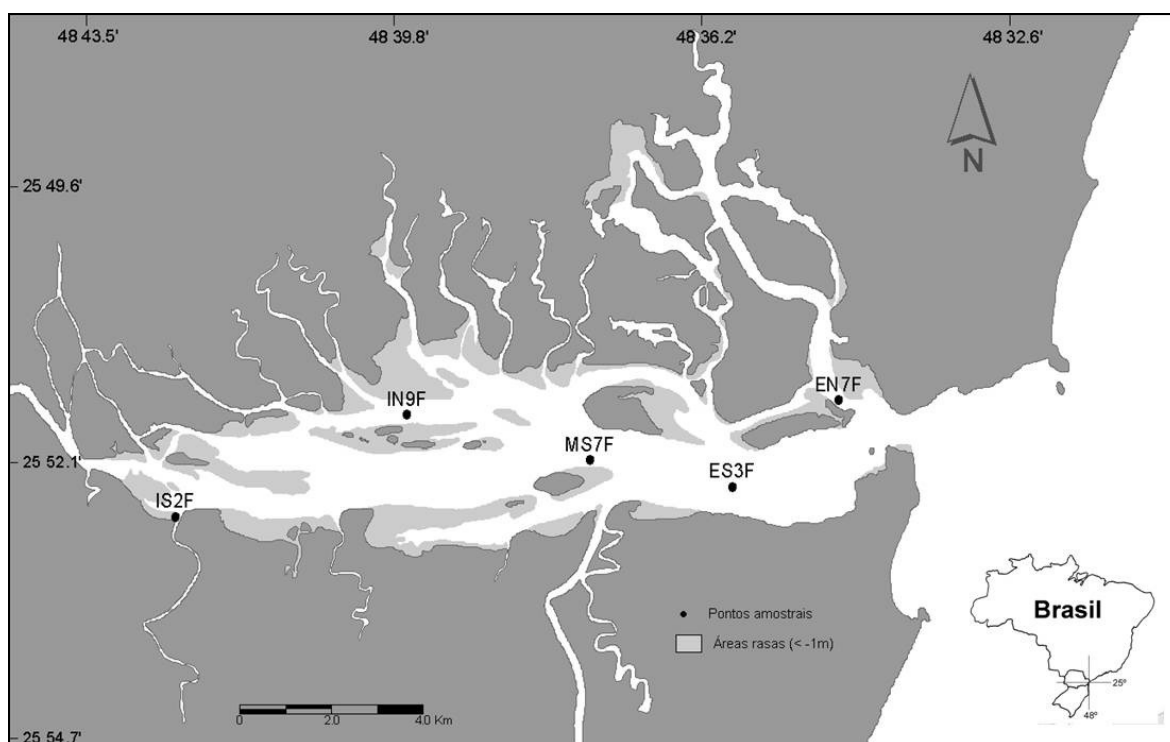


Figura 3. Mapa da Baía de Guaratuba, mostrando os pontos da campanha amostral de março de 2007.

A Baía de Guaratuba possui área de aproximadamente  $48 \text{ km}^2$ , localizada entre as coordenadas ( $25^{\circ}52' \text{ S}$ ;  $48^{\circ}39' \text{ W}$ ) com cerca de 15% de áreas rasas com profundidade média de cerca de 3m e máxima de 27m na sua desembocadura (Noernberg *et al.*, 2004). A baía possui orientação leste-oeste, com comprimento aproximado de 16 km. A largura máxima é de 3 km na linha de maré baixa e de 10km quando se consideram as planícies de maré (Soares *et al.*, 1997). Sua desembocadura é limitada por dois pontais rochosos, com aproximadamente 500 m de distância, que correspondem ao extremo meridional da Serra da Prata, ao norte, e ao morro de Guaratuba, ao sul (Santos, 2003). O suprimento de água doce é realizado por dois rios principais (Cubatão e São João), que juntos apresentam uma descarga média de aproximadamente  $80 \text{ m}^3/\text{s}$  proveniente de uma bacia de drenagem de  $1.700 \text{ km}^2$

(Noernberg *et al.*, 2004; Marone *et al.*, 2005). Desses, o Rio Cubatão é o de maior contribuição de materiais para o sistema devido a sua maior área de drenagem e maior vazão. O Rio São João também possui grande importância, drenando uma porção do Planalto de Curitiba e desembocando no extremo oeste da baía, com a formação de um delta submarino (Soares *et al.*, 1997). A bacia hidrográfica em que está inserido o sistema estuarino possui 1393 km<sup>2</sup> (ANA, 2001), com as principais cidades próximas à desembocadura do sistema (Guaratuba e Matinhos). Com base em dados cedidos pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA), a vazão média dos rios Cubatão e São João é de 53,66 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

É um estuário relativamente prístino cercado por planícies de gramíneas e florestas de manguezais e situa-se cerca de 160 km ao sul da cidade industrializada de Curitiba (Sanders *et al.*, 2006). A partir do canal de conexão com o Oceano Atlântico, a baía apresenta alargamento à medida que se adentra ao continente, com grande quantidade de baixios e as áreas de manguezais mais extensas na margem norte. Embora a maioria da assembléia de peixes seja formada por espécies que não habitam permanentemente o sistema, o manguezal da Baía de Guaratuba é um lugar importante para o ciclo de vida de espécies estuarinas e marinhas que habitam a região costeira (Chaves & Bouchereau, 2000).

A Baía de Guaratuba faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaratuba (com 199.586,51 hectares) que abrange os municípios de Guaratuba, Matinhos, Paranaguá, Tijucas do Sul e São José dos Pinhais (Silveira *et al.*, 2005). Esta unidade de conservação possui cerca de 200 mil hectares, incluindo águas interiores, ilhas situadas na baía de Guaratuba, ilhas fluviais e a ilha do Saí-Guaçu (IAP, 2003). A APA tem como objetivo garantir a proteção da rede hídrica, dos complexos estuarino-lagunares remanescentes integrantes da baía de Guaratuba, garantindo o uso racional dos recursos naturais e viabilizando a coexistência das diversas atividades exercidas nessa região. O sistema estuarino está inserido no Município de Guaratuba (ao sul), com uma população de cerca de 27.000 habitantes (IBGE, 2000) e delimita o Município de Matinhos (ao norte), na localidade do balneário de Caiobá. Na época de veraneio, principalmente durante as datas festivas, como exemplo o feriado do Ano Novo e no carnaval, a população dos municípios litorâneos pode triplicar. Até 2003, o Município de Guaratuba contava com apenas 30% do manilhamento de esgotos e todos efluentes eram despejados direta ou indiretamente na baía (Santos, 2003). As atividades turísticas são mais freqüentes no verão, mas é constante o fluxo de embarcações na baía. A travessia entre Guaratuba e Caiobá é feita por meio de balsas ("Ferry Boat") e mantém-se ao longo do ano, embora tenha atividade exacerbada no veraneio.



No entorno da baía são exercidas diversas atividades agrícolas de pequeno porte, exceto na região a montante, na qual ocorre o cultivo intensivo da banana (Mizerkowski, 2005).

Um ciclo sazonal anual das condições meteorológicas (períodos chuvoso/verão e seco/inverno) é verificado como um mecanismo de importância primária para o funcionamento e saúde do ecossistema em questão. De acordo com dados cedidos pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA), a precipitação foi de 2102mm ano de 2001 e de 1644mm no ano de 2002, com maiores valores durante o verão e menores durante o inverno. Predominam os ventos provenientes dos quadrantes NE e SE, sendo estes últimos os de maior intensidade associados aos sistemas frontais provenientes de sul (Noernberg, 2001).

### 2.1.3. Baía das Laranjeiras

O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), localizado entre as coordenadas 25°16' S; 48°17' W, estende-se aproximadamente 50 km em direção ao continente, representando o maior estuário do Estado do Paraná. Constitui um grande sistema estuarino-lagunar interconectado que inclui o sistema Cananéia-Iguape (Lana *et al.*, 2000). O sistema possui três grandes ilhas em sua desembocadura que intercalam os canais de acesso ao sistema. Ao sul, entre a Ilha do Mel e a pequena Ilha da Galheta juntamente ao continente, está o Canal da Galheta, constantemente dragado por ser o acesso aos portos do Paraná. O Canal Sueste ou Barra Norte é limitado pelas ilhas do Mel e das Peças, e o Canal do Superagüi está entre a Ilha das Peças e a Ilha que lhe dá o nome. Esse último dá acesso à Baía dos Pinheiros que, por sua vez, faz conexão com o complexo estuarino de Cananéia-Iguape através do Canal do Varadouro (Brandini, 2000).

O CEP possui área total de 612 km<sup>2</sup> e é dividido duas seções principais, baseado no sistema de drenagem terrestre (LANA *et al.*, 2000). À oeste, estão as baías de Antonina e Paranaguá com área de 260 km<sup>2</sup> e 50 km de extensão. Ao norte, está a Baía das Laranjeiras (Figura 4) com área de 200 km<sup>2</sup> (Lana *et al.*, 2000), 30 km de extensão (Lamour *et al.*, 2004) e largura máxima de 13 km (Disaró, 1995). Apresenta em sua extremidade mais interna a Baía de Guaraqueçaba, à direita a Baía dos Pinheiros e à esquerda a Enseada de Benito e do Rio Itaquí (Brandini, 2000). A região possui profundidade média de 2,5 m e um volume de água cerca de 5.10<sup>8</sup> m<sup>3</sup> (Knoppers *et al.*, 1987).

Segundo a ANA (2001), a bacia hidrográfica da Baía das Laranjeiras, com área de aproximadamente 1443 km<sup>2</sup>, compreende os rios Furão ou de Fora, Guaraqueçaba, Morato, Açungui, Serra Negra, Tagaçaba e Potinga. Os rios são bem preservados e o

acesso rodoviário é precário. O único município da região é Guaraqueçaba, com cerca de 8000 habitantes, na sua maioria rurais (ANA, 2001). De acordo com dados cedidos pela SUDEHSA, a vazão dos rios Tagaçaba e Guaraqueçaba, mais expressivos em termos de aporte de água doce e os únicos com dados disponíveis, é em torno de  $12,21 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

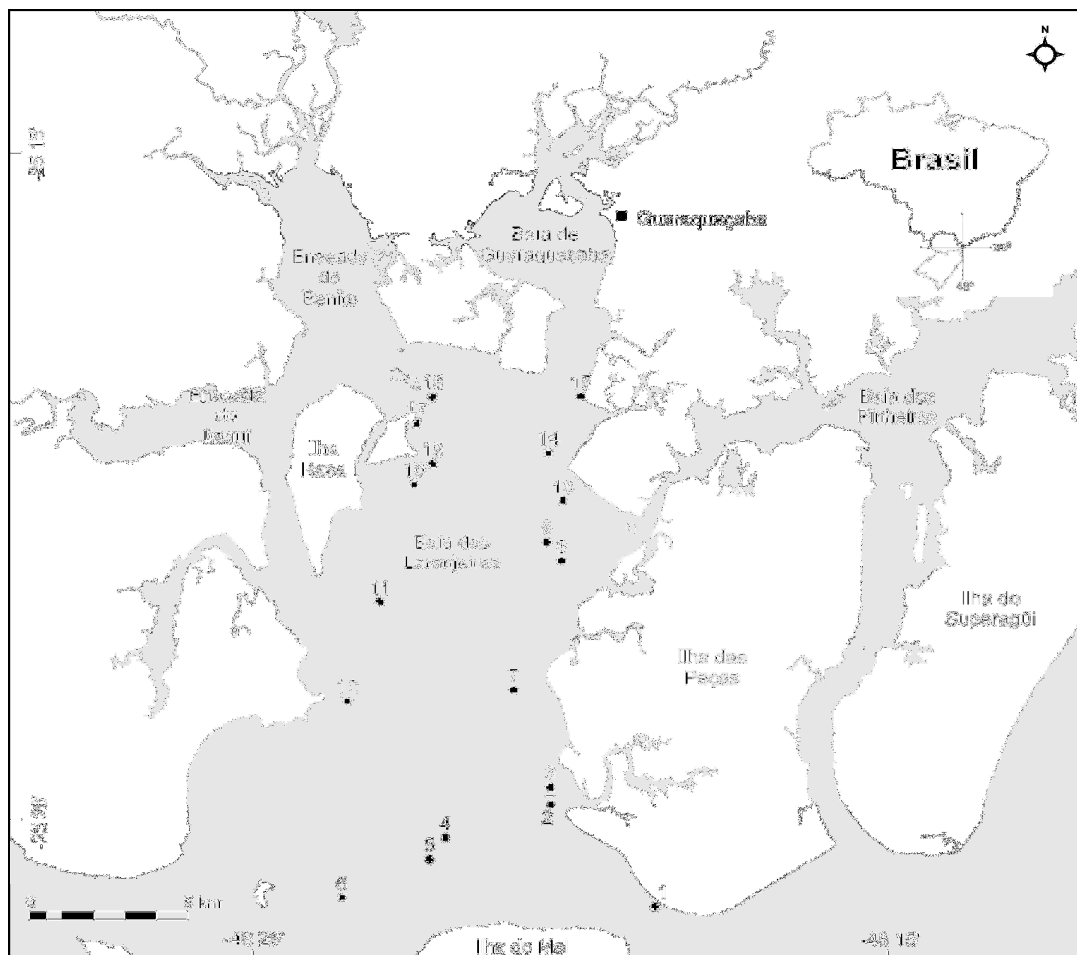


Figura 4. Mapa da baía das Laranjeiras, mostrando as estações da campanha amostral de março de 2007.

O regime de maré é semidiurno com desigualdades diurnas. As alturas médias das marés de quadratura e sizígia são, respectivamente 1,3 e 1,7 m, o range médio é de 2,2 m (Marone e Camargo, 1994) e o prisma de maré resultante de  $4,4 \times 10^8 \text{ m}^3$ . Nas marés baixas, a maior parte da água da Baía das Laranjeiras flui para o oceano pelo Canal Sueste, mas alguma quantidade de água mistura-se às águas da Baía de Paranaguá e flui para o oceano pelo Canal da Galheta (Knoppers *et al.*, 1987; Disaró, 1995). Segundo Lana *et al.* (2000), a estrutura e o funcionamento do sistema estuarino são influenciados por diferentes gradientes. A hidrodinâmica é regida pela força da maré e descarga fluvial (Knopper *et al.*, 1987; Brandini *et al.*, 1988; Rebello & Brandini, 1990; Machado *et al.*, 1997). Devido a força de frentes frias, eventos de tempestade

elevam o nível do mar em 80 cm acima do nível das marés astronômicas (Marone e Camargo, 1994).

A temperatura média anual é de 21,1 °C e precipitação média anual entre 2000 mm (Maack, 1981) e 2500 mm (Lana *et al.*, 2000). Uma estação tipicamente chuvosa inicia no final da primavera e dura até o final do verão, enquanto a estação seca vai do outono até o final do inverno, mas é interrompido por um pequeno e fraco período chuvoso no início do inverno (Brandini *et al.*, 1988; Rebello & Brandini, 1990; Lana *et al.*, 2000).

Por todo o estuário são encontrados bancos de areia e ilhas de diversos tamanhos, bordejadas por manguezais e marismas. A Baía das Laranjeiras está circundada por várias categorias de Unidades de Conservação protegidas por leis estaduais, federais e internacionais como a APA de Guaraqueçaba (Brandini, 2000).

#### *2.1.4. Complexo Estuarino de Cananéia-Iguape*

O Complexo Estuarino de Cananéia-Iguape (Figura 5) localiza-se no Estado de São Paulo. O estado é considerado pela Agência Nacional das Águas - ANA (2001) como o principal núcleo do crescimento econômico nacional e o centro de maior concentração de indústrias e serviços. Trata-se da região de maior diversidade biológica do estado, embora seja uma das menos desenvolvidas economicamente (ANA, 2001).

A região é um complexo de corpos d'água encerrados entre o continente e a Ilha Comprida, uma língua de areia de 70 km, limitado ao norte pelo principal Rio Ribeira do Iguape e, ao sul pela Baía de Trapandé (Liang *et al.*, 2003). O sistema estuarino-lagunar situa-se em torno da latitude 25° S e compreende dois canais que se estendem paralelos à costa. São denominados de Mar de Cubatão e Mar de Cananéia, com seis e 10 m de profundidade média, respectivamente, com uma abertura ao sul para a Baía de Trapandé com cerca 10 m de profundidade. Esses canais circundam a Ilha de Cananéia, uma das quatro que fazem parte do sistema, juntamente com a Ilha Comprida, a Ilha do Cardoso e a Ilha de Iguape que se encontram separadas por sistemas de canais lagunares e rios, que se comunicam com o Oceano Atlântico. O sistema tem área total de 135 km<sup>2</sup> (Bérgamo, 2001). Com base nas informações de comprimento, largura e profundidade, médios, apresentados por Bernardes (2001), o volume de água calculado para a baía de Trapandé é de 1,4x10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>.

Iguape é uma ilha artificial, cuja "origem" remonta a meados do século XIX com a abertura do Canal Valo Grande (Cunha-Lignon, 2001). De acordo com Cunha-Lignon (2001), desde o século XIX, este sistema vem sendo influenciado pela abertura do canal do Valo Grande, no Município de Iguape. Este canal foi construído com objetivo de facilitar a navegação na parte final do Rio Ribeira do Iguape e logo após sua construção

apresentava 4,40 m de largura. Devido à erosão nas bordas, o canal apresenta-se, atualmente, com mais de 300 m de largura, fazendo com que grande parte da vazão do Rio Ribeira escoe por ele, acarretando grande efeito sobre o sistema como um todo. Em 1978, o Valo Grande foi fechado, por decisão do Governo do Estado de São Paulo, fazendo com que houvesse novas alterações do ecossistema, e em 1983, o canal foi reaberto. Atualmente, cerca de 60% da drenagem do Rio Ribeira do Iguape escoa pelo Canal Valo Grande para o Mar Pequeno.

O sistema de Cananéia, na região de Iguape, recebe as águas do Rio Ribeira do Iguape e seus tributários, os quais drenam áreas agrícolas importantes de dois estados brasileiros, São Paulo e Paraná (Yogui *et al.*, 2003; CETESB, 2007). Segundo a Rede das Águas do Estado do São Paulo, a bacia de drenagem do Rio Ribeira do Iguape abrange 32 municípios (17068 km<sup>2</sup>), com uma população estimada de cerca de 400 mil habitantes que se dedicam a atividades agrícolas, de pesca e turismo. A bacia de drenagem do sistema estuarino de Cananéia, constituído também pelos rios Taquari, Mandira, das Minas, Itapitangui e diversas gamboas cobre cerca de 23.500 km<sup>2</sup> (Bergamo, 2000). O aporte fluvial médio correspondente à bacia de drenagem de Cananéia é cerca de 50 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, enquanto a vazão do Rio Ribeira do Iguape (medida em Iguape) é de cerca de 443 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> (CETESB, 2007), e a descarga fluvial ao longo do ano é mais elevada na área ao sul (Mar de Cubatão) (Bérgamo, 2000).

A interligação do Sistema Cananéia-Iguape com o oceano é realizada através de três desembocaduras: Icapara ao norte, Cananéia na porção central e Ararapira ao sul (Cunha-Lignon, 2001). A desembocadura pela região central, também conhecida como Mar Pequeno (Nishigima, *et al.*, 2001), é quase tão profunda quanto a Baía de Trapandé (cerca de 13 m e 300 m de largura), a qual é limitada por bancos de areia que são permanentemente retrabalhados (Tessler & Mahiques, 1993).

As marés são semidiurnas com desigualdades diurnas (Miyao *et al.*, 1986). O sistema foi classificado como parcialmente misturado e fracamente estratificado segundo o Diagrama Estratificação-circulação de Hansen & Hatray (tipo 2a) no período em que o Canal Valo Grande estava fechado (1978 a 1995), não lançando suas águas no sistema (Miranda *et al.*, 1995; Cunha-Lignon, 2001). Após a reabertura da barragem em 1995, o aporte de água doce aumentou no complexo estuarino-lagunar (Miranda & Castro, 1997). Nessas condições, o sistema foi caracterizado por Bérgamo (2000) como parcialmente misturado e altamente estratificado (tipo 2b), durante as estações de verão, outono e primavera, nas marés de sizígia. O sistema retoma as características de tipo 2a durante o inverno, na maré de sizígia e no outono e na primavera nas marés de quadratura.

A região apresenta valores pluviométricos máximos de janeiro a março com média mensal de 266,9 mm, e mínimos em julho e agosto com média mensal de 95,3

mm, sendo 2300 mm a precipitação média anual, em uma série de 29 anos (Silva, 1989). O regime das chuvas está relacionado a verões chuvosos e invernos secos, e a temperatura média anual é de 23,8 °C, sendo o mês de Fevereiro o mais quente e o de Julho o mais frio (Cunha-Lignon, 2001).

O estuário de Cananéia é uma importante área biológica na costa sul do Brasil. O estuário de Cananéia está inserido em um sistema estuarino de 160 km de comprimento com fundo lamoso e águas relativamente túrbidas, cercadas por grandes áreas de manguezais com altas concentrações de nutrientes, zooplâncton, camarões e peixes. Essa área contém Áreas de Proteção Ambiental, federais e estaduais (Yogui *et al.*, 2003). Por toda a borda do complexo os manguezais são bem desenvolvidos. Os manguezais do sistema Cananéia-Iguape dominam praticamente todas as áreas do sistema, compreendendo uma área de até 100 km<sup>2</sup> (Cunha-Lignon, 2001; Otero *et al.*, 2006).

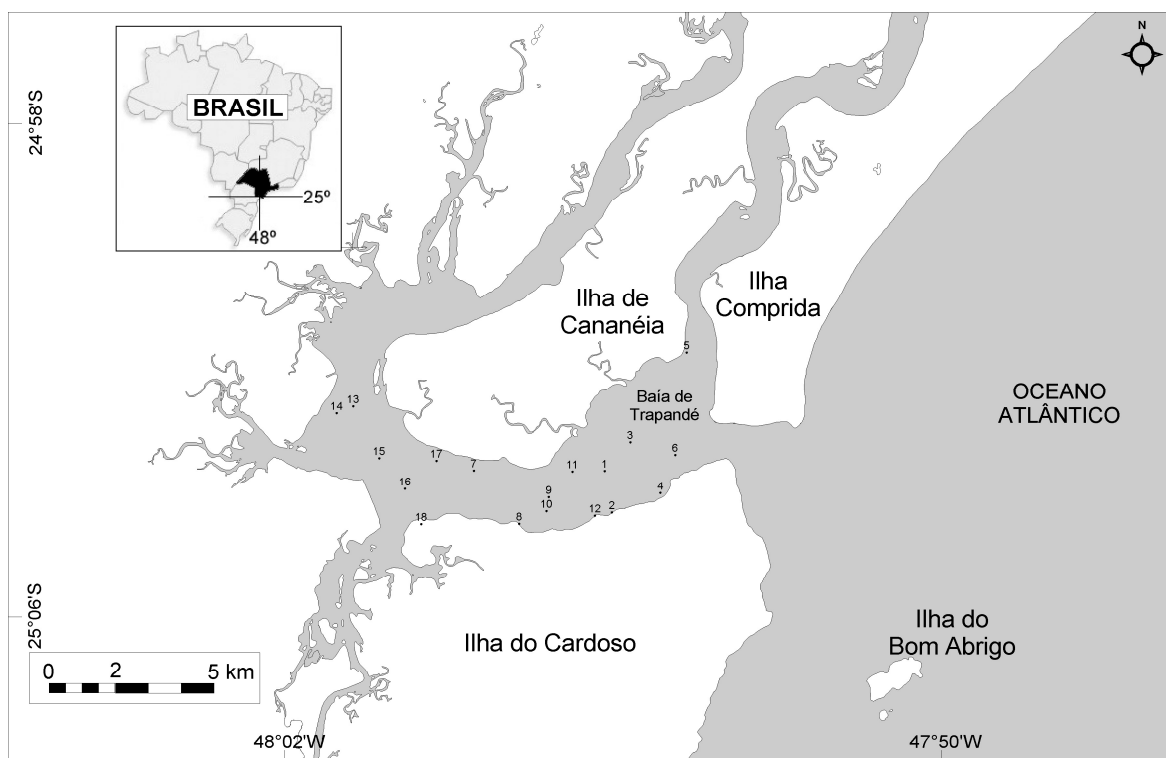


Figura 5. Mapa da baía de Cananéia (Baía de Trapandé), mostrando os pontos da campanha amostral de março de 2007.

## 2.2. Metodologia

### 2.2.1. Amostragem e Análise Laboratorial

A metodologia de Bricker *et al.* (1999, 2003) utiliza as seguintes dezesseis variáveis associadas à qualidade da água: clorofila-a, turbidez (transparência da água), material em suspensão, algas oportunistas, algas tóxicas, macroalgas, epífitas,

nitrogênio, fósforo, status de oxigenação (anoxia, hipoxia e estresse biológico), produção primária, composição da comunidade fitoplanctônica, composição da comunidade bêntica e vegetação aquática submersa – VAS (cobertura).

Grande parte destas variáveis foi quantificada a partir de estudos pretéritos, disponíveis na literatura e estudos concomitantes. Nem todas as variáveis foram medidas ou determinadas para os quatro sistemas contemplados no presente estudo, mas os dados disponíveis e os que foram obtidos formam um conjunto suficiente para avaliar, em caráter preliminar, os sistemas estuarinos em questão com maior ênfase na magnitude, ritmo temporal e previsibilidade de condições extremas de vários indicadores investigados em caráter sazonal.

A faixa de respostas de cada variável e os critérios usados para classificar tais respostas foram designados para definir a magnitude dos sintomas de eutrofização dos estuários estudados (Bricker *et al.*, 1999, 2003).

Nos períodos de inverno (2006) e verão (2007) foram efetuadas as campanhas de amostragem nas baías da Babitonga (Anexo 1) e de Cananéia (Anexo 4). Nos sistemas de Guaratuba (Anexo 2) e Laranjeiras (Anexo 3), as campanhas ocorrem apenas no período do verão, devido à disponibilidade de dados pretéritos. Para a definição da malha amostral, cada baía foi dividida em três setores: externo, intermediário e interno, cobrindo o gradiente de salinidade. Em cada setor, três transectos posicionados aleatoriamente foram estabelecidos, orientados perpendicularmente ao eixo principal. Uma garrafa de Niskin foi utilizada para amostragens na coluna d'água. Dependendo da campanha amostral, até em 18 pontos foram tomadas amostras da água de superfície e fundo quando a profundidade foi superior a 2 metros, e em meia água quando menor que 2 m. Alíquotas para a determinação de oxigênio dissolvido foram imediatamente fixadas e preservadas, juntamente com amostras para determinação da alcalinidade, em caixa térmica com água do local até a realização da análise em laboratório em até 24 horas após a coleta. Alíquotas para a determinação de nutrientes, material particulado em suspensão e clorofila-*a* foram tomadas e conservadas em caixa térmica com gelo. As análises foram efetuadas conforme as metodologias descritas por Grasshoff *et al.* (1983), Strickland & Parsons (1972) e Carmouze (1994). A salinidade, a temperatura, o pH e a transparência da água foram mensurados *in situ* com auxílio de um refratômetro, termômetro padrão de mercúrio, pH-metro de campo (HANNA) e disco de Secchi, respectivamente.

## 2.2.2. Modelo de 'Avaliação da Eutrofização Estuarina'

### 2.2.2.1. Estrutura de Registro de Dados

Cada parâmetro foi caracterizado para as três zonas de salinidade (água doce, mistura e marinha) como definido pelo NOAA's Nacional Estuarine Inventory (NEI) (Tabela 1).

Tabela 1. Definição das zonas de salinidade de acordo com o NOAA's Nacional Estuarine Inventory (NEI).

Salinidade	Zona de Salinidade
0-0,5	Água doce
0,5-25	Mistura
>25	Marinha

Para cada parâmetro, a informação foi coletada para as condições existentes e tendências recentes (Tabela 2-4). As condições existentes descrevem os valores máximos observados para o parâmetro em um ciclo anual típico (e.g., aporte fluvial normal, temperaturas médias, etc.). Por exemplo, para os nutrientes, as informações foram coletadas de modo a caracterizar os picos de concentração observados em um ciclo anual, tais como os associados à drenagem e/ou renovação de primavera. Para clorofila-*a*, as informações coletadas referem-se em picos de concentração que são tipicamente atingidos durante um período de florescimento.

Tabela 2. Parâmetros utilizados para a caracterização da eutrofização (Fonte: NOAA, 1996; Bricker *et al.*, 1999, 2003).

Parâmetros	Condições Existentes	
	(valores máximos observados em um ciclo anual típico)	Tendências
CONDICÕES ALGAIS Clorofila- <i>a</i> (Chl- <i>a</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concentrações Superficiais Hipereutrófico (&gt;60 <math>\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}</math>); Alto (&gt;20-60 <math>\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}</math>); Médio (&gt;5-20 <math>\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}</math>); Baixo (&gt;0-5 <math>\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}</math>)</li> <li>- Fatores Limitantes: N, P, Si, luz, outro)</li> <li>- Cobertura espacial<sup>(1)</sup>, Meses de ocorrência, Frequência de ocorrência<sup>(2)</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concentrações<sup>(3,4)</sup></li> <li>- Fatores limitantes</li> <li>- Fatores contribuintes<sup>(5)</sup></li> </ul>

Tabela 2, cont. Parâmetros utilizados para a caracterização da eutrofização (Fonte: NOAA, 1996; Bricker *et al.*, 1999, 2003).

	Parâmetros	Condições Existentes (valores máximos observados em um ciclo anual típico)	Tendências
CONDIÇÕES ALGAIS	Turbidez	- Profundidade de Secchi Alto (<1 m); Médio (1-3 m); Baixo (>3 m); Área de Águas Escuras - Cobertura espacial <sup>(1)</sup> , Meses de ocorrência, Frequência de ocorrência <sup>(2)</sup>	- Concentrações <sup>(3,4)</sup> - Fatores contribuintes <sup>(5)</sup>
	Sólidos Suspensos	- Concentrações Problema (impacto significativo sobre recurso biológico); Sem problema (nenhum impacto significativo) -Meses de ocorrência, Frequência de ocorrência <sup>(2)</sup>	(nenhuma informação de tendência coletada)
	Algas Nocivas Algas Tóxicas	- Ocorrência Problema (impacto significativo sobre recurso biológico); Sem problema (nenhum impacto significativo) - Espécies Dominantes - Duração do evento (Horas, Dias, Semanas, Sazonal, Outro) - Meses de ocorrência, Frequência de ocorrência <sup>(2)</sup>	- Duração do evento <sup>(3,4)</sup> - Frequência de ocorrência <sup>(3,4)</sup> - Fatores contribuintes <sup>(5)</sup>
	Macroalgas Epífitas	- Abundância Problema (impacto significativo sobre recurso biológico); Sem problema (nenhum impacto significativo) - Meses de ocorrência, Frequência de ocorrência <sup>(2)</sup>	- Abundância <sup>(3,4)</sup> - Fatores contribuintes <sup>(5)</sup>
NUTRIENTES	Nitrogênio Inorgânico Dissolvido	- Concentrações superficiais máximas Alto (1 mg.dm <sup>-3</sup> ); Médio (0,1 - <1 mg.dm <sup>-3</sup> ); Baixo (0-0,1 mg.dm <sup>-3</sup> ) - Cobertura espacial <sup>(1)</sup> , meses de ocorrência	- Concentrações <sup>(3,4)</sup> - Fatores contribuintes <sup>(5)</sup>
	Fósforo Inorgânico Dissolvido	- Concentrações superficiais máximas Alto (0,1 mg.dm <sup>-3</sup> ); Médio (0,01 - <0,1 mg.dm <sup>-3</sup> ); Baixo (0-0,01 mg.dm <sup>-3</sup> ) - Cobertura espacial <sup>(1)</sup> , meses de ocorrência	- Concentrações <sup>(3,4)</sup> - Fatores contribuintes <sup>(5)</sup>



Tabela 2, cont. Parâmetros utilizados para a caracterização da eutrofização (Fonte: NOAA, 1996; Bricker *et al.*, 1999, 2003).

	<b>Parâmetros</b>	<b>Condições Existentes (valores máximos observados em um ciclo anual típico)</b>	<b>Tendências</b>
<b>OXIGÊNIO DISSOLVIDO</b>	Anoxia (0 mg/l) Hipoxia (>0 – 2 mg/l) Stress Biológico (>2-5 mg/l)	- Condições de Oxigênio Dissolvido Observado; Sem Ocorrência -Estratificação (grau de influência) Alto, Médio, Baixo, Não há - Profundidade da coluna d'água Superfície, Fundo, Homogêneo - Cobertura espacial <sup>(1)</sup> , Meses de ocorrência, Frequência de ocorrência	- Concentração de oxigênio dissolvido: média mínima mensal <sup>(3,4)</sup> -Frequência de ocorrência <sup>(3,4)</sup> - Duração do evento <sup>(3,4)</sup> - Cobertura espacial <sup>(3,4)</sup> - Fatores contribuintes <sup>(5)</sup>
<b>RESPOSTA ECOSISTEMA/ COMUNIDADE</b>	Produtividade Primária	- Produtores primários dominantes Pelágico, Bêntico, Outros	- Variação temporal - Fatores Contribuintes
	Comunidade Planctônica	- Grupo taxonômico dominante Diatomáceas, Flagelados, Algas verde-azuis, Mistura diversa, Outro	- Variação temporal - Fatores contribuintes <sup>(5)</sup>
	Comunidade Bêntica	- Grupo taxonômico dominante Crustáceos, Moluscos, Anelídeos, Mistura diversa, Outro	- Variação temporal - Fatores contribuintes <sup>(5)</sup>
	Vegetação Aquática Submersa (VAS)	- Cobertura espacial <sup>(1)</sup>	- Cobertura espacial <sup>(3,4)</sup> - Fatores contribuintes <sup>(5)</sup>
<p>(1) Cobertura espacial (% da zona de salinidade): Alto (&gt;50 – 100%), Médio (&gt;25 – 50%), Baixo (&gt;10 – 25%), Muito Baixo (0 – 10%), Ausência de VAS no sistema;</p> <p>(2) Frequência de ocorrência: Episódico (concentrações ocorrem esporadicamente), Periódico (condições ocorrem anualmente ou previsivelmente), Persistente (condições ocorrem continuamente ao longo do ano);</p> <p>(3) Direção da mudança: Aumento, Diminuição, Nenhuma tendência;</p> <p>(4) Magnitude da mudança: Alto (&gt;50 – 100%), Médio (&gt;25 – 50%), Baixo (0-25%);</p> <p>(5) Fonte: Pontual, Difusa, Outra.</p>			

#### 2.2.2.2. Determinação da Influência Humana Geral (Overall Human Influence – OHI)

Essa análise é uma estimativa da extensão da contribuição humana para os sintomas de eutrofização e as condições eutrofizadas. A suposição implícita é que qualquer nível particular de aporte de nutrientes resultará em efeitos variados entre os

estuários devido aos níveis diversificados de suscetibilidade ao enriquecimento por nutrientes. Dessa forma, foram analisados os aportes de nutrientes e a suscetibilidade separadamente, e os resultados, por sua vez, foram combinados para determinar o nível geral da influência humana.

*Suscetibilidade: Determinação do Potencial de Exportação Estuarina – PEE (Estuarine Exportation Potential – EXP)*

A suscetibilidade estuarina depende, em grande parte, da quantidade de tempo em que os nutrientes que entram no sistema permanecem antes de saírem do mesmo. O potencial de exportação estuarina foi desenvolvido em parte pelo sistema da avaliação Costeira e Síntese de Dados da NOAA, para estimar as determinações relativas desse período de tempo por meio da definição da capacidade relativa de diluição e exportação de cargas de nutrientes dissolvidos do estuário. A análise usa dados físicos e hidrológicos para definir separadamente as contribuições da diluição e da exportação. Em ambos os casos, quanto maior a contribuição, maior a capacidade de diluir ou exportar as cargas de nutrientes (por outro lado, menores contribuições sugerem uma maior tendência para reter as cargas de nutrientes).

Os critérios de classificação partem de regras de decisão do Potencial de Diluição (Tabela 5). Essa análise pressupõe que uma grande porção da coluna d'água está potencialmente disponível para diluir as cargas de nutrientes em um estuário verticalmente homogêneo em comparação a um sistema verticalmente estratificado. A suposição é que para sistemas estratificados, os nutrientes são mais freqüentemente retidos na porção superficial (fração de água doce) da coluna d'água. Por outro lado, o transporte no sentido do oceano (mistura mais completa) é mais comum em sistemas verticalmente homogêneos. Os estuários Tipo B (Tabela 5) são geralmente homogêneos verticalmente, embora a estratificação seja observada (confinada) em canais de navegação estreitos ou aos limites superiores mais extremos do estuário. Nesse caso, pressupõe-se que os nutrientes são diluídos ao longo de toda coluna d'água.

Os critérios de classificação para a determinação do Potencial de Exportação (Tabela 6) baseiam-se no seguinte quadro de regras de decisão. Essa análise pressupõe que uma maior capacidade para exportar as cargas de nutrientes ocorre em estuários que apresentam grande influência da maré e da água doce.

Tabela 3. Regras de Decisão para a determinação do Potencial de Diluição (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

Tipo	Se: Estratificação Vertical	Então: Volume de Diluição	Se: Valor de Diluição	Potencial de Diluição
A	Verticalmente Homogêneo - Todo ano - Ao longo do estuário	$1/VOL_{\text{estuário}}$	$10^{-13}$ $10^{-12}$	<b>Alto</b>
B	Menor Estratificação Vertical - canais de navegação - estuário superior	$1/VOL_{\text{estuário}}$	$10^{-11}$	<b>Moderado</b>
C	Verticalmente Estratificado - maioria do ano - maioria do estuário	$1/VOL_{\text{fad}}$ (fad: fração de água doce)	$10^{-10}$ $10^{-9}$	<b>Baixo</b>

Tabela 4. Regras de Decisão para a determinação do Potencial de Exportação (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

Tipo	Range de Maré (m)	Aporte Fluvial ( $\text{ft}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )/Volume do Estuário	Potencial de Exportação
1	macro (>6)	grande ou moderado ( $10^{00}$ - $10^{-02}$ )	<b>ALTO</b>
2	macro (>6)	pequeno ( $10^{-03}$ , $10^{-04}$ )	<b>MODERADO</b>
3	meso (>2,5)	grande ( $10^{-00}$ , $10^{-01}$ )	<b>ALTO</b>
4	meso (>2,5)	moderado ( $10^{-02}$ )	<b>MODERADO</b>
5	Meso (>2,5)	pequeno ( $10^{-03}$ , $10^{-04}$ )	<b>BAIXO</b>
6	micro (<2,5)	grande ( $10^{-00}$ , $10^{-01}$ )	<b>ALTO</b>
7	micro (<2,5)	moderado ( $10^{-02}$ )	<b>MODERADO</b>
8	micro (<2,5)	pequeno ( $10^{-03}$ , $10^{-04}$ )	<b>BAIXO</b>

#### *Combinação dos Potenciais de Diluição e Exportação*

Por meio da combinação dos componentes de diluição e exportação, determina-se um índice de “EXP”. Os estuários na região superior da matriz (Figura 6) geralmente apresentam um alto EXP, sugerindo a habilidade de diluir ou exportar as cargas de nutrientes. Os estuários na porção inferior sugerem a falta dessa habilidade de diluir ou exportar os nutrientes, tornando-os mais suscetíveis à poluição por nutrientes.

**POTENCIAL DE EXPORTAÇÃO E SUSCETIBILIDADE ESTUARINA**

**Potencial de DILUIÇÃO**

		Alto	Moderado	Baixo
Potencial de EXPORTAÇÃO	Alto	Suscetibilidade Baixa	Suscetibilidade Baixa	Suscetibilidade Moderada
	Moderado	Suscetibilidade Baixa	Suscetibilidade Moderada	Suscetibilidade Alta
	Baixo	Suscetibilidade Moderada	Suscetibilidade Alta	Suscetibilidade Alta

	ALTO EXP. Estuário com capacidade de diluir e exportar nutrientes
	MODERADO EXP. Estuário com capacidade de diluir e/ou exportar nutrientes
	BAIXO EXP. Estuário sem capacidade de diluir e exportar nutrientes

Figura 6. Matriz para a determinação da Suscetibilidade e do Potencial de Exportação Estuarina (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

#### *Influência Humana Geral (OHI e Aporte de Nutrientes)*

A metodologia estabelecida por Bricker *et al.* (2003) se baseia na aplicação de um modelo simples que combina a pressão humana e a suscetibilidade ou vulnerabilidade dos sistemas. Uma descrição simplificada transcrita do trabalho dos autores supracitados é dada a seguir.

#### *Equações para a determinação do OHI:*

Sob o pressuposto de que apenas processos conservativos (mistura) e (i.e. mixing) ocorrem, uma equação para IHG pode ser derivada com base em um modelo de balanço de massa simples ("Vollenweider"). Neste modelo é considerado apenas o nitrogênio inorgânico dissolvido (NID = nitrato + amônio + nitrito), e os termos não conservativos são negligenciados, uma vez que apenas as proporções relativas do NID derivadas de fontes antrópicas e do oceano são de interesse na avaliação da pressão humana.

Embora fontes e sumidouros naturais como fluxos bênticos e produção primária, dentro do estuário, afetem a concentração final de NID, estes são avaliados na segunda etapa da metodologia.

$$\frac{\partial M_w}{\partial t} = M_{in} - M_{out} \quad (1)$$

onde  $M_w$  é a massa de nitrogênio no estuário em kg;  $t$  é o tempo (seg.);  $M_{in}$  é o aporte de nitrogênio para o estuário ( $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ );  $M_{out}$  é a exportação de nitrogênio do estuário ( $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ ).

$M_{out}$  é composto de um fluxo advectivo de saída e um fluxo dispersivo (equação 2).

$$M_{out} = m_{out} v_{out} + k_{e,s} (m_w - m_{sea}) \quad (2)$$

Onde  $m_w$  é a concentração de nitrogênio no estuário ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ );  $m_{out}$  é a concentração de nitrogênio no fluxo de saída ( $=m_w$  para o modelo de 1 caixa) ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ );  $v_{out}$  é o fluxo de saída advectivo (= fluxo pelos rios) ( $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ );  $m_{sea}$  é a concentração de nitrogênio na água costeira adjacente ao sistema ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ );  $k_{e,s}$  é o coeficiente de dispersão entre estuário e oceano ( $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ).

Assim, a equação 1 pode ser reescrita como:

$$\frac{\partial M_w}{\partial t} = M_{in} - m_{out} v_{out} - k_{e,s} (m_w - m_{sea}) \quad (3)$$

Para o caso hipotético onde a concentração de nitrogênio na água costeira adjacente é nula ( $m_{sea} = 0$ ), e considerando  $M_{in} = Qm_{in}$ , e  $v_{out} = Q$ , onde  $Q$  é o fluxo dos rios ( $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ) e  $m_{in}$  a concentração de nitrogênio no fluxo de entrada, a equação 3 pode ser expressa como:

$$\frac{\partial M_h}{\partial t} = Qm_{in} - Qm_{out} - k_{e,s} m_h \quad (4)$$

onde  $M_w$  expressa a massa derivada dos processos antrópicos, e  $m_w$  a concentração derivada destas atividades.

Considerando condições de estado estável para a salinidade:

$$k_{e,s} = \frac{Qs_e}{\Delta s} \quad (5)$$

onde  $s_e$  é a salinidade estuarina média,  $t$  é o tempo (s);  $\Delta s$  é a diferença entre salinidade externa ao sistema e a salinidade estuarina média, de forma que se o sistema é bem misturado ( $m_{out} = m_h$ ):

$$\frac{\partial M_h}{\partial t} = Qm_{in} - Qm_h - \frac{Qs_e}{\Delta s} m_h \quad (6)$$

Considerando um período de tempo suficientemente grande (sobre um ano)  $dM_h/dt = 0$ , ou seja o sistema está em estado estável:

$$\frac{m_h s_e}{\Delta s} = m_{in} - m_h \quad (7)$$

Assim,  $m_h$ , a concentração de nitrogênio no estuário pode ser expressa como:

$$m_h = \frac{m_{in}}{1 + s_e/\Delta s} \quad (8)$$

a qual rearranjando torna-se:

$$m_h = \frac{m_{in}(s_o - s_e)}{s_o} \quad (9)$$

A equação 9 fornece a concentração de nitrogênio decorrente do aporte da bacia hidrográfica somente, mas leva em conta o efeito de diluição da mistura da maré, a qual é refletida nos termos de salinidade. Conversamente, se somente o aporte de N da água do mar costeira é considerada, a equação 1 pode ser rearranjada negligenciando  $M_{in}$ , desde que o aporte derivado de processos antrópicos continentais é zero:

$$\frac{\partial M_b}{\partial t} = -m_{out} v_{out} - k_{e,s} (m_w - m_{sea}) \quad (10)$$

onde  $M_w$  torna-se  $M_b$ , a massa de “background”, e  $m_w$  torna-se  $m_b$ , a concentração de “background”. Considerando  $v_{out} = Q$  e  $m_{out} = m_b$  e a equação 5, a equação 10 pode ser reescrita como:

$$\frac{\partial M_b}{\partial t} = -Qm_b - \frac{Qs_e m_b}{\Delta s} + \frac{Qs_e m_{sea}}{\Delta s} \quad (11)$$

Considerando novamente que o sistema encontra-se em estado estável, e cancelando  $Q$ :

$$\frac{s_e m_{sea}}{\Delta s} = m_b \left( 1 + \frac{s_e}{\Delta s} \right) \quad (12)$$

a qual pode ser rearranjada para dar:

$$m_b = \frac{m_{sea} s_e}{s_o} \quad (13)$$

A partir das equações 9 e 13,  $m_c$ , a concentração total de NID esperada, considerando apenas processos conservativos pode ser obtida como:

$$m_c = m_h + m_b \quad (14)$$

Foram apresentadas modificações de modo a incluir a troca dispersiva entre uma caixa preta estuarina e o oceano (Ferreira, 2007). A partir da equação geral do ASSETS para combinar pressão e suscetibilidade do sistema, o modelo inicialmente desenvolvido para os estuários com fluxo fluvial regular foi generalizado para qualquer sistema costeiro. A equação geral passa a ser:

$$\frac{\partial M_w}{\partial t} = M_{in} + M_{ef} - M_{out} + M_{ex} \quad (15)$$

Onde  $M_w$  é a massa do nutriente no sistema costeiro (kg),  $t$  é o tempo (s),  $M_{in}$  é a carga de nutriente para o sistema costeiro a partir de fontes fluviais ( $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ ),  $M_{ef}$  é o aporte de nutriente para o sistema costeiro a partir de outras fontes antropogênicas (efluentes e fontes difusas) ( $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ ),  $M_{out}$  é o aporte costeiro a partir do sistema costeiro devido a advecção ( $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ ) e  $M_{ex}$  é a troca de nutriente entre o oceano e o sistema costeiro devido à dispersão ( $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Expressando  $M_{out}$  como um produto do fluxo advectivo de saída descrito como  $v_{out}$  ( $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ) e pela concentração de nutriente no fluxo de saída descrito como  $m_{out}$  ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), e dividindo pelo volume do sistema costeiro, tem-se:

$$\frac{\partial m_w}{\partial t} = \frac{Qm_{in}}{V} + \frac{M_{ef}}{V} - \rho m_{out} + \frac{\varepsilon T_p}{VT} (m_{sea} - m_w) \quad (16)$$

Onde  $m_w$  é a concentração de nutriente no sistema costeiro ( $\text{kg.m}^{-3}$ ),  $Q$  é o fluxo fluvial ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ ),  $m_{in}$  é a concentração de nutriente na água do rio ( $\text{kg.m}^{-3}$ ),  $\rho$  é a taxa de exportação advectiva  $v_{out}/V$ ,  $\varepsilon$  é a fração de água que sai na vazante e não retorna na maré enchente, o que é a exportação líquida de água,  $T_p$  é o prisma de maré ( $\text{m}^3$ ),  $T$  é o período de maré (s) e  $m_{sea}$  é a concentração de nutriente na água marinha ( $\text{kg.m}^{-3}$ ). O modelo desenvolvido para o OHI nos sistemas estuarinos (Bricker *et al.*, 2003) foi modificado baseado na Eq. (16) para derivar as duas equações seguintes para um sistema em estado estável (uma consideração de precaução é levada em conta em relação a descarga fluvial de nutrientes, i.e. que se deriva de fontes antropogênicas):

(a) Para o caso hipotético quando não há aporte humano, a concentração de background  $m_b$  no sistema pode ser expressa como:

$$m_b = \frac{\varepsilon T_p m_{sea}}{\varepsilon T_p + QT} \quad (17)$$

(b) Por outro lado, se não há aporte oceânico, i.e. considerando apenas as cargas fluviais e dos efluentes despejados nos sistemas, a concentração de nutrientes  $m_h$  no sistema devido à atividade antropogênica é:

$$m_h = \frac{T(Qm_{in} + M_{ef})}{QT + \varepsilon T_p} \quad (18)$$

Ainda, foram feitas modificações para o caso hipotético de não haver aporte fluvial, que não serão pertinentes no caso dos sistemas estudados.

O cálculo da OHI é feita a partir da equação abaixo:

$$OHI = \frac{m_h}{(m_h + m_b)} \quad (19)$$

O OHI é expresso como porcentagem que pode, finalmente, ser classificado dentre cinco graus (Tabela 7). Esta técnica pressupõe que os aportes de nutrientes de “background” provenientes das bacias hidrográficas são negligenciáveis em relação à pressão humana. Nos sistemas em que os rios carregam aportes significativos, oriundos de atividades humanas na bacia hidrográfica, o aporte do perímetro estuarino pode ser combinado com o aporte pelos rios, expresso como o somatório dos mesmos.



Tabela 5. Limites críticos e categorias para classificar a OHI (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

Classe	Limites críticos	Score
Baixo	0 - <0,2	5
Moderado baixo	>0,2 – 0,4	4
Moderado	>0,4 – 0,6	3
Moderado alto	>0,6 – 0,8	2
Alto	>0,8	1

### Determinação Final do Nível de Influência Humana Geral

A suscetibilidade para reter os nutrientes e o nível dos aportes de nitrogênio foram comparados em uma matriz (Figura 7) para determinar um ranking geral do nível de expressão da influência humana das condições eutrofizadas no estuário.



Figura 7. Matriz para a determinação do Nível de Influência Humana Geral (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

### 2.2.2.3. Determinação da Condição Geral de Eutrofização (Overall Eutrophic Conditions – OEC)

Foi desenvolvido um sistema numérico de quantificação para integrar informações correspondentes aos seis sintomas primários e secundários, de modo a determinar o estado geral das condições eutrofizadas em cada estuário (Figura 8).

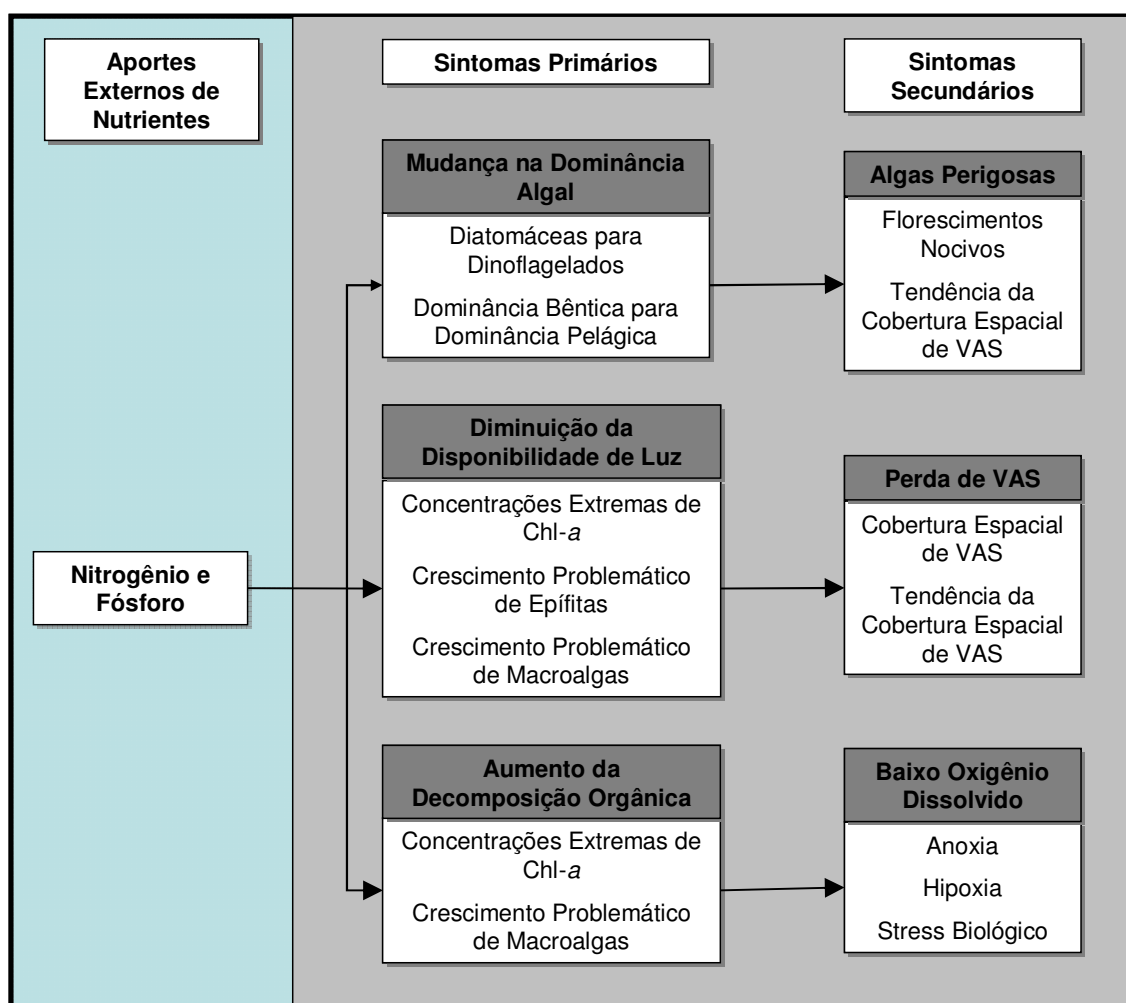


Figura 8. Modelo conceitual simplificado dos sintomas primários e secundários de eutrofização (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003)

Essa metodologia consiste em três fases. Primeiramente, um único valor de índice foi computado para os sintomas primários. Para se chegar a uma quantificação geral dos sintomas primários, na forma de um valor único, foi utilizada a média dos valores únicos dos três sintomas. Em seguida, um valor de índice único foi computado para cada sintoma secundário. O valor secundário mais alto entre os três sintomas foi considerado para o estuário, ao invés da média. Dessa forma, considerou-se que o estuário que exibe os impactos resultantes de apenas um dos sintomas pode ser tão alterado quanto aquele que exibe impactos resultantes de todos. Finalmente, a classificação dos valores numéricos determinados para os sintomas primários e

secundários foi dividida em categorias (alto, moderado e baixo). Os valores primários e secundários foram comparados em uma matriz, de tal forma que condições gerais pudessem ser reconhecidas para os estuários. Uma descrição detalhada dessas três fases se segue.

*Fase 1: Descrição do método dos sintomas primários (Bricker et al., 1999, 2003)*

Para as concentrações de clorofila-a (Tabela 8), são usados dados de cobertura espacial e freqüência de ocorrência.

Tabela 6. Determinação do Nível de Expressão de Clorofila-a (Fonte: Bricker et al., 1999, 2003).

<b>SE</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>ENTÃO</b>	
<u>Concentração</u>	<u>Cobertura Espacial</u>	<u>Freqüência</u>	<u>Expressão</u>	<u>Valor</u>
Hipereutrófico ou Alto	Alto	Periódico	Alto	1
	Moderado	Periódico	Alto	1
	Baixo	Periódico	Moderado	0,5
	Muito Baixo	Periódico	Moderado	0,5
	Alto	Episódico	Alto	1
	Moderado	Episódico	Moderado	0,5
	Baixo/Muito Baixo	Episódico	Baixo	0,25
	Qualquer cobertura espacial	Desconhecido	Bandeira A*	0,5
	Desconhecido	Qualquer Freqüência	Bandeira A*	0,5
Médio	Alto	Periódico	Alto	1
	Moderado	Periódico	Moderado	0,5
	Baixo/Muito Baixo	Periódico	Baixo	0,25
	Alto	Episódico	Moderado	0,5
	Moderado/ Baixo/Muito Baixo	Episódico	Baixo	0,25
	Qualquer cobertura espacial	Desconhecido	Bandeira A*	0,5
	Desconhecido	Qualquer Freqüência	Bandeira A*	0,5
Baixo	Qualquer cobertura espacial	Qualquer Freqüência	Baixo	0,25
Desconhecido	Desconhecido	Desconhecido	Não incluído no cálculo em nível de zona	
* a Bandeira A é usada para identificar componentes para os quais não havia dados suficientes disponíveis. Nesses casos, as suposições foram feitas baseadas em estimativas conservativas que a cobertura espacial desconhecida é de pelo menos 10% da zona, e que a freqüência desconhecida é pelo menos episódica.				

Para os sintomas epífitas (Tabela 9) e macroalgas (Tabela 10), foram usadas as frequências de ocorrência das condições problemáticas. Os critérios de classificação foram determinados por meio da aplicação desses quadros de regras de decisão, aplicados aos dados de eutrofização quantificando o nível de expressão dos sintomas primários.

Tabela 7. Determinação do Nível de Expressão do Problema de Epífitas (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

<b>SE</b>	<b>E</b>	<b>ENTÃO</b>	
<u>Problemas de Epífitas</u>	<u>Frequência</u>	<u>Expressão</u>	<u>Valor</u>
Observado	Periódico	Alto	1
	Episódico	Moderado	0,5
	Desconhecido	Bandeira A*	0,5
Desconhecido	Desconhecido	Não incluído no cálculo em nível de zona	
* a Bandeira A é usada para identificar componentes para os quais não havia dados suficientes disponíveis. Nesses casos, as suposições foram feitas baseadas em estimativas conservativas que a cobertura espacial desconhecida é de pelo menos 10% da zona, e que a frequência desconhecida é pelo menos episódica.			

Tabela 8. Determinação do Nível de Expressão do Problema de Macroalgas (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

<b>SE</b>	<b>E</b>	<b>ENTÃO</b>	
<u>Problemas de Macroalgas</u>	<u>Frequência</u>	<u>Expressão</u>	<u>Valor</u>
Observado	Periódico	Alto	1
	Episódico	Moderado	0,5
	Desconhecido	Bandeira C*	0,5
Desconhecido	Desconhecido	Não incluído no cálculo em nível de zona	
* a Bandeira C é usada para identificar componentes para os quais não havia dados suficientes disponíveis. Nesses casos, as suposições foram feitas baseadas em estimativas conservativas que a cobertura espacial desconhecida é de pelo menos 10% da zona, e que a frequência desconhecida é pelo menos episódica.			

Esse método avalia o nível de expressão das concentrações de clorofila-a, dos problemas de abundância de epífitas e de macroalgas. O procedimento usa apenas as informações de campanhas pertinentes para cada sintoma em particular para determinar o nível de expressão. As informações são usadas para determinar os níveis de expressão

para as zonas de salinidade que, por sua vez, são agregados para o nível de estuário (ver as regras de agregação do estuário).

### Regras de agregação para o nível do estuário

Para cada sintoma (clorofila-a, epífitas e macroalgas), um valor ponderado de expressão para cada zona foi determinado (Figura 9). Primeiramente, a área superficial da zona de salinidade é multiplicada pelo valor de expressão do sintoma para a zona, e então, é dividido pela área superficial total do sistema para obter o valor ponderado para a área. Os valores de área ponderados são, então, somados para se obter o valor do nível de expressão do sintoma para o estuário.

$$\sum_{i=1}^n (A_z / A_t) \cdot (\text{Valor de Expressão}) = (\text{valor do nível de expressão do sintoma para o estuário})$$

Símbolos:

$A_z$ = área superficial de uma zona

$A_t$ = área total do estuário

$n$ = número total de zonas no estuário

Figura 9. Equação de determinação do valor ponderado de expressão do sintoma primário para as zonas de salinidade do estuário (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

O nível de expressão dos sintomas primários para o estuário é determinado pelo cálculo da **média** dos três valores do nível de expressão (clorofila-a, epífitas e macroalgas). O estuário é, então, classificado em uma das categorias para os Sintomas Primários, como se segue na Tabela 11.

Tabela 9. Classificação das Categorias do Nível de Expressão por meio do Valor de Expressão do Estuário (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

Valor de Expressão do Estuário	Categoria do Nível de Expressão
$\geq 0$ a $\leq 0,3$	Baixo
$> 0,3$ a $\leq 0,6$	Moderado
$> 0,6$ a $\leq 0,1$	Alto

### *Fase 2: Descrição do Método dos Sintomas Secundários*

Esse método usa a mesma metodologia usada para os sintomas primários para avaliar o nível de expressão da depleção de oxigênio dissolvido (anoxia, hipoxia, stress

biológico) (Tabela 12), declínio da vegetação aquática submersa (Tabela 1), e florescimentos de algas tóxicas/nocivas (Tabela 14).

Tabela 10. Determinação do Nível de Expressão de Oxigênio Dissolvido (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

<b>SE</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>ENTÃO</b>	
<u>Anoxia</u>	<u>Cobertura Espacial</u>	<u>Freqüência</u>	<u>Expressão</u>	<u>Valor</u>
Observado	Alto	Periódico	Alto	1
	Moderado	Periódico	Alto	2
	Baixo	Periódico	Moderado	0,5
	Muito Baixo	Periódico	Baixo	0,25
	Alto	Episódico	Moderado	0,5
	Moderado/Baixo/Muito Baixo	Episódico	Baixo	0,25
	Desconhecido	Qualquer Freqüência	Bandeira A	0,25
<u>Hipoxia</u>	<u>Cobertura Espacial</u>	<u>Freqüência</u>	<u>Expressão</u>	<u>Valor</u>
	Alto	Periódico	Alto	1
	Moderado	Periódico	Moderado	0,5
	Baixo/Muito Baixo	Periódico	Baixo	0,25
	Alto	Episódico	Moderado	0,5
	Moderado/Baixo/Muito Baixo	Episódico	Baixo	0,25
	Desconhecido	Qualquer Freqüência	Bandeira B	0,25
<u>Stress Biológico</u>	<u>Cobertura Espacial</u>	<u>Freqüência</u>	<u>Expressão</u>	<u>Valor</u>
	Alto	Periódico	Moderado	0,5
	Moderado/Baixo/Muito Baixo	Periódico	Baixo	0,25
	Qualquer Cobertura Espacial	Episódico	Baixo	0,25
	Desconhecido	Qualquer Freqüência	Bandeira C	0,25
* as Bandeiras A, B e C são usadas para identificar impactos para os quais não havia dados suficientes disponíveis. Nesses casos, as suposições foram feitas baseadas em estimativas conservativas que a cobertura espacial desconhecida é de, pelo menos 10% da zona, e que a freqüência desconhecida é, pelo menos, episódica.				

Para a depleção de oxigênio dissolvido, foram usadas a cobertura espacial e a freqüência de ocorrência; para o declínio da vegetação aquática submersa, foi usada a magnitude da variação do declínio na extensão espacial; para os florescimentos de algas nocivas/tóxicas, foram usadas a duração do evento de florescimento e a freqüência de ocorrência. Os critérios de classificação partiram do seguinte quadro das regras de decisão, aplicadas aos dados para determinar o nível de expressão para os sintomas

secundários (baixos níveis de oxigênio dissolvido, declínio de vegetação aquática submersa e florescimentos de algas nocivas/tóxicas).

Tabela 11. Determinação do Nível de Expressão da Perda de Vegetação Aquática Submersa – VAS (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

<b>SE</b>	<b>E</b>	<b>ENTÃO</b>	
<u>Perda de VAS</u>	<u>Magnitude da Perda</u>	<u>Expressão</u>	<u>Valor</u>
Observado	Alto	Alto	1
	Moderado	Moderado	0,5
	Baixo	Baixo	0,25
	Desconhecido	Bandeira D*	0,25
* a Bandeira D é usada para identificar impactos para os quais não havia dados suficientes disponíveis. Nesses casos, as suposições foram feitas baseadas em estimativas conservativas que a cobertura espacial desconhecida é de, pelo menos 10% da zona, e que a frequência desconhecida é, pelo menos, episódica.			

Tabela 12. Determinação do Nível de Expressão do Florescimento de Algas Nocivas e Tóxicas (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

<b>SE</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>ENTÃO</b>		
	<u>Duração*</u>	<u>Frequência</u>	<u>Expressão</u>	<u>Valor</u>	
<u>Florescimentos</u>	M, WM, WS, S, PR	Periódico	Alto	1	
	<u>Nocivos</u>	DW, V, W	Periódico	Moderado	0,5
		D	Periódico	Baixo	0,25
Problema	M, WM, WS, S, PR	Episódico	Moderado	0,5	
	DW, V, W	Episódico	Baixo	0,25	
	D	Episódico	Baixo	0,25	
	Desconhecido	Qualquer Frequência	Bandeira E	0,25	
	<u>Duração</u>	<u>Frequência*</u>	<u>Expressão</u>	<u>Valor</u>	
<u>Florescimentos</u>	M, WM, WS, S, PR	Periódico	Alto	1	
	<u>Tóxicos</u>	DW, V, W	Periódico	Moderado	0,5
		D	Periódico	Baixo	0,25
Problema	M, WM, WS, S, PR	Episódico	Moderado	0,5	
	DW, V, W	Episódico	Baixo	0,25	
	D	Episódico	Baixo	0,25	
	Desconhecido	Qualquer Frequência	Bandeira F**	0,25	
* S=sazonal, M=meses, V=variável, W=semanas, D=dias, WS=semanas a sazonal, WM=semanas a meses.					
** a Bandeira F é usada para identificar impactos para os quais não havia dados suficientes disponíveis. Nesses casos, as suposições foram feitas baseadas em estimativas conservativas que a cobertura espacial desconhecida é de, pelo menos 10% da zona, e que a frequência desconhecida é, pelo menos, episódica.					

O método utiliza apenas as informações disponíveis pertinentes para cada sintoma em particular para determinar o nível de expressão. As informações são usadas para determinar os níveis de expressão para as zonas de salinidade que, por sua vez, são agregados para o nível de estuário (ver as regras de agregação do estuário).

#### Regras de Agregação do Estuário

Para cada sintoma (anoxia, hipoxia, stress biológico, perda de vegetação aquática submersa, florescimentos nocivos, florescimentos tóxicos), um valor ponderado de expressão para cada zona é determinado (Figura 10). Primeiramente, a área superficial da zona de salinidade é multiplicada pelo valor de expressão do sintoma para a zona que, por sua vez, é dividido pela área superficial total do sistema para obter um valor ponderado para a área. Os valores ponderados para a área são, então, somados para se obter o valor de nível de expressão do estuário para o sintoma.

$$\sum_{i=1}^n (A_z / A_t) \cdot \left( \begin{array}{c} \text{Valor de} \\ \text{Expressão} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{c} \text{valor do nível de expressão} \\ \text{do sintoma para o estuário} \end{array} \right)$$

Símbolos:

$A_z$ = área superficial de uma zona

$A_t$ = área total do estuário

$n$ = número total de zonas no estuário

Figura 10. Equação de determinação do valor ponderado de expressão do sintoma secundário para as zonas de salinidade do estuário (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

O nível de expressão dos sintomas secundários para o estuário é determinado pela escolha do maior dos três valores de nível de expressão do estuário (depleção de oxigênio dissolvido, perda de vegetação aquática submersa e florescimentos nocivos/tóxicos). Para o oxigênio dissolvido, o valor mais alto é escolhido a partir dos valores de anoxia, hipoxia e stress biológico. Para os florescimentos, o valor mais alto é escolhido a partir dos valores de florescimentos nocivos ou tóxicos. O estuário é, então, classificado em uma das categorias dos Sintomas Secundários, como se segue na Tabela 15.



Tabela 13. Classificação das Categorias do Nível de Expressão por meio do Valor de Expressão do Estuário (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

<b>Valor de Expressão do Estuário</b>	<b>Categoria do Nível de Expressão</b>
≥0 a ≤0,3	Baixo
>0,3 a ≤0,6	Moderado
>0,6 a ≤0,1	Alto

#### *Interpretação e Revisão*

Em muitos casos, a avaliação foi baseada no conhecimento de especialistas sobre o estuário. Por exemplo, estuários limiares dos valores de expressão em torno de 0,3 e 0,6, foram classificados entre as categorias de acordo com o conhecimento sobre condições recentes não refletidas necessariamente pelos dados disponíveis.

#### *Fase 3: Determinação do Nível de Expressão de Condições Gerais de Eutrofização*

Os sintomas primários e secundários foram comparados em uma matriz para determinar um ranking geral para as condições eutrofizadas no estuário (Figura 11).

Em alguns casos, mudanças foram feitas a essas avaliações baseadas no conhecimento de especialistas sobre o estuário. Por exemplo, se um estuário estava próximo ao limite entre moderado e moderadamente alto, o julgamento de especialistas pode ser usado para determinar a categoria mais apropriada, de acordo com comparações das condições de outros estuários similares na área. Em Bricker *et al.* (1999), os níveis baixo e moderadamente baixo foram agrupados como baixo, assim como moderadamente alto e alto podem agrupados como alto.

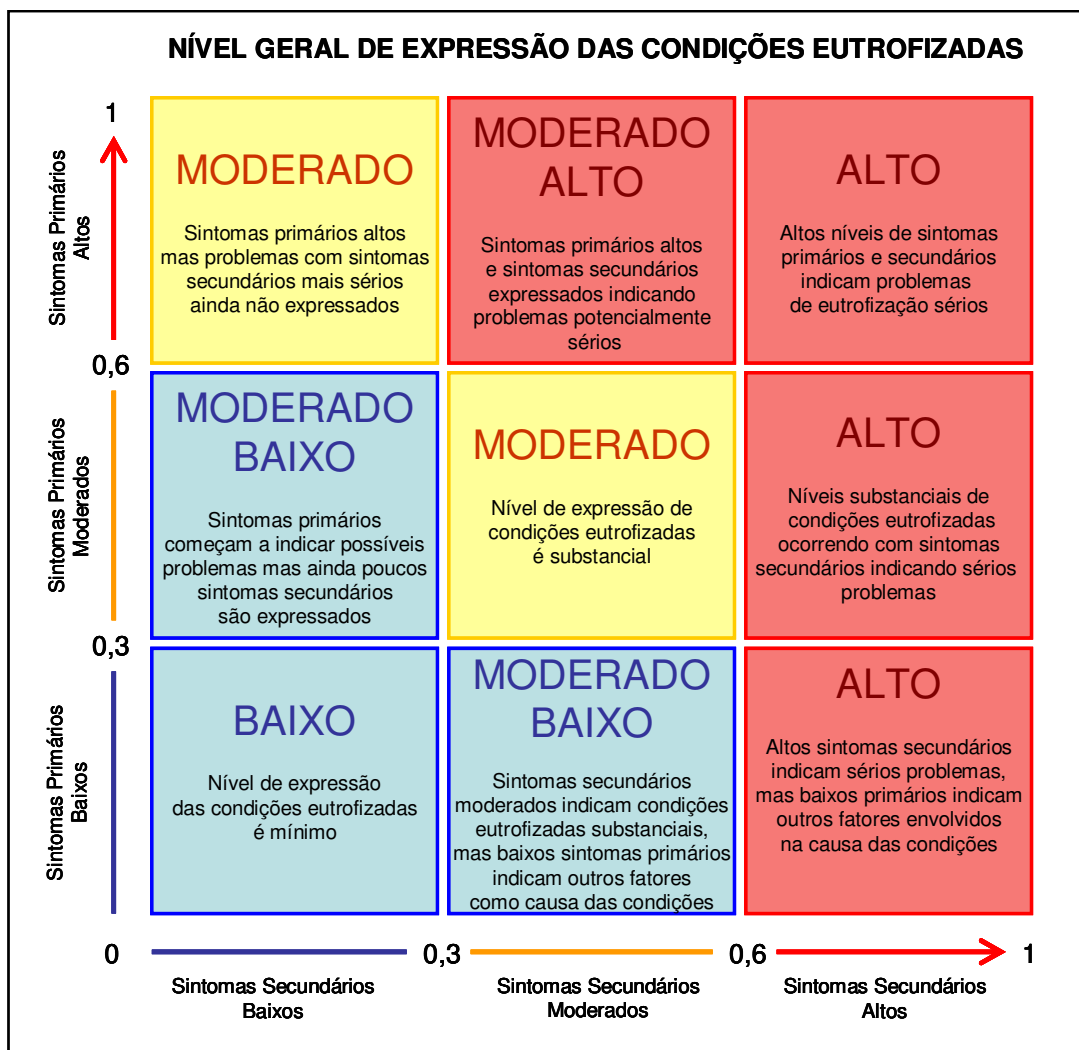


Figura 11. Matriz para de determinação do Nível Geral das Condições Eutrofizadas (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

#### 2.2.2.4. Definição do Cenário Futuro (Definition of Future Outlook – DFO)

Essa análise apresenta-se como uma tentativa de determinar a tendência das condições do estuário ao longo dos próximos 20 anos. Nessa análise, as variações no aporte de nutrientes são avaliadas de modo a determinar em qual direção as condições se moverão (piora, melhora ou nenhuma variação). A suscetibilidade aos nutrientes é, então, usada para determinar a magnitude. As projeções populacionais são usadas como o indicador primário para o nível das variações futuras nos aportes de nutrientes. Entretanto, as projeções de variação populacional são submetidas a variações imprevisíveis. Novamente, o conhecimento de especialistas pode ser utilizado para modificações nas determinações das variações futuras dos nutrientes, baseadas no conhecimento das variações previstas ou prováveis que ocorrerão na bacia estuarina, que irão afetar o nível dos nutrientes que entram no sistema (Figura 12).

<b>CENÁRIO FUTURO DAS CONDIÇÕES EUTROFIZADAS</b>			
<b>Suscetibilidade Baixa</b>	<b>MELHORIA ALTA</b> Os sintomas relacionados a nutrientes observados no estuário parecem melhorar substancialmente	<b>NENHUMA VARIACÃO</b> Os sintomas relacionados a nutrientes observados no estuário parecem permanecer sem mudanças	<b>PIORA BAIXA</b> Os sintomas relacionados a nutrientes observados no estuário parecem piorar minimamente
<b>Suscetibilidade Moderada</b>	<b>MELHORIA BAIXA</b> Os sintomas relacionados aos nutrientes observados no estuário parecem melhorar	<b>NENHUMA VARIACÃO</b> Os sintomas relacionados a nutrientes observados no estuário parecem permanecer sem mudanças	<b>PIORA ALTA</b> Os sintomas relacionados a nutrientes observados no estuário parecem piorar substancialmente
<b>Suscetibilidade Alta</b>	<b>MELHORIA BAIXA</b> Os sintomas relacionados aos nutrientes observados no estuário parecem melhorar de alguma forma	<b>NENHUMA VARIACÃO</b> Os sintomas relacionados a nutrientes observados no estuário parecem permanecer sem mudanças	<b>PIORA ALTA</b> Os sintomas relacionados a nutrientes observados no estuário parecem piorar substancialmente
	Diminuição das Pressões Futuras de Nutrientes	Nenhuma Variação nas Pressões Futuras de Nutrientes	Aumento das Pressões Futuras de Nutrientes

Figura 12. Matriz para a determinação do Cenário Futuro das Condições Eutrofizadas (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

#### 2.2.2.5. Identificação das Fontes Potenciais e Direcionamento de Ações de Gerenciamento

Foram identificados os principais usos do corpo d'água estuarino, com potencial de prejuízos relacionados à expressão das condições de eutrofização. Incluem a pesca esportiva e comercial, consumo de peixes e moluscos, recreação, estética, turismo, perda de VAS e habitat, e perda da capacidade assimilativa. Embora esse tipo de informação não seja sustentado por um banco de dados respectivo, fornece uma aproximação da extensão dos problemas que se originam a partir das condições de eutrofização. Também foram identificadas as fontes pontuais e difusas que são as mais importantes para o gerenciamento de nutrientes. Essas fontes incluem o tratamento de rejeitos, disposição de resíduos local tal como sistemas sépticos, descarga industrial, grandes operações animais, drenagem urbana, agricultura, práticas florestais, uso do solo, aportes atmosféricos, e aqüicultura. Também foi avaliado o potencial efetivo das reduções de nutrientes. Embora essas avaliações não sejam baseadas numa base de

dados completa, a avaliação foi útil para se chegar a um entendimento de quais tipos e níveis das ações serão requeridos para gerenciar a eutrofização.






#### *2.2.2.6. Identificação da Carência de Dados e Necessidades de Pesquisa*

Foram identificadas as carências de dados e as necessidades de pesquisa para melhorar a avaliação da severidade, da influência humana, dos impactos e das respostas apropriadas para a eutrofização nos estuários.

#### *2.2.2.7. Classificação Geral*

A representação dos índices propostos, os quais constituem uma combinação dos três componentes, é efetuada pela combinação dos vários escores para fornecer uma classificação geral. Assim, as classificações individuais para pressão, estado e resposta (Tabela 16) são combinados para fornecer uma escala com 5 categorias (alta, boa, moderada, pobre e ruim). Estas categorias são coloridas de acordo com a convenção do EU Water Framework Directive (2000/60/EC), fornecendo uma escala para estabelecer condições de referência para diferentes tipos de sistemas, em relação à eutrofização.

Tabela 14. Agregação dos componentes pressão (OHI), estado (OEC) e resposta (DFO) para fornecer uma escala de classificação geral (os percentuais de combinações válidas são mostradas entre parênteses). (Fonte: Bricker *et al.*, 1999, 2003).

<b>Categoria</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>										
Pressão (OHI)	Baixo	Moderado Baixo	Moderado	Moderado Alto	Alto										
Estado (OEC)	Baixo	Moderado Baixo	Moderado	Moderado Alto	Alto										
Resposta (DFO)	Melhoria Alta	Melhoria Baixa	Nenhuma Variação	Piora Baixa	Piora Alta										
<b>Métrico</b>	<b>Matriz de Combinação</b>														<b>Classe</b>
P	5 5 5 4 4 4														Alto
S	5 5 5 5 5 5														
R	5 4 3 5 4 3														
P	5 5 5 5 5 5 5 4 4 4 4 4 3 3 3 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 1 1														Bom
S	5 5 4 4 4 4 4 5 5 4 4 4 5 5 5 4 4 4														
R	2 1 5 4 3 2 1 2 1 5 4 3 5 4 3 5 4 3														
P	5 5 5 5 5 4 4 4 4 4 4 4 3 3 3 3 3 3 2 2 2 2 2 2 2 2 1 1														Moderado
S	3 3 3 3 3 4 4 3 3 3 3 5 5 4 4 3 3 3 4 4 4 4 4 3 3 3 2 3 3														
R	2 1 5 4 3 2 1 5 4 3 2 1 2 1 2 1 5 4 3 5 4 3 2 1 5 4 3 5 5 4														
P	4 4 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 2 2 2 2 2 2 1 1 1 1 1 1														Pobre
S	2 2 2 2 2 3 3 2 2 2 2 2 3 3 2 2 2 2 3 3 3 3 2 2														
R	5 4 3 2 1 2 1 5 4 3 2 1 2 1 4 3 2 1 3 2 1 5 4														
P	3 3 3 3 3 2 2 2 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1														Ruim
S	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 1 1 1 1 1														
R	5 4 3 2 1 5 4 3 2 1 3 2 1 5 4 3 2 1														

### 3. Resultados e Discussão

A suscetibilidade estuarina foi calculada por meio da combinação dos índices de capacidade de Diluição e Exportação, como mostram as Tabelas 15 e 16.

Tabela 15. Dados utilizados e resultados obtidos para a determinação da Capacidade de Diluição.

Tipo	Estuário	Volume do estuário (ft <sup>3</sup> )	Volume de Diluição	Potencial de Diluição
A	Babitonga	2,2E+10	4,6E-11	<b>Moderado</b>
B	Guaratuba	4,0E+09	2,5E-10	<b>Baixo</b>
B	Laranjeiras	1,4E+10	7,2E-11	<b>Moderado</b>
B	Cananéia	3,9E+09	2,6E-10	<b>Baixo</b>

Tabela 16. Dados utilizados e resultados obtidos para a determinação da Capacidade de Exportação.

Range de maré	Estuário	Aporte Fluvial (ft <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Aporte Fluvial/ Volume do Estuário	Potencial de Exportação
micro	Babitonga	1,6E+03	7,3E-08	<b>Baixo</b>
micro	Guaratuba	2,2E+03	5,56E-07	<b>Baixo</b>
micro	Laranjeiras	3,4E+02	2,4E-08	<b>Baixo</b>
micro	Cananéia	1,4E+04	3,6E-06	<b>Baixo</b>

Os resultados e os dados utilizados para o cálculo da Influência Humana Geral (OHI) nas versões de Bricker *et al* (2003) e de Ferreira *et al* (2007) são apresentados nas Tabelas 17 e 18, respectivamente.

A seguir são apresentados os resultados separadamente para cada sistema estudado.

Tabela 17. Dados utilizados e resultados obtidos no calcula da Influência Humana Geral (OHI), de acordo com Bricker *et al* (2003).

Variáveis	Cananéia	Laranjeiras	Guaratuba	Babitonga
[N] Aporte Fluvial (kg.m <sup>-3</sup> )	4,93x10 <sup>-4</sup>	1,74 x10 <sup>-4</sup>	1,41 x10 <sup>-4</sup>	2,18 x10 <sup>-3</sup>
Vazão Fluvial (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	493	12,21	80,00	57,22
Salinidade Água do Mar	35	29,2	32,3	33,8
Salinidade Estuarina média	27,4	26,3	16,2	31,3
[N] marinha (kg.m <sup>-3</sup> )	1,52 x10 <sup>-5</sup>	3,60 x10 <sup>-5</sup>	8,65 x10 <sup>-5</sup>	6,52 x10 <sup>-5</sup>
<b>Massa N antropogênica (kg.m<sup>-3</sup>)</b>	<b>5,28 x10<sup>-2</sup></b>	<b>2,11 x10<sup>-4</sup></b>	<b>5,62 x10<sup>-3</sup></b>	<b>8,94 x10<sup>-3</sup></b>
<b>Massa N background (kg.m<sup>-3</sup>)</b>	<b>1,19 x10<sup>-5</sup></b>	<b>3,25 x10<sup>-5</sup></b>	<b>4,34 x10<sup>-6</sup></b>	<b>6,05 x10<sup>-5</sup></b>
<b>Massa NID total (kg.m<sup>-3</sup>)</b>	<b>5,28 x10<sup>-2</sup></b>	<b>2,43 x10<sup>-4</sup></b>	<b>5,63 x10<sup>-3</sup></b>	<b>9,00 x10<sup>-3</sup></b>
<b>OHI</b>	<b>1,00</b> <b>Alto</b>	<b>0,87</b> <b>Alto</b>	<b>1,00</b> <b>Alto</b>	<b>0,99</b> <b>Alto</b>

Tabela 18. Dados utilizados e resultados obtidos no calcula da Influência Humana Geral (OHI), de acordo com Ferreira *et al* (2007).

Variáveis	Cananéia	Laranjeiras	Guaratuba	Babitonga
Prisma de maré (m <sup>3</sup> )	3,4x10 <sup>7</sup>	4,4 x10 <sup>8</sup>	7,2 x10 <sup>7</sup>	2,0 x10 <sup>8</sup>
[N] marinha (kg.m <sup>-3</sup> )	1,52 x10 <sup>5</sup>	3,60 x10 <sup>5</sup>	8,65 x10 <sup>6</sup>	6,52 x10 <sup>5</sup>
Vazão Fluvial (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	493	12,21	80,00	57,22
Período de maré (s)	21600	21600	21600	21600
[N] Aporte Fluvial (kg.m <sup>-3</sup> )	4,93 x10 <sup>4</sup>	1,74 x10 <sup>4</sup>	1,41 x10 <sup>4</sup>	2,18 x10 <sup>3</sup>
Carga de efluentes (kg.s <sup>-1</sup> )	4,83 x10 <sup>3</sup>	8,67 x10 <sup>4</sup>	2,85 x10 <sup>3</sup>	5,35 x10 <sup>2</sup>
Exportação líquida	0,1	0,14	0,05	0,2
<b>Massa antropogênica N</b>	<b>3,82 x10<sup>4</sup></b>	<b>1,02 x10<sup>6</sup></b>	<b>5,73 x10<sup>5</sup></b>	<b>9,33 x10<sup>5</sup></b>
<b>[ ] background N</b>	<b>3,64 x10<sup>6</sup></b>	<b>3,59 x10<sup>5</sup></b>	<b>5,85 x10<sup>6</sup></b>	<b>6,32 x10<sup>5</sup></b>
<b>[ ] NID total</b>	<b>3,86 x10<sup>4</sup></b>	<b>3,69 x10<sup>5</sup></b>	<b>6,31 x10<sup>5</sup></b>	<b>1,57 x10<sup>4</sup></b>
<b>OHI</b>	<b>0,99</b> <b>Alto</b>	<b>0,03</b> <b>Baixo</b>	<b>0,91</b> <b>Baixo</b>	<b>0,60</b> <b>Moderado</b>

### 3.1. Baía da Babitonga

#### 3.1.1. Influência Humana Geral (Overall Human Influence – OHI)

Foi considerada a carga de nitrogênio proveniente de efluentes liberados pela população total dos seis municípios que englobam o sistema (Joinville, Itapoá, Balneário Barra Sul, São Francisco do Sul, Araquari e Garuva), uma vez que não há tratamento de esgotos na maioria dessas localidades (IBGE, 2000; Barros, 2005). Em outra estimativa da carga de efluentes, foi considerado o número de habitantes total de toda bacia hidrográfica da Baixada Norte Catarinense, em torno de 630.000 pessoas, o que não modificou substancialmente o resultado da concentração total de NID. Dessa forma, foi considerada apenas a primeira opção, correspondente à população dos municípios marginais à baía da Babitonga, cerca de 510.000 habitantes. Levando em conta a liberação de 9,04 gN/dia por pessoa (Meybeck e Helmer, 1989; Meybeck *et al.*, 1989), a carga total de efluentes foi estimada em torno de 0,053 kgN.s<sup>-1</sup>, considerando essa região como a segunda área crítica em Santa Catarina em termos de degradação ambiental e que os efluentes são liberados sem tratamento (ANA, 2001). O prisma de maré foi estimado a partir das informações a respeito da área e do range de maré para o sistema, resultando no valor de 2.10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>. A concentração fluvial de nitrogênio foi estimada a partir dos valores registrados para nitrato e nitrito (Cremer *et al.*, 2006) na região a montante do Rio Palmital, enquanto o aporte marinho foi determinado a partir dos dados coletados. A concentração média dessas formas nitrogenadas (0,00083 kg.m<sup>-3</sup>) no aporte fluvial foi somada a estimativa da fração de amônio para essa região, que corresponde a cerca de

60% (IBAMA, 1998). Dessa forma, foi estimada a concentração de NID fluvial em torno de  $0,002 \text{ kg.m}^{-3}$ . É importante ressaltar que tal estimativa corresponde aos valores encontrados no entorno da região de Joinville. Dessa forma, torna-se mais compreensível que os aportes ocorram em concentrações de magnitude acima daquela verificada para os outros sistemas.

O potencial de Diluição foi calculado como Moderado, enquanto o de Exportação foi determinado como Baixo (Tabelas 15 e 16). Combinando esses dois indicadores, a Suscetibilidade Estuarina recaiu sobre a categoria Alta, ou seja, o estuário não apresenta capacidade de exportar e diluir nutrientes, correspondente ao Baixo EXP.

O cálculo da influência humana geral, em relação ao aporte de nitrogênio, foi feito de acordo com os modelos propostos por Bricker *et al.* (2003) e Ferreira *et al.* (2007). No primeiro modelo (Tabela 17), consideraram-se as informações referentes à concentração marinha e fluvial de nitrogênio inorgânico dissolvido (NID), à vazão fluvial e a salinidade média estuarina e oceânica. A massa antropogênica de NID para a Baía da Babitonga foi de  $8,9.10^{-3} \text{ kg.m}^{-3}$  enquanto a concentração natural (background) foi de  $6,1.10^{-5} \text{ kg.m}^{-3}$ , resultando no valor de  $9,0.10^{-3} \text{ kg.m}^{-3}$  de NID total. A partir desses valores, a Influência Humana Geral dos aportes de nutrientes antrópico correspondeu a 99,3%, resultando na classificação Alta. A combinação desse índice (Alto) com a informação a respeito da Suscetibilidade Estuarina (Alta Suscetibilidade) gera a classificação final da Influência Humana Geral de Alto. Isso indica que os sintomas observados no estuário são provavelmente ligados diretamente aos aportes de nutrientes.

Ao considerar as informações adicionais propostas por Ferreira *et al.* (2006) correspondentes à influência da maré e à carga diferenciada de efluentes, foram calculados concentrações de NID contrastantes aos resultados apresentados acima (Tabela 18). A massa antropogênica foi estimada em  $9,3.10^{-5} \text{ kg.m}^{-3}$  e a massa natural (background) foi estimada em  $6,3.10^{-5} \text{ kg.m}^{-3}$ , resultando na concentração total de NID de  $1,6.10^{-4} \text{ kg.m}^{-3}$ . A classificação do aporte antrópico de nutrientes foi feita de acordo com a fração 60%, resultando na classe de OHI Moderado. Essa informação, confrontada com a Suscetibilidade Alta do sistema, resultou no nível de Influência Humana Geral Moderada, ou seja, os sintomas observados no estuário são moderadamente relacionados aos aportes de nutrientes.

### 3.1.2. Condição Geral de Eutrofização

De acordo com os valores médios de salinidade, a Baía da Babitonga apresentou apenas a zona marinha. Foi estimada a área de  $130 \text{ km}^2$  para essa zona, correspondente à área amostrada no corpo central do sistema. As concentrações de



clorofila-a foram utilizadas para a estimativa do nível de expressão dos sintomas primários, uma vez que não havia dados disponíveis em relações às epífitas e macroalgas.

As concentrações superficiais máximas de clorofila-a ocorreram em março de 2007, em duas estações da região interna (4,74 e 3,85  $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) e em um ponto no setor mediano (4,37  $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) resultando na concentração média de 4,32  $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Esse valor foi enquadrado na faixa de concentração Baixa, na qual a frequência de ocorrência não precisa ser determinada, resultando na expressão Baixo de valor 0,25. Integrando esse valor ao nível de expressão do estuário, resultou no valor de 0,2, correspondente à categoria de nível de expressão Baixo.

A categoria de nível de expressão dos sintomas secundários foi determinada como Baixo, uma vez que não foram verificados baixos níveis de oxigênio dissolvido e não havia dados disponíveis a respeito das perdas de Vegetação Aquática Submersa (VAS). De acordo com informações de especialista (Cláudio Tureck<sup>1</sup>, *com pess*), foi constatada a ocorrência de um florescimento de algas nocivas no sistema da Babitonga no período de junho/julho de 2007, que resultou na proibição do consumo de molusco. Considerando as regras de decisão para um evento de florescimento de qualquer duração e frequência, a classificação recai sobre a expressão Bandeira F de valor 0,25.

Dessa forma, a partir do nível Baixo de expressão dos sintomas primários e Baixo dos secundários, a classificação final da Condição Geral de Eutrofização recai sobre a categoria Baixo. Isso indica que o nível dessas condições é mínimo.

### 3.1.3. Qualidade Ambiental da Água – Abordagem Clássica

Segundo IBAMA (1998), a Baía da Babitonga pode ser considerada um estuário homogêneo, uma vez que não foi verificado nenhum gradiente vertical acentuado. O gradiente horizontal parte de valores de salinidade em torno de 30 na desembocadura do sistema e de 15 na região do Rio Palmital, o que foi um padrão observado de forma inversa para o pH (IBAMA, 1998; Cremer *et al*, 2006).

Considerando apenas o estrato superficial, as variáveis analisadas apresentaram diferenças significativas entre o período do inverno de 2006 e o verão de 2007, com exceção do amônio (Tabela 19). O estrato de fundo não foi utilizado para fins comparativos, uma vez que a amostragem do inverno ocorreu apenas para a camada superficial da coluna d'água. Os maiores valores no inverno para a salinidade e pH representam um padrão esperado para esse período de acordo com uma diminuição nos aportes fluviais. Por outro lado, o comportamento observado para os nutrientes nitrogenados e para a razão N/P, com menores valores durante o verão, pode estar

---

<sup>1</sup> Cláudio Rudolfo Tureck: Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE).

relacionados ao aumento da atividade fotossintética, que apresenta uma maior taxa de consumo de nutrientes na camada superficial durante o período de maior produtividade. As concentrações de material particulado em suspensão tendem a aumentar com o aporte fluvial. Entretanto, os registros indicam que essa variável foi menos elevada no período de maior pluviosidade, ou seja, no verão, o que pode indicar que outros processos como a circulação podem estar atuando como reguladores. No inverno, os processos meteorológicos podem ser responsáveis pela maior turbulência e taxa de circulação das águas, ocasionando em maiores níveis de material particulado em suspensão.

Tabela 19. Valores médios das variáveis físico-químicas determinadas na Baía da Babitonga no inverno (2006) e verão (2007) no estrato superficial e valor de significância (*p*).

Variáveis	Inverno	Verão	<i>p</i>
Temperatura (°C)	19,4 ± 0,8	28,5 ± 0,7	<0,0001
Salinidade	33,1 ± 1,5	30,1 ± 1,3	<0,0001
pH	8,20 ± 0,08	8,06 ± 0,05	<0,0001
Saturação de OD (%)	113,9 ± 3,8	144,4 ± 10,3	<0,0001
Nitrito – NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,02 ± 0,01	0,001 ± 0,0004	<0,0001
Nitrato – NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,1 ± 0,03	0,005 ± 0,003	<0,0001
Nitrogênio Amoniacal – NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,02 ± 0,006	0,01 ± 0,008	>0,05
Razão Molar N/P	11,0 ± 3,4	4,1 ± 2,5	<0,0001
MPS (mg.dm <sup>-3</sup> )	1,08 ± 0,6	2,0 ± 1,2	<0,05

Os resultados referentes aos dados coletados no período do inverno de 2006 e do verão de 2007 para as variáveis descritoras da qualidade ambiental da água (clorofila-a, Profundidade de Secchi, saturação de CO<sub>2</sub>, fósforo inorgânico dissolvido, nitrogênio inorgânico dissolvido e oxigênio dissolvido) são apresentados na Tabela 20 e confrontados com limites críticos definidos na literatura (Carmouze, 1994; Bricker *et al.*, 2003). A clorofila-a é o índice da biomassa fitoplanctônica que, em quantidades excessivas pode constituir um sinal do processo de eutrofização (Bricker *et al.*, 2003; White *et al.*, 2004). Pode ser observado que as concentrações de clorofila-a estão no limite inferior, principalmente no período do inverno. Esse padrão sazonal também foi observado para os valores médios da profundidade de Secchi, que é corroborado pelo aumento do material particulado em suspensão. Os menores níveis de saturação de CO<sub>2</sub> durante o inverno indicam que há uma leve transição entre o metabolismo autotrófico e

heterotrófico que também pode ser relacionada às concentrações de oxigênio dissolvido que, por sua vez, estiveram acima do nível de stress biológico. As concentrações de fósforo e nitrogênio inorgânicos dissolvidos foram menores durante o período do verão, concomitantemente com os maiores níveis de clorofila-*a*. Isso indica que a atividade fotossintética superficial pode estar condicionando o comportamento desses nutrientes.

Tabela 20. Valores médios e desvio-padrão das seis variáveis descritoras da qualidade de água na Baía da Babitonga, confrontados com os limites críticos estabelecidos na literatura (\* Bricker *et al.*, 2003; \*\* Carmouze, 1994).

Variáveis Ambientais	Inverno	Verão	Limites Críticos
Clorofila- <i>a</i> * Concentrações superficiais ( $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ )	1,08 $\pm$ 0,58 Baixo	2,00 $\pm$ 1,23 Baixo	Hipereutrófico: $>60 \mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ; Alto: $>20, \leq 60 \mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ; Médio: $>5, \leq 20 \mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ Baixo: $>0$ e $\leq 5 \mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$
Turbidez * Profundidade de Secchi (m)	1,2 $\pm$ 0,4 Baixo	1,6 $\pm$ 0,5 Médio	Alto: $< 1$ m; Médio: $\geq 1, \leq 3$ m; Baixo: $> 3$ m Águas Escuras
CO <sub>2</sub> ** (% saturação)	95,8 $\pm$ 28,6	182,6 $\pm$ 26,1	$\leq 100$ %
Fósforo Inorgânico Dissolvido * Concentrações superficiais ( $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ )	0,02 $\pm$ 0,006 Médio	0,01 $\pm$ 0,003 Médio	Alto: $\geq 1 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ; Médio: $\geq 0,01, < 0,1 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ; Baixo: $\geq 0$ e $< 0,01 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$
Nitrogênio Inorgânico Dissolvido * Concentrações superficiais ( $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ )	0,15 $\pm$ 0,04 Médio	0,02 $\pm$ 0,01 Baixo	Alto: $\geq 1 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ; Médio: $\geq 0,1, 0,01 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ Baixo: $\geq 0$ e $< 0,01 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$
Oxigênio Dissolvido *( $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ )	8,60 $\pm$ 0,29	6,59 $\pm$ 0,42	stress biológico: $>2, \leq 5 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$

### 3.2. Baía de Guaratuba

#### 3.2.1. Influência Humana Geral (Overall Human Influence – OHI)

As três zonas de salinidade foram delimitadas na Baía de Guaratuba. A Zona de Rio correspondeu à região interna do sistema, enquanto a de Mistura abrange o setor mediano e a de influência marinha encontra-se próxima à desembocadura do sistema. A área total de 48 km<sup>2</sup> foi estimada para o sistema, onde a Zona de Rio apresentou 7,5 km<sup>2</sup>, a de mistura totalizou 24,8 km<sup>2</sup> e a marinha correspondeu aos 16,3 km<sup>2</sup> restantes. O volume do estuário foi estimado a partir da área e da profundidade média do sistema, resultando no valor de  $1,4 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ . A exportação líquida do sistema, ou seja, a fração de água que sai do sistema na vazante e não retorna na enchente, foi calculada a partir do

tempo de renovação de 9,3 dias (Marone *et al.*, 2005). Com a ocorrência de dois ciclos de maré por dia, a fração 0,05 do volume total corresponde à exportação líquida. As concentrações de NID, referentes aos aportes marinho e fluvial, foram determinadas a partir dos dados obtidos no presente estudo e de dados pretéritos (Mizerkowski, 2005), enquanto a carga de efluentes foi calculada considerando a população de 27.242 habitantes do Município de Guaratuba (IBGE, 2000). Dessa forma, levando-se em conta que o litoral do Paraná não apresenta um sistema efetivo de tratamento de esgotos (ANA, 2001), o valor estimado foi de  $2,85 \cdot 10^{-3} \text{ kgN} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Ambos os potenciais de Diluição e de Exportação foram determinados como Baixo (Tabelas 15 e 16). Dessa forma, a Suscetibilidade Estuarina foi classificada como Alta, ou seja, o estuário não possui a capacidade de diluir e exportar nutrientes, correspondente ao Baixo EXP.

O nível de expressão dos aportes de nutrientes, calculado de acordo com Bricker *et al.* (2003), resultou na concentração total de NID de  $5,6 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  (Tabela 17). A estimativa da massa antropogênica de NID foi  $5,6 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  enquanto a natural (background) foi  $4,3 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , resultando no valor de expressão correspondente à classe Alta (1,0) devido à porção de 99,92% de nitrogênio de origem antropogênica. A combinação desse indicativo com a Suscetibilidade Estuarina (Alta) resultou no Alto nível de Influência Humana Geral, ou seja, os sintomas observados são provavelmente ligados diretamente aos aportes de nutrientes.

O modelo proposto por Ferreira *et al.* (2007) resultou na estimativa da massa antropogênica de  $5,7 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  e da natural (background) de  $5,9 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , resultando na concentração de NID total de  $6,3 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  (Tabela 18). A influência Humana Geral nos aportes de nutrientes, correspondente ao valor de 91%, foi classificada como alta. Dessa forma, o nível da Influência Humana Geral foi classificado como Alto, tal como determinado por meio do modelo proposto por Bricker *et al.* (2003).

### 3.2.2. Condição Geral de Eutrofização

Na Zona de Rio, a concentração superficial máxima de clorofila-*a* ( $4,93 \text{ ug} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) foi registrada em dezembro de 2001. Esse valor foi associado à expressão Baixo, resultando no valor de expressão 0,25. Na Zona de Mistura, os valores máximos verificados foram  $23,80 \text{ ug} \cdot \text{dm}^{-3}$  e  $29,52 \text{ ug} \cdot \text{dm}^{-3}$  ocorridos, também, em dezembro de 2001. A média entre essas duas concentrações ( $26,66 \text{ ug} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) foi enquadrada na faixa de concentração alta, de concentração espacial moderada e freqüência episódica, uma vez que não há a comprovação da sazonalidade de ocorrência. Dessa forma, foi determinado o valor de expressão de 0,5 para esse sintoma nessa zona. Na Zona Marinha, as concentrações superficiais máximas de clorofila-*a* foram registradas em

dezembro de 2001 ( $15,0 \text{ ug.dm}^{-3}$ ) e março de 2002 ( $16,5 \text{ ug.dm}^{-3}$  e  $17,01 \text{ ug.dm}^{-3}$ ), resultando no valor médio de  $16,2 \text{ ug.dm}^{-3}$ . A faixa de concentração mediana foi combinada com a cobertura espacial baixa e a freqüência episódica, resultando na expressão baixa e de valor 0,25. A média desses valores (0,38) enquadrou o nível de expressão dos sintomas primário no sistema na categoria Moderado, uma vez que não foram obtidas informações sobre a ocorrência de epifitas e macroalgas nesse estuário.

Para a determinação do nível de expressão dos sintomas secundários, foram utilizados os dados dos baixos níveis de oxigênio dissolvido. Novamente, não havia dados disponíveis sobre os sinais correspondentes à VAS e às algas nocivas e tóxicas. Dessa forma, foram considerados os valores de oxigênio dissolvido abaixo de  $5 \text{ mg.dm}^{-3}$ , que ocorreram nas três zonas de salinidade. Na região interna, foram registrados baixos níveis de OD em outubro e dezembro de 2001, e março e abril de 2002. Essas ocorrências que na concentração média de  $4,73 \text{ mg.dm}^{-3}$ , considerando qualquer cobertura espacial e a ocorrência periódica, resultando na expressão baixa de valor 0,25. No setor mediano, a concentração média de  $4,52 \text{ mg.dm}^{-3}$  foi calculada a partir de concentrações registradas em dezembro de 2001 e em janeiro, fevereiro e março de 2002. Dessa forma, a expressão baixa de valor 0,25 foi determinada considerando-se cobertura espacial moderada e freqüência periódica. Na Zona Marinha, foram registradas concentrações de OD abaixo de  $5 \text{ mg.dm}^{-3}$  em dezembro de 2001 e janeiro e abril de 2002, resultando numa média de  $4,38 \text{ mg.dm}^{-3}$  para o stress biológico nessa região. A partir desse valor e considerando a cobertura espacial moderada, foi determinada a expressão baixa de valor 0,25. Finalmente, o nível de expressão dos sintomas secundários para o sistema (0,4) foi calculado a partir dos valores de expressão acima, enquadrando o estuário na categoria Moderado.

Dessa forma, levando-se em conta que ambos os sintomas primários e secundários foram Moderados, a classificação final do Nível de Expressão das Condições Gerais de Eutrofização foi determinado como Moderado. Isso indica que o nível de expressão das condições de eutrofização é substancial.

### *3.2.3. Qualidade Ambiental da Água – Abordagem Clássica*

A variação da qualidade ambiental da água na Baía de Guaratuba, entre os períodos seco (inverno) e chuvoso (verão) durante o período de 2003 a 2004, é apresentada na Tabela 21 (Mizerkowski, 2005). O gradiente de mistura salina é indicado pela salinidade, pH, nutrientes nitrogenados e material particulado em suspensão. Os valores de salinidade e pH apresentaram padrões inversos em relação aos setores do sistema, como esperado e verificado também para o sistema de Babitonga. O gradiente crescente das razões N/P da região da desembocadura para a região interna está

associado ao enriquecimento por nutrientes nitrogenados, especialmente na forma de nitrato, associados à drenagem continental. Este padrão também foi verificado para as Baías de Paranaguá e Laranjeiras (Machado *et al.* 1997, Brandini, 2000).

Tabela 21. Valores médios das variáveis físico-químicas determinadas na Baía de Guaratuba no inverno (2006) e verão (2007). Fonte: Mizerkowski, 2005.

Variáveis	Período Seco (Inverno)			Período Chuvoso (Verão)		
	Zona Marinha	Zona de Mistura	Zona de Rio	Zona Marinha	Zona de Mistura	Zona de Rio
Temperatura (°C)	22,1 ± 2,4	22 ± 2,1	20,9 ± 1,8	25,7 ± 3,2	25,5 ± 3,2	23,8 ± 2,7
Salinidade	25,8 ± 5,4	16,6 ± 5,5	3,9 ± 2,2	23,5 ± 7,9	11,8 ± 6,6	1,3 ± 2,2
pH	8,04 ± 0,28	7,76 ± 0,39	6,88 ± 0,4	7,95 ± 0,36	7,52 ± 0,38	6,45 ± 0,32
Saturação de OD (%)	94,3 ± 17	84,8 ± 16,1	78,9 ± 10,9	86,2 ± 10,7	78,3 ± 13,3	70,1 ± 7,5
Nitrito – NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,001 ± 0,001	0,002 ± 0,002	0,002 ± 0,001	0,001 ± 0,001	0,002 ± 0,002	0,003 ± 0,001
Nitrato – NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,02 ± 0,03	0,02 ± 0,03	0,11 ± 0,05	0,02 ± 0,03	0,03 ± 0,04	0,08 ± 0,03
Nitrogênio Amoniacal – NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,02 ± 0,02	0,03 ± 0,02	0,03 ± 0,03	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,005
Razão Molar N/P	8,1 ± 8,1	15,9 ± 12,1	43 ± 26,5	11,2 ± 14,6	12,7 ± 15,4	25,7 ± 11,1
MPS (mg.dm <sup>-3</sup> )	44,2 ± 26,4	36,4 ± 19,1	14,5 ± 15,9	54,0 ± 54,4	45,3 ± 30,5	19,3 ± 14,5

De acordo com Mizerkowski (2005), o sistema da Baía de Guaratuba apresentou um metabolismo predominantemente heterotrófico durante o período estudado (Tabela 22). A clorofila-a apresentou valores em torno do nível médio nos setores mediano e externo durante os períodos seco e chuvoso. Já no setor interno, os valores de clorofila-a foram apontados como baixos. A profundidade de Secchi esteve em torno do limite da classe intermediária, com exceção dos valores encontrados no setor mediano durante o período chuvoso que indicaram uma menor penetração de luz nessa condição, de acordo com os maiores valores de clorofila-a. De forma geral, toda a baía apresentou valores de saturação de CO<sub>2</sub> superiores ao limite de 100%, assim como teores de oxigênio dissolvido superiores ao nível de stress biológico. Pode-se observar que as concentrações de fósforo inorgânico dissolvido foram baixas em todas as situações, exceto no setor externo durante o período seco. Entretanto, todos os valores são próximos do limite médio. Os teores de nitrogênio inorgânico dissolvido também

foram baixos, com exceção dos valores mais elevados no setor interno. Com base nessas informações pode-se considerar que a água da Baía de Guaratuba apresenta qualidade inferior apenas quando são considerados os níveis de CO<sub>2</sub> (%). Não é possível a distinção de sinais primários e secundários de eutrofização, uma vez que tanto os valores de clorofila-a e nutrientes (primários) quanto o oxigênio dissolvido (secundário) estiveram dentro dos limites considerados.

Tabela 22. Valores médios e desvio-padrão das seis variáveis descritoras da qualidade de água na Baía de Guaratuba, confrontados com os limites críticos estabelecidos na literatura (\* Bricker *et al*, 2003; \*\* Carmouze, 1994). O Setor Externo corresponde à zona marinha, o Setor Mediano à zona de mistura e o Setor Interno à zona de rio. Fonte: Mizerkowski, 2005.

Variáveis Ambientais	Período Chuvoso (Verão)			Período Seco (Inverno)			Limites Críticos
	Setor Externo	Setor Mediano	Setor Interno	Setor Externo	Setor Mediano	Setor Interno	
<b>Clorofila-a*</b> Conc. superficiais (µg.dm <sup>-3</sup> )	9,1 ± 5,1 Médio	14,4 ± 8,9 Médio	4,2 ± 7,1 Baixo	7,9 ± 0,8 Médio	14,4 ± 4,1 Médio	1,11 ± 0,8 Baixo	Hipereutrófico: >60 µg.dm <sup>-3</sup> ; Alto: >20, ≤60 µg.dm <sup>-3</sup> ; Médio: >5, ≤20 µg.dm <sup>-3</sup> Baixo: >0 e ≤5 µg.dm <sup>-3</sup>
<b>Turbidez *</b> Prof. de Secchi (m)	1,2 ± 0,3 Médio	0,9 ± 0,3 Alto	1,3 ± 0,3 Médio	1,8 ± 0,5 Médio	1,3 ± 0,3 Médio	1,5 ± 0,3 Médio	Alto: < 1 m; Médio: ≥1, ≤3 m; Baixo: > 3 m Águas Escuras
<b>CO<sub>2</sub></b> (% sat.) **	278 ± 333 Alto	517 ± 410 Alto	1742 ± 746 Alto	262 ± 292 Alto	481 ± 446 Alto	941 ± 566 Alto	≤ 100 %
<b>Fósforo Inorgânico Dissolvido *</b> (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,008 ± 0,002 Baixo	0,009 ± 0,005 Baixo	0,009 ± 0,004 Baixo	0,012 ± 0,005 Médio	0,008 ± 0,005 Baixo	0,009 ± 0,006 Baixo	Alto: ≥1 mg.dm <sup>-3</sup> ; Médio: ≥0.01, <0.1 mg.dm <sup>-3</sup> ; Baixo: ≥0 e <0,1 mg.dm <sup>-3</sup>
<b>Nitrogênio Inorgânico Dissolvido *</b> (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,03 ± 0,05 Baixo	0,05 ± 0,05 Baixo	0,1 ± 0,03 Médio	0,05 ± 0,05 Baixo	0,05 ± 0,05 Baixo	0,14 ± 0,06 Médio	Alto: ≥1 mg.dm <sup>-3</sup> ; Médio: ≥0.1, <1 mg.dm <sup>-3</sup> Baixo: ≥0 e <0.1 mg.dm <sup>-3</sup>
<b>Oxigênio Dissolvido *</b> (mg. dm <sup>-3</sup> )	6,34 ± 0,77	6,14 ± 0,91	5,92 ± 0,71	7,06 ± 1,36	6,79 ± 1,41	6,91 ± 1,01	stress biológico: >2, ≤5 mg. dm <sup>-3</sup>

Contudo, estes resultados devem ser considerados com cautela, pois altas concentrações de nutrientes não são um sintoma obrigatório de eutrofização, principalmente em sistemas estuarinos altamente dinâmicos. Da mesma forma, baixa biomassa fitoplanctônica não indica necessariamente a ausência de eutrofização. Outros

fatores, como a rápida renovação da água do sistema, podem estar atuando como amortecedores desse processo. Em um estudo similar realizado na Carolina do Sul (EUA), White *et al.*, (2004) encontrou valores similares de clorofila-*a* entre dois estuários (estuário urbanizado e estuário relativamente preservado), indicando que outros fatores além das concentrações de nutrientes podem ser importantes como influência sobre os padrões espaciais de crescimento do fitoplâncton.

A ampla faixa de variação dos valores dos parâmetros considerados demonstra que a qualidade da água da Baía de Guaratuba apresenta oscilações substanciais em curta escala de tempo e de espaço. As concentrações de clorofila-*a*, fósforo (PID – Figura 13) e nitrogênio (NID – Figura 14) inorgânicos dissolvidos, apresentadas correspondem aos valores determinados por Mizerkowski (2005).

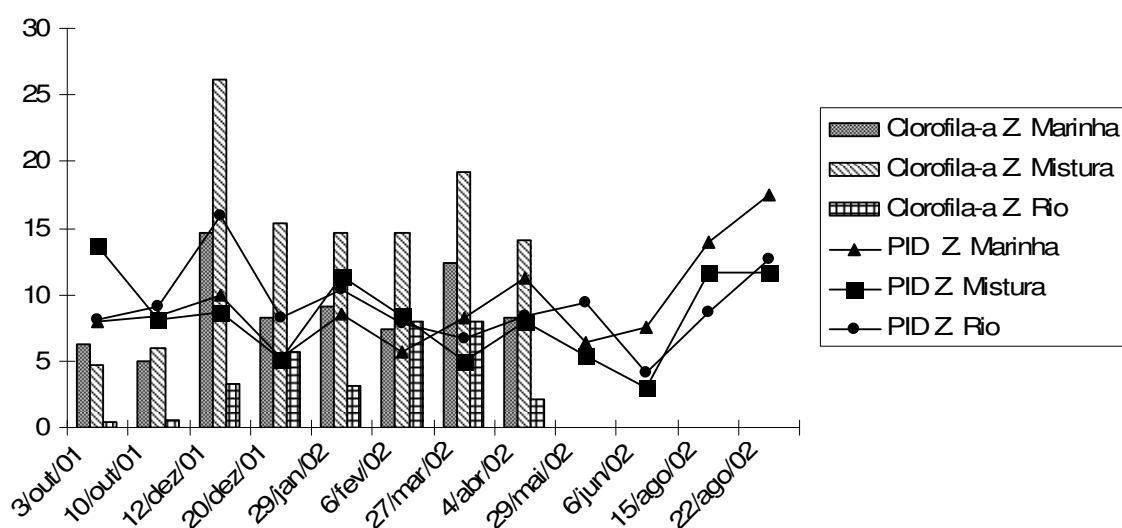


Figura 13. Concentrações médias de clorofila-*a* ( $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) e de Fósforo Inorgânico Dissolvido (PID –  $\mu\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) entre 2001 e 2002 nas zonas Marinha, de Mistura e de Rio da Baía de Guaratuba.

É importante ressaltar que após a amostragem de abril de 2002 não havia dados disponíveis a respeito do indicador de biomassa fitoplanctônica e por isso não há a indicação desses valores como mostram os gráficos. Em geral, a Zona de Mistura apresentou concentrações médias de clorofila-*a* mais elevadas que a Zona Marinha, com exceção da primeira campanha amostral. A Zona de Rio apresentou níveis de biomassa fitoplanctônica significativamente menores em todas as campanhas. Entretanto, essa região apresentou as maiores concentrações de nitrogênio inorgânico dissolvido, o que pode indicar que o desenvolvimento fitoplanctônico pode estar condicionado a outros fatores, como a transparência da água e a salinidade. Por outro lado, as flutuações sazonais podem ser consideradas semelhantes para ambas variáveis. As concentrações de fósforo inorgânico dissolvido (PID) apresentaram variações sazonais semelhantes



para as zonas de salinidade. Alguns picos de biomassa fitoplanctônica seguem os incrementos das concentrações de PID, como pode ser verificado para a amostragem de 12 de dezembro de 2001, de 29 de janeiro e 4 de abril de 2002. Essa situação pode ser observada em relação ao NID na amostragem de 4 de abril de 2002.

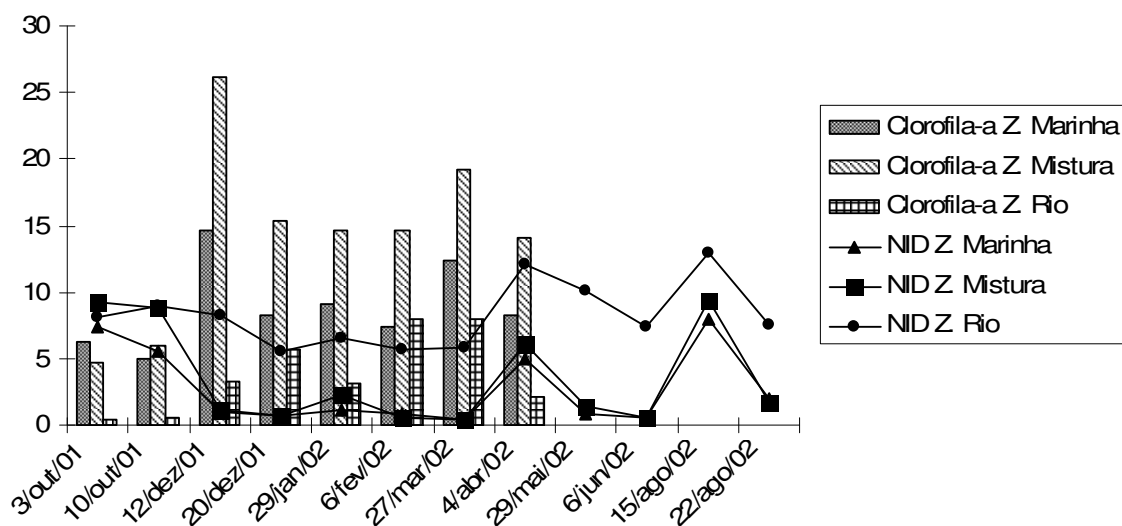


Figura 14. Concentrações médias de clorofila-a ( $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) e de Nitrogênio Inorgânico Dissolvido (NID –  $\mu\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) entre 2001 e 2002 nas zonas Marinha, de Mistura e de Rio da Baía de Guaratuba.

### 3.3. Laranjeiras

#### 3.3.1. Influência Humana Geral (Overall Human Influence – OHI)

Uma estimativa para a determinação da carga de efluentes que recebe o corpo d'água da baía das Laranjeiras foi calculada a partir de informações demográficas da região. Considerando a liberação de 9,04 gN/dia por pessoa (Meybeck e Helmer, 1989; Meybeck *et al.*, 1989) e a inexistência de tratamento adequado de esgotos efetivo (ANA, 2001), foi determinado que a população de Guaraqueçaba com 8.288 habitantes, o único município da região, contribui com cerca de  $8,7 \cdot 10^{-4} \text{ kgN}\cdot\text{s}^{-1}$ . A fração de água que sai do sistema na maré vazante e não retorna na enchente, também considerada como a exportação líquida, foi calculada a partir da estimativa do tempo de renovação da água, de cerca de 3,49 dias para a região da Baía de Paranaguá (FUNPAR, 1997). Dessa forma, com a ocorrência de dois ciclos de maré por dia, estimou-se que a fração de 0,14 corresponde à exportação líquida por ciclo de maré. As concentrações de nutrientes referentes aos aportes marinho ( $0,036 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) e fluvial ( $0,174 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) foram determinadas por meio de dados pretéritos, coletados em 1998.

A baía das Laranjeiras apresentou suscetibilidade estuarina Alta (Baixo EXP), ou seja, o estuário não apresenta capacidade de exportar e diluir nutrientes. Para tanto, o potencial de Diluição foi determinado como Moderado e de Exportação como Baixo, resultando na classificação da suscetibilidade Alta. Essa informação foi, então, combinada com o resultado para a influência humana geral (aporte de nutrientes), resultando na classificação final para a influência humana.

A determinação da Influência Humana Geral, por meio do modelo de Bricker *et al.* (2003) para os aportes de NID resultaram nos valores de  $2,1 \cdot 10^{-4} \text{ kg.m}^{-3}$  para a massa antropogênica e de  $3,3 \cdot 10^{-5} \text{ kg.m}^{-3}$  para a massa natural (background), resultando na concentração total de NID de  $2,4 \cdot 10^{-4} \text{ kg.m}^{-3}$  (Tabela 17). Dessa forma, foi determinado o índice de 86,6% para a massa antropogênica de NID, que corresponde ao nível Alto para o aporte de nutrientes. Ao combinar esse índice com as informações de suscetibilidade estuarina, o nível da influência humana geral indicado foi Alto, ou seja, os sintomas observados no estuário são provavelmente ligados diretamente aos aportes de nutrientes.

Por outro lado, a proposta de Ferreira *et al.* (2007) apresentou resultados diferentes. Os valores de NID calculados foram de  $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ kg.m}^{-3}$  para a massa antropogênica e de  $3,6 \cdot 10^{-5} \text{ kg.m}^{-3}$  para a concentração natural (background), resultando na concentração total de NID de  $3,7 \cdot 10^{-5} \text{ kg.m}^{-3}$  (Tabela 18). Dessa forma, o OHI calculado foi de 3% que indica um Baixo nível de nutrientes de origem antropogênica no sistema. Combinando esse resultado com a Alta Suscetibilidade estuarina, o nível da influência humana geral resultante foi Moderado, ou seja, até as pequenas adições de nutrientes podem resultar em sintomas problemáticos nesse sistema.

### 3.3.2. Condição Geral de Eutrofização

De acordo com os dados coletados entre 1997-1999 (Brandini, 2000) e em 2007, a baía das Laranjeiras apresenta as zonas de mistura e marinha, considerando-se o corpo central da baía. A zona de mistura correspondeu à maioria do sistema ( $133 \text{ km}^2$ ) com salinidade média de 23,6, enquanto a zona marinha ( $33 \text{ km}^2$ ) apresentou salinidade média de 27,6. Para o cálculo do valor de expressão dos sintomas primários foram consideradas as informações disponíveis a respeito das concentrações de clorofila-*a* e de macroalgas. O sintoma relacionado às epífitas não foi utilizado, pois não haviam dados disponíveis sobre o assunto.

As máximas concentrações superficiais de clorofila-*a* foram registradas em março nos anos de 1998 ( $23,3 \text{ ug.dm}^{-3}$ ) e 1999 ( $22,1 \text{ ug.dm}^{-3}$ ) na região central da baía das Laranjeiras. Foi considerada a ocorrência periódica e com cobertura espacial moderada, resultando no valor de 0,5 para a expressão do sintoma. Na campanha de

2007, o máximo valor superficial encontrado ( $10,3 \text{ ug.dm}^{-3}$ ) não foi considerado e ocorreu na região da desembocadura da enseada de Benito, na porção noroeste na baía das Laranjeiras.

As informações referentes às macroalgas na baía das Laranjeiras provêm de observações de especialistas no assunto e nesse ambiente. Ainda não há dados publicados, embora os fatos relatados a seguir tenham sido verificados recorrentemente. Os florescimentos de macroalgas dos gêneros *Epinéia* e *Spirídea* foram constatados em períodos de inverno e primavera/verão, respectivamente, nas praias e áreas rasas da desembocadura do sistema estuarino (Franciane Pellizari<sup>1</sup>, *com pess*). Além disso, algas vermelhas, como as do gênero *Epinéia*, cada vez mais têm sido motivo de reclamação em comunidades pesqueiras da região. Isso se deve aos aglomerados que se prendem nos petrechos de fundo (redes de arrasto e espera), dificultando a captura de peixes e a limpeza das redes. Essa ocorrência foi considerada, para o cálculo dos sintomas primários, como sendo periódica uma vez que já foi reconhecida em um ciclo anual. Dessa forma, resultou no valor de 0,2 para o nível de expressão desse sintoma.

Finalmente, a média dos níveis de expressão dos sintomas primários resultou no valor de 0,2 para a expressão dos sintomas primários para a baía das Laranjeiras. Dessa forma, o sistema foi enquadrado na categoria do nível de expressão Baixo para os sintomas primários.

Em relação aos sintomas secundários, foram consideradas informações de baixos níveis de oxigênio dissolvido e de florescimentos de algas nocivas/tóxicas. A baía de Laranjeiras apresentou concentrações de oxigênio dissolvido acima dos níveis de stress biológico ( $2-5 \text{ mg.dm}^{-3}$ ), exceto em três ocasiões. No mês de fevereiro dos anos de 1998 e 1999, foram registradas as concentrações de  $4,98$  e  $4,75 \text{ mg.dm}^{-3}$ , respectivamente, no estrato de fundo da região central da baía correspondente à zona de mistura. Na zona marinha, a concentração de  $4,7 \text{ mg.dm}^{-3}$  de oxigênio dissolvido foi registrada também para o estrato de fundo. Dessa forma, foi calculado o valor de 0,3 para a expressão do sintoma stress biológico.

De acordo com informações de especialista sobre o ambiente (Luciano Fernandes<sup>2</sup>, *com pess*), os florescimentos de algas tóxicas foram observados em algumas ocasiões na baía de Paranaguá. Em 2001, o florescimento de *Heterosigma akashiwo* na forma de uma maré marrom resultou numa grande mortalidade de peixes. Nessa ocasião, a pesca e o consumo de alimentos de origem marinha foram proibidos por 25 dias pelo IBAMA, e o Ministério da Agricultura forneceu compensações financeiras

---

<sup>1</sup> Franciane Pellizari, PhD: bióloga, Mestre e Doutora em botânica, docente da Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Paranaguá.

<sup>2</sup> Luciano Fernandes: biólogo, Mestre em Botânica, Doutor em Zoologia, docente da Universidade Federal do Paraná.

para os pescadores. Foram observados os florescimentos de outras espécies de diatomáceas, dinoflagelados e cianobactérias. Essas ocorrências podem ser causadas por fatores como a eutrofização, condições propícias de descarga fluvial e tempo bom ocorrendo concomitantemente, invasão por espécies exóticas por meio da água de lastro, e as variações climáticas. Dessa forma, por não haverem dados concisos sobre a ocorrência desses florescimentos, o valor de expressão para o sintoma recaiu sobre a categoria representada pela Bandeira F (0,25), que considera qualquer duração do evento em qualquer frequência de ocorrência, que pode ser uma escolha além do conceito de precaução.

Foi considerado, então, o nível de expressão Baixo para os sintomas primários, e Moderado para os secundários. Dessa forma, a categoria final para as Condições Gerais de Eutrofização determinada foi Moderado Baixo, ou seja, há a indicação de condições de eutrofização substanciais mas os baixos sintomas primários indicam outros fatores como causa das condições.

### *3.3.3. Qualidade Ambiental da Água – Abordagem Clássica*

A avaliação da qualidade ambiental da água da Baía das Laranjeiras corresponde ao período entre dezembro de 1997 e março de 1999, de acordo com o apresentado por Brandini (2000). A temperatura da água apresentou valores mínimos de 16,5°C (Ago/99) na zona marinha e máximo de 35,5 °C em regiões mais internas (Enseada do Benito). Os valores de salinidade e pH apresentaram o mesmo padrão sazonal de diminuição durante o período de maior precipitação, e o mesmo gradiente decrescente em direção ao interior do sistema. A menor salinidade foi registrada no período chuvoso de 1998, enquanto o máximo de 33 ocorreu na zona marinha em junho de 1999. A profundidade de Secchi foi mais elevada no período chuvoso, com menores valores nas regiões mais internas. O valor mínimo registrado foi de 0,5 m ocorreu na zona de mistura em fevereiro, junho e julho de 1998, enquanto os valores mais elevados foram verificados na zona marinha. A saturação de CO<sub>2</sub> apresentou valores acima de 800% em algumas regiões mais internas do sistema. Na zona de mistura, o valor médio foi em torno de 250% e, na marinha, foi em torno de 130%, indicando um metabolismo predominantemente heterotrófico. Entretanto, o valor mínimo de 24,8% foi verificado na zona marinha em maio de 1998, indicando a possibilidade de variação do padrão de metabolismo. As menores concentrações de oxigênio dissolvido coincidiram com os períodos de maior precipitação, e valores no nível de stress biológico (entre 5 e 2 mg.dm<sup>-3</sup>) ocorreram no estrato de fundo das zonas de mistura e marinha em fevereiro de 1998. As concentrações médias foram acima de 6 mg.dm<sup>-3</sup> em ambas regiões durante o

período do estudo mencionado. As concentrações de nitrato e nitrito apresentaram um comportamento sazonal semelhante às de oxigênio dissolvido. A zona marinha apresentou as concentrações mínimas desses compostos nos períodos de dezembro de 1998 e março de 1998 e 1999. Os valores máximos ocorreram em abril de 1998 e outubro de 1999, coincidindo com os períodos de maior precipitação. A região mais interna do sistema apresentou maiores concentrações de nitrogênio amoniacal, com valores máximos de  $0,2 \text{ mg.dm}^{-3}$  no estrato superficial da zona de mistura em abril de 1998. Essa situação coincide com os valores menos elevados de oxigênio dissolvido, que indica o favorecimento da predominância de formas reduzidas nesses períodos. Os valores de  $0,042 \text{ mg.dm}^{-3}$  na zona marinha ocorreram em março e junho de 1999. O nitrogênio inorgânico dissolvido apresentou padrão sazonal semelhante ao nitrato e nitrito, embora o nitrogênio amoniacal tenha totalizado em média, 50% das concentrações registradas. A zona de mistura registrou concentrações médias superficiais em torno de  $0,05 \text{ mg.dm}^{-3}$ , enquanto a zona marinha registrou valores médios em torno de  $0,04 \text{ mg.dm}^{-3}$ . As menores concentrações de fósforo inorgânico dissolvido ocorreram nos meses mais quentes, com exceção de um pico isolado na zona de mistura em fevereiro de 1999. Foi verificada uma tendência de menores concentrações no estrato superficial e de gradiente crescente em direção ao interior do sistema. A concentração média superficial foi de  $0,01 \text{ mg.dm}^{-3}$  para as zonas de mistura e marinha. Foi observado um gradiente crescente dos valores da razão molar N/P em direção ao interior do sistema. Os valores mínimos ocorreram na zona marinha em dezembro de 1998 (1,2) e na zona de mistura em dezembro (1,8). Os valores máximos observados foram acima de 20. com exceção do período de verão, as razões N/P foram abaixo da razão de Redfield (16:1), com média em torno de 7 na zona marinha e em torno de 10 na zona de mistura. O material particulado em suspensão apresentou menores valores no período seco, mas não foi observado um gradiente de concentração em direção ao interior do sistema. As concentrações médias registradas foram acima de  $20 \text{ mg.dm}^{-3}$  nas zonas de mistura e marinha. A clorofila-*a*, como indicador da biomassa fitoplanctônica, apresentou valores médios de 9 e  $7 \text{ } \mu\text{g.dm}^{-3}$  no estrato superficial das zonas de mistura e marinha, respectivamente.

A amostragem ocorrida em março de 2007 foi comparada com os valores registrados por Brandini (2000) em março de 1998 e 1999 com intuito de fornecer uma comparação interanual (Figura 15). Segundo Brandini (2000), o período entre 1998 e 1999 parece ter sido atípico devido ao incremento nas taxas de precipitação. Essa variação foi indicada pelas variáveis estudadas, uma vez que grande parte delas apresentou flutuações relacionadas ao aumento do aporte proveniente da drenagem continental.

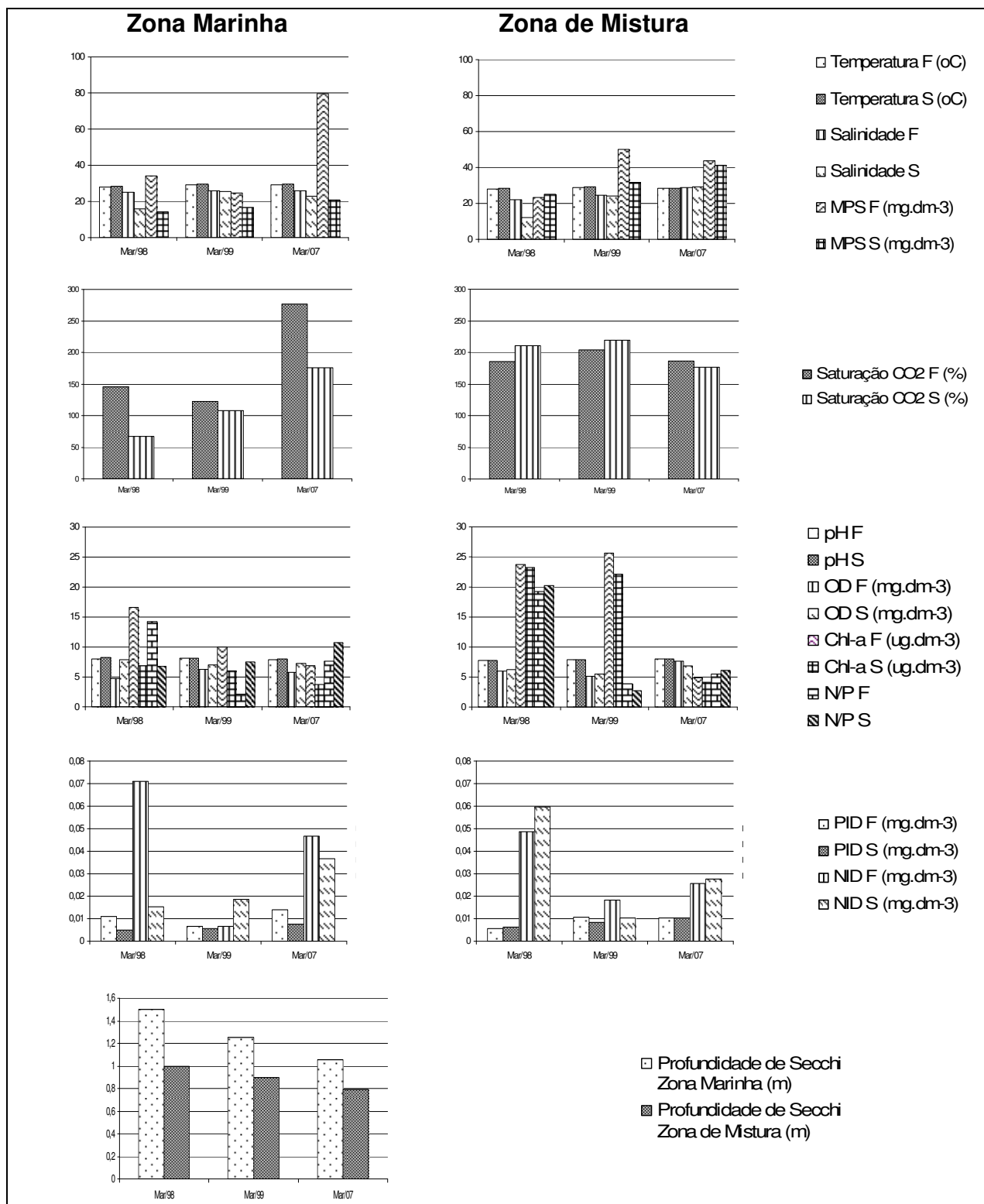


Figura 15. Gráficos mostrando a variação interanual das variáveis físico-químicas e biológicas na Baía de Laranjeiras em amostragens no mês de março de 1998, 1999 e 2007.

Mesmo com a indicação da ocorrência do fenômeno do El Niño, o padrão sazonal descrito pela alternância entre períodos chuvosos e secos mostrou-se significativo. O oxigênio dissolvido, a transparência da água (Secchi) e a salinidade foram significativamente mais elevados no período seco, enquanto os níveis de nitrogênio

inorgânico dissolvido, saturação de CO<sub>2</sub> e clorofila-a foram significativamente maiores na estação chuvosa.

### **3.4. Baía de Cananéia**

#### *3.4.1. Influência Humana Geral (Overall Human Influence – OHI)*

A área e o volume da região considerada nesse estudo, correspondente à baía de Trapandé, foi calculada a partir das dimensões médias do sistema (largura: 4 km; comprimento: 7 km e profundidade: 5m) apresentadas por Bernardes (2001). Dessa forma, chegou-se ao valor de área de 28 km<sup>2</sup> e do volume de 1,4.10<sup>8</sup> m<sup>3</sup> para o sistema. A área do sistema foi multiplicada pelo range da maré (1,5 m) resultando numa estimativa para o prisma de maré de 3,4.10<sup>7</sup> m<sup>3</sup>. O sistema de Cananéia apresentou as zonas estuarinas de Mistura (4,7 km<sup>2</sup>) e Marinha (23,3 km<sup>2</sup>). O fluxo fluvial considerado de 500 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> corresponde à vazão combinada do Rio Ribeira do Iguape (CETESB, 2007) na altura de Iguape (443 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>) e da estimativa para os pequenos rios do entorno de Cananéia (50 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>; Bérnago, 2000), resultando no valor final de 493 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. A concentração de NID da água marinha foi determinada a partir dos dados coletados, enquanto o aporte fluvial foi determinado pela CETESB (2006). A estimativa da carga de efluentes levou em conta a população marginal do sistema de 46.123 habitantes (IBGE, 2000). Foram considerados os municípios de Cananéia, ilha Comprida e Iguape, resultando em um aporte de 4,83.10<sup>-3</sup> kgN.s<sup>-1</sup>. De acordo com ANA (2001), estima-se que cerca de 75% de toda a população da bacia hidrográfica é servida pela rede de captação e tratamento de esgotos, embora cidades como e de Iguape apresentem o despejo *in natura* dos efluentes domésticos para o sistema. Outra problemática está nas unidades de beneficiamento mineral e nas pequenas fábricas de alimento que não possuem o sistema de tratamento de dejetos. A fração de água exportada para fora do sistema a cada ciclo de maré foi calculada a partir do tempo de renovação da água, cerca de 4,5 dias para o sistema, resultando na fração de 0,1.

Como os outros sistemas, tanto o Potencial de Diluição quanto o de Exportação recaíram sobre a categoria baixa. Dessa forma, a Suscetibilidade Estuarina foi categorizada como Alta, ou seja, o sistema também não apresenta capacidade de diluir e/ou exportar nutrientes (EXP Baixo).

A concentração total de NID, calculado por meio do método de Bricker *et al.* (2003), foi de 5,3.10<sup>-2</sup> kg.m<sup>-3</sup>, resultante da contribuição antropogênica de 5,3.10<sup>-2</sup> kg.m<sup>-3</sup> e natural (background) de 1,2.10<sup>-5</sup> kg.m<sup>-3</sup>. O valor de OHI foi correspondente a 99,98% recaindo sobre a classe Alta que, combinada com a suscetibilidade, resultou no nível Moderado Alto de Expressão da Influência Humana Geral. Isso indica que os sintomas

observados no estuário são de moderada a altamente relacionados aos aportes de nutrientes.

Por meio da alteração proposta por Ferreira *et al.* (2007), foi calculada a concentração total de NID de  $3,9 \cdot 10^{-4} \text{ kg.m}^{-3}$ , resultante das contribuições antropogênica ( $3,8 \cdot 10^{-4} \text{ kg.m}^{-3}$ ) e natural ( $3,6 \cdot 10^{-6} \text{ kg.m}^{-3}$ ). Dessa forma, foi determinada a parcela de origem antrópica de 99%, categorizando o aporte de nutrientes na classe alta. A combinação desse índice com a Alta Suscetibilidade que o sistema apresenta, foi determinada a classificação final Alta para a Influência Humana Geral.

### 3.4.2. Condição Geral de Eutrofização

As informações provenientes de especialista sobre macroalgas na região de Cananéia (Nair Yokoya<sup>1</sup>, *com pess*) indicam que não há dados concisos para determinar a ocorrência de florescimentos, uma vez que os bancos de macroalgas parecem naturais e limitados. Dessa forma, a categoria dos sintomas primários foi quantificada a partir das concentrações de clorofila-*a* registradas. As máximas concentrações superficiais da zona de mistura ocorreram em março de 2007 ( $8,81 \mu\text{g.dm}^{-3}$ ,  $9,46 \mu\text{g.dm}^{-3}$  e  $9,86 \mu\text{g.dm}^{-3}$ ), resultando no valor médio de  $9,38 \mu\text{g.dm}^{-3}$ . Na zona marinha, a concentração superficial máxima foi de  $17,23 \mu\text{g.dm}^{-3}$ , registrada no mesmo período. Em ambos os casos, as concentrações de faixa mediana foram enquadrados na expressão baixa de valor 0,25, resultando no nível de expressão dos sintomas primários de 0,25 que recaiu sobre a categoria final de expressão Baixo.

Para os sintomas secundários, foram consideradas as informações dos baixos níveis de oxigênio dissolvido e sobre os florescimentos de algas nocivas. As perdas de VAS não foram consideradas por não haver nenhuma informação a respeito. Foi verificado um valor de oxigênio dissolvido abaixo de 5 mg/l em março de 2007 ( $4,56 \text{ mg.dm}^{-3}$ ). Considerando a ocorrência como episódica, a expressão foi baixa, com valor 0,25. De acordo com as informações de especialista em fitoplâncton na baía de Cananéia (João Juan Barrera-Alba<sup>2</sup>, *com. Pess.*), já foram observados florescimentos de *S. costatum* na região de Iguape, mas não há registros nem observações no restante do sistema. Entretanto, durante a campanha amostral de março, foi observada a possível ocorrência de um florescimento, tal qual uma maré marrom, na região próxima aos baixios à frente à desembocadura do sistema. A espécie formadora do florescimento não foi determinada. De qualquer forma, apenas a observação da ocorrência desses florescimentos de duração desconhecida e qualquer frequência, leva à expressão baixa

---

<sup>1</sup> Nair Yokoya: bióloga, Mestre e Doutora em Botânica, pesquisadora do Instituto de Botânica de São Paulo, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Setor de Ficologia.

<sup>2</sup> João Juan Barrera-Alba: Bacharel e Mestre em Ciências do Mar, Doutor em Oceanografia Biológica, atua no Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.



de valor 0,25. Dessa forma, os níveis de expressão de cada sintoma foram iguais, categorizando os sintomas secundários como Baixo. Considerando ambos os sintomas primários e secundários na categoria Baixo, foi determinado como Baixo o nível final de expressão das condições de eutrofização. Isso indica que o nível de expressão dessas condições é mínimo.

### 3.4.3. Qualidade Ambiental da Água – Abordagem Clássica

A variabilidade da qualidade ambiental da água na Baía de Cananéia foi comparada entre os períodos amostrados do inverno de 2006 e do verão de 2007 (Tabela 23). As concentrações de nitrito e amônio indicam um enriquecimento durante o verão, provavelmente devido às maiores taxas de aporte proveniente da drenagem continental. Já as concentrações de nitrato apresentaram o comportamento inverso, indicando que, possivelmente, a maior atividade fotossintética durante o verão pode estar consumindo esse composto em taxas acima dos aportes continentais. Ainda, as condições menos oxigenadas durante o verão poderiam estar favorecendo a dominância de formas nitrogenadas reduzidas (Tabela 24). A razão N/P foi mais elevada na zona de mistura em comparação à marinha durante o inverno, enquanto no verão esse padrão foi inverso, provavelmente devido às variações nas concentrações de nitrato.

Tabela 23. Valores médios das variáveis físico-químicas determinadas na Baía de Cananéia no inverno (2006) e verão (2007).

Variáveis	Inverno		Verão	
	Zona de Mistura	Zona Marinha	Zona de Mistura	Zona Marinha
Temperatura (°C)	25 ± 0,01	24,3 ± 0,6	28,3 ± 0,7	28,4 ± 0,7
Salinidade	24 ± 1,4	28,3 ± 1,7	24,3 ± 1,2	27,4 ± 1,4
pH	7,93 ± 0,06	7,97 ± 0,05	7,88 ± 0,2	8,05 ± 0,06
Saturação de OD (%)	109 ± 0,5	112 ± 20	117 ± 10	141 ± 24
Nitrito – NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,002 ± 0,001	0,001 ± 0,0003	0,03 ± 0,03	0,01 ± 0,006
Nitrato – NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,008 ± 0,008	0,01 ± 0,02	0,01 ± 0,01	0,008 ± 0,008
Nitrogênio Amoniacal – NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,01 ± 0,006	0,01 ± 0,004	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01
Razão Molar N/P	3,1 ± 1,2	5,3 ± 3,9	5,1 ± 1,9	4,1 ± 1,9
MPS (mg.dm <sup>-3</sup> )	38,6 ± 14	37,5 ± 15,7	38,9 ± 8,1	79,4 ± 103

Os valores médios e o desvio-padrão das seis variáveis descritoras da qualidade de água são apresentados na Tabela 24. As concentrações de clorofila-a

estiveram no limite inferior para a zona de mistura, enquanto na zona marinha esses valores foram classificados como médios. Tanto as concentrações de fósforo inorgânico dissolvido quanto às de nitrogênio inorgânico dissolvido estiveram em torno de valores médios. As concentrações de oxigênio dissolvido estiveram acima do nível de stress biológico. Há uma indicação que o metabolismo no sistema de Cananéia possa ser predominantemente heterotrófico, como observado no sistema de Guaratuba, uma vez que os níveis de saturação de CO<sub>2</sub> foram acima de 200%. Isso ocorreu principalmente na zona de mistura, a qual apresenta menores concentrações de clorofila-a. As águas do sistema parecem ser mais turbidas, uma vez que os valores da profundidade de Secchi estiveram em torno de valores médios, com exceção da zona marinha durante o período de verão que apresentou menor transparência de água. Esse fato pode ter decorrido do florescimento de algas constatado durante a coleta de março de 2007.

Tabela 24. Valores médios e desvio-padrão das seis variáveis descritoras da qualidade de água na Baía de Cananéia, confrontados com os limites críticos estabelecidos na literatura (\* Bricker *et al*, 2003; \*\* Carmouze, 1994).

Variáveis Ambientais	Inverno		Verão		Limites Críticos
	Zona de Mistura	Zona Marinha	Zona de Mistura	Zona Marinha	
Clorofila-a * Concentrações superficiais (µg.dm <sup>-3</sup> )	0,63 ± 0,3 Baixo	7,99 ± 2,0 Médio	0,78 ± 0,4 Baixo	7,84 ± 2,9 Médio	Hipereutrófico: >60 µg.dm <sup>-3</sup> ; Alto: >20, ≤60 µg.dm <sup>-3</sup> ; Médio: >5, ≤20 µg.dm <sup>-3</sup> ; Baixo: >0 e ≤5 µg.dm <sup>-3</sup>
Turbidez * Profundidade de Secchi (m)	1,5 ± 1,1 Médio	1,8 ± 0,5 Médio	0,8 ± 0,2 Alto	1,0 ± 0,3 Médio	Alto: < 1 m; Médio: ≥1, ≤3 m; Baixo: > 3 m Águas Escuras
CO <sub>2</sub> ** (% saturação)	236 ± 45	213 ± 35	352 ± 201	210 ± 42	≤ 100 %
Fósforo Inorgânico Dissolvido * Concentrações superficiais (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,02 ± 0,004 Médio	0,02 ± 0,01 Médio	0,02 ± 0,01 Médio	0,02 ± 0,004 Médio	Alto: ≥1 mg.dm <sup>-3</sup> ; Médio: ≥0,01, <0, mg.dm <sup>-3</sup> ; Baixo: ≥0 e <0,01 mg.dm <sup>-3</sup>
Nitrogênio Inorgânico Dissolvido * Concentrações superficiais (mg.dm <sup>-3</sup> )	0,02 ± 0,01 Médio	0,03 ± 0,02 Médio	0,05 ± 0,04 Médio	0,03 ± 0,02 Médio	Alto: ≥1 mg.dm <sup>-3</sup> ; Médio: ≥0,1, 0,01 mg.dm <sup>-3</sup> ; Baixo: ≥0 e <0,01 mg.dm <sup>-3</sup>
Oxigênio Dissolvido *(mg. dm <sup>-3</sup> )	7,86 ± 0,1	8,24 ± 0,4	6,04 ± 1,3	6,56 ± 1,1	stress biológico: >2, ≤5 mg. dm <sup>-3</sup>

### 3.5. Resultados Gerais

A Influência Humana Geral, calculada por meio do modelo proposto por Bricker *et al.* (2003), resultou na classificação dos estuários no nível de expressão Alto (Tabela 25).

É importante ressaltar a possibilidade de subestimação dos aportes fluviais. No caso de Laranjeiras, os valores do aporte fluvial provêm dos dados fornecidos para os rios Tagaçaba e Guaraqueçaba, não sendo considerada a contribuição referente aos pequenos rios. Dessa forma, o valor real pode estar sendo subestimado em até uma ordem de grandeza, de acordo com a estimativa feita por meio da razão de troca da maré. Essa situação também pode ser considerada para Babitonga, uma vez que as informações de aporte fluvial correspondem aos maiores rios que deságuam no sistema. Para o estuário de Cananéia, consideraram-se as contribuições combinadas do Rio Ribeira do Iguape e dos pequenos rios da região de Cananéia. O Rio Ribeira do Iguape pode apresentar uma descarga de até  $1600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (Bérgamo, 2000), enquanto as vazões somadas dos rios que deságuam nos sistemas de Laranjeiras, Guaratuba e Cananéia não chegariam nem próximas a esse valor. Entretanto, esse sistema apresentou o mesmo Potencial de Exportação que os outros estuários estudados, o que não representou o fator decisivo para a diferenciação desse estuário. A suscetibilidade pode ser um fator determinante na expressão de Condições Gerais de Eutrofização, principalmente quando os aportes de nutrientes não são extremamente altos (Bricker *et al.*, 1999). Por outro lado, a influência fluvial será determinante na classificação do Potencial de Exportação somente quando o valor absoluto do aporte seja de uma a três ordens de magnitude menor que o valor absoluto do volume dos estuários de micromaré. Ou seja, os aportes fluviais dos sistemas estudados precisariam estar até 1000 vezes acima dos níveis considerados, o que, numa média anual, não é provável que ocorra.





A alta descarga fluvial da região de Cananéia, em comparação com os outros sistemas, não modificou a pressão antrópica de nutrientes da Influência Humana Geral, que apresentou a mesma classificação para todos os sistemas (Alto). O aporte de nutrientes próximo de 100% de origem antropogênica representou cerca de 100% nos sistemas investigados. Na região da baía da Babitonga, há uma nítida tendência de concentração urbano-industrial no maior pólo industrial do Estado, com apenas cerca de 10% de população rural. Já na baía das Laranjeiras, o único município da bacia hidrográfica apresenta cerca de 70% dos habitantes na zona rural, exercendo atividades agropecuárias pouco desenvolvidas e/ou de subsistência. Em suma, essa metodologia para a determinação da parcela de nutrientes de origem antrópica mostrou-se ineficiente para a diferenciação desses locais, levando-se em conta as variações na população e na ocupação desses sistemas. Entretanto, constitui um indicativo de que outros fatores

podem ser determinantes para a expressão dos sintomas de eutrofização. Nesse caso, torna-se relevante a necessidade de outra ferramenta de estimativa das contribuições antrópicas de nitrogênio, assim como formas mais refinadas de estimar o aporte fluvial.

Tabela 25. Fatores de influência apresentados pelos estuários, utilizando a metodologia de Bricker *et al.* (2003) para o cálculo do aporte de nutrientes da Influência Humana Geral.

Estuário	Fatores de Influência		
	Influência Humana Geral	Suscetibilidade Estuarina	Aporte de Nutrientes (Bricker <i>et al.</i> , 2003)
<b>Babitonga</b>	Alto	Alto	Alto
<b>Guaratuba</b>	Alto	Alto	Alto
<b>Laranjeiras</b>	Alto	Alto	Alto
<b>Cananéia</b>	Alto	Alto	Alto

			
Alto	Moderado	Baixo	Dados Insuficientes





As alterações propostas por Ferreira *et al.* (2007) evidenciaram maiores diferenças entre os sistemas (Tabela 26). A parcela antrópica no aporte de nutrientes nos estuários foi consideravelmente diferente daquela determinada pela metodologia anterior. A classificação da massa antropogênica de nitrogênio permaneceu a mesma para Guaratuba e Cananéia, que apresentaram as frações de 88,7% e 99% de aporte antrópico, respectivamente. Isso indica que, possivelmente, o aporte de nutrientes pode ser considerado realmente alto para esses estuários, uma vez que ambas as estimativas conduziram à mesma classificação. A montante da baía de Guaratuba ocorre o cultivo intensivo de banana e a região da desembocadura apresenta uma forte pressão antrópica sazonal, que pode não ser amortecida pelas características hidrodinâmicas ao longo do ano. O aumento expressivo da população (400%) e dos efluentes respectivos durante o período de veraneio é de grande importância para o balanço dos nutrientes nesse sistema. Pode ser mais congruente a consideração do aporte direto de grandes

cargas de nutrientes provenientes das áreas marginais. É importante ressaltar que o sistema tem apresentado altas taxas de assoreamento (Zem, 2005), que podem ser resultado de atividades degradantes na bacia de drenagem e/ou altas taxas naturais de aporte de materiais.

Tabela 26. Fatores de influência apresentados pelos estuários, utilizando a metodologia de Ferreira *et al.* (2007) para o cálculo do aporte de nutrientes da Influência Humana Geral.

Estuário	Fatores de Influência		
	Influência Humana Geral	Suscetibilidade Estuarina	Aporte de Nutrientes Ferreira <i>et al.</i> , 2007)
<b>Babitonga</b>	Alto	Alto	Moderado
<b>Guaratuba</b>	Alto	Alto	Alto
<b>Laranjeiras</b>	Moderado	Alto	Baixo
<b>Cananéia</b>	Alto	Alto	Alto

			
Alto	Moderado	Baixo	Dados Insuficientes

Considerando as informações a respeito da bacia hidrográfica do Rio Ribeira do Iguape, era esperado que o sistema de Cananéia apresentasse altos níveis de influência humana. Considerando apenas os municípios marginais ao sistema, cerca de 30% da população reside na área rural apenas com atividades agrícolas pouco desenvolvidas. A região não apresenta zonas industriais desenvolvidas, apenas pequenas manufaturas de alimentos. Entretanto, outro panorama é delineado quando é considerada a abrangência da bacia hidrográfica do Rio Ribeira do Iguape. Trata-se de uma das áreas mais industrializadas do país, com cerca de 32 municípios entre os estados do Paraná e São Paulo. Há atividades agrícolas bem desenvolvidas, como os cultivos de frutas (banana e laranja) e grãos (milho, arroz, feijão, etc.).

As alterações propostas por Ferreira *et al.* (2007) são direcionadas para estuários mais homogêneos e até inversos, onde a descarga fluvial pode ser considerada pequena e até negligenciável. A baía da Babitonga foi enquadrada em outra categoria por meio dessa metodologia. O aporte de nutrientes, considerado Alto anteriormente, foi

estimado como Moderado. Foi calculado que 50,8% da concentração total de nitrogênio correspondem à massa antropogênica. A utilização dos outros fatores no modelo alterado, ou seja, das dimensões dos sistemas somadas aos dados hidrodinâmicos, resultou numa estimativa inferior à anterior. Para Laranjeiras, a fração de origem humana de 87% foi re-estimada em 1%, o que pode representar uma aproximação mais condizente com as condições da região.

De forma geral, a determinação das contribuições antrópicas nos aportes de nutrientes está diretamente relacionada com a caracterização ambiental. Além da necessidade de refinamento na estimativa das cargas de efluentes, a concepção de aportes naturais de nitrogênio também precisa ser mais bem compreendida.







### 3.5.3. Condições Gerais de Eutrofização

Os resultados para as Condições Gerais de Eutrofização são apresentados na tabela abaixo (Tabela 27).

Tabela 27. Definição da expressão dos sintomas primários e secundários para os sistemas.

Estuário	Condição Eutrofizadas	Expressão de Sintoma					
		Primários			Secundários		
		Clorofila-a	Epífitas	Macroalgas	Oxigênio Dissolvido	Perda de VAS	Algas Nocivas/Tóxicas
<b>Babitonga</b>			?	?		?	
<b>Guaratuba</b>			?	?		?	?
<b>Laranjeiras</b>			?			?	
<b>Cananéia</b>			?			?	

					
Alto	Moderado	Baixo	Nenhuma Expressão	Melhoria do Sintoma	Dados Insuficientes

Os sistemas estuarinos do estado do Paraná apresentaram condições Moderadas, enquanto os demais apresentaram um baixo grau de eutrofização. As altas

concentrações de clorofila-a somadas à ocorrência de baixos níveis de oxigênio dissolvido responderam pela classificação da baía de Guaratuba. Em Laranjeiras, por sua vez, os sintomas secundários foram considerados moderados, uma vez que o valor de expressão foi limiar às categorias Baixo e Moderado. Dessa forma, a classificação foi direcionada levando-se em conta a ocorrência dos florescimentos de algas nocivas e tóxicas. Já os sistemas de Cananéia e Babitonga apresentaram condições de eutrofização consideradas como baixas. Entretanto, é importante mencionar que a classificação dos estuários nesses quesitos está diretamente relacionada com o grau de conhecimento sobre o ambiente em questão e a existência de informações disponíveis. É possível que os estuários mais estudados sejam classificados de forma mais refinada, e aqueles nos quais os indicadores não foram quantificados sejam mal avaliados.

#### *3.5.4. Determinação de um Cenário Futuro*

De forma geral, aplicando o conceito da precaução, estima-se que as condições futuras tendem a piorar para todos os sistemas (Tabela 28), considerando a crescente pressão antrópica sobre os estuários nos últimos anos. Para a classificação final do estado trófico estuarino, essa indicação será considerada como Piora Baixa, devido a grande variação dos fatores que determinam essa condição.




A Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) dispõe de uma malha de coleta de esgotos ainda incipiente no litoral estado. A cidade de Guaratuba conta com uma rede de coleta de efluentes domésticos com cerca de 7.000 ligações disponíveis, embora nem todas estejam ligadas corretamente ao sistema de captação. Entretanto, uma força-tarefa, constituída pela SANEPAR, a Força-Verde do Batalhão de Polícia Ambiental, o Instituto Ambiental do Paraná (IAP), Ministério Público e Vigilância Sanitária da Secretaria de Saúde de Guaratuba, Matinhos, Morretes e Guaraqueçaba, tem direcionado seus esforços diretamente para a fiscalização e implementação da rede de esgotos nessas cidades. É esperado que o objetivo final da adequação do sistema para a maioria da população seja alcançado até 2008, o que indica uma diminuição drástica nos níveis de efluentes despejados incorretamente nos corpos d'água. Entretanto, é importante ressaltar que a existência de um sistema de captação não implica em tratamento de rejeitos. Segundo a Agência Estadual de Notícias, espera-se que até o final de 2007 o sistema de captação de esgotos esteja finalizado em Guaratuba e Guaraqueçaba. Dessa forma, para essas regiões, foi considerado que a situação da descarga de efluentes tende a continuar a mesma ou piorar nos próximos 20 anos, com base em uma taxa média anual de aumento da população em torno de 1% para o estado do Paraná até 2020 (IBGE). Entretanto, é importante ressaltar que essa região, há

localidades que podem estar sujeitas a saltos no número de habitantes de até 70% em uma década (FUNPAR, 1997).

Tabela 28. Definição do Cenário Futuro para os sistemas.

Estuário	Definição de Cenário Futuro	Suscetibilidade	Varição nos Aportes de Nutrientes
<b>Babitonga</b>			
<b>Guaratuba</b>			
<b>Laranjeiras</b>			
<b>Cananéia</b>			

		
Piora	Nenhuma Variação	Melhoria

A região da baía da Babitonga pode ter uma piora nas condições de aportes de nutrientes. Isso se deve à inexistência de projetos que contemplem o esgotamento sanitário da região para os próximos anos (CASAN), aliada à expectativa de aumento populacional na taxa média anual de 1,24% até 2020 para o estado catarinense (IBGE).

O Estado de São Paulo tende a apresentar uma taxa média anual de crescimento de 1,21%, o que indica um aumento da pressão de nutrientes sobre o sistema. A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) prevê uma expansão na rede de captação e tratamento de esgotos, embora não especifique os investimentos para a região de Cananéia. Dessa forma, a ponderação entre as pressões não permite inferir com segurança uma variação significativa no aporte de nutrientes.

O PAC – Programa de Aceleração do Crescimento no âmbito do Ministério das Cidades para melhoria de infra-estrutura, contempla a questão do saneamento, garantindo verbas a todos os estados para a melhoria da rede de abastecimento e esgotos visando o aumento do bem-estar da população. Esse é um ponto positivo para a projeção de condições futuras, embora outras questões associadas ao desenvolvimento, como o crescimento agropecuário, possam resultar em impactos ambientais negativos.



### **3.6. Classificação Final do Estado Trófico Estuarino**






De acordo com a Tabela 25, é apresentada a classificação final (Tabela 14) do estado trófico para os sistemas estuarinos da baía da Babitonga, Guaratuba, Laranjeiras e Cananéia, considerando a metodologia de determinação de pressão de Bricker *et al.* (2003).

De acordo com a metodologia de Bricker *et al.* (2003) para a determinação da pressão, os sistemas paranaenses foram enquadrados na classe Pobre, como está realçado na Tabela 29. Na classificação proposta em 2003 para 82 estuários dos Estados Unidos, a Classe Pobre correspondeu a 24% dos sistemas estudados, ou seja, cerca de 20 localidades. A classificação dos sistemas, aqui efetuada, está sendo direcionada pelos sintomas secundários. Na baía das Laranjeiras, a ocorrência de florescimentos de algas nocivas e tóxicas direcionou a categorização das Condições Gerais de Eutrofização, enquanto no sistema de Guaratuba os baixos níveis de oxigênio dissolvido apresentaram maior influência. No caso de Laranjeiras, é importante ressaltar que a ocorrência de espécies formadoras de florescimentos nocivos e tóxicos pode ocorrer devido à problemática da invasão de espécies exóticas por meio da água de lastro (Procopiak *et al.*, 2006). Dessa forma, as condições naturais do ambiente podem estar sendo propícias a essas espécies, o que pode não constituir um sintoma do enriquecimento por nutrientes de origem antrópica na região. A baía de Guaratuba apresenta altos níveis de saturação (%) de CO<sub>2</sub> (Mizerkowski, 2005) que pode ser correlacionada com os baixos níveis de oxigênio dissolvido, resultantes de um metabolismo predominantemente heterotrófico. Assim, como verificado para sistemas do Golfo do México, é inquestionável que os níveis absolutos de oxigênio dissolvido constituem um fator-chave para a saúde do ecossistema (Bricker *et al.* 2003), devendo-se considerar como indicador do metabolismo do sistema.

A matriz de combinação conta com as combinações possíveis entre as cinco categorias da Pressão (Influência Humana Geral), Estado (Condições Gerais de Eutrofização) e Resposta (Definição de Cenário Futuro). Dessa forma, seriam 5<sup>3</sup> combinações resultando numa matriz com 125 possibilidades. Foram excluídas 31 combinações consideradas improváveis ou impossíveis (Bricker *et al.*, 2003). No entanto, a resultante dos indicadores para os sistemas de Babitonga e Cananéia parecem estar entre essas possibilidades excluídas. Isso indica que a falta de informações a respeito da expressão dos sintomas nesses ambientes pode levar a uma subestimativa dos mesmos, levando a uma classificação equivocada. Por outro lado, esses podem ser exemplos da ocorrência dessas combinações consideradas improváveis ou impossíveis. Nesse ponto, ressalta-se a combinação dada pelo alto aporte de nutrientes, concomitantes com baixos níveis de clorofila-*a* e altos de oxigênio dissolvido. O modelo considera essa condição

improvável ou impossível, uma vez que as combinações que incluem OHI Alto (1) e OEC Baixo (5) não são contempladas na matriz de classificação.






Tabela 29. Agregação dos componentes Pressão (Influência Humana Geral), Estado (Condições Gerais de Eutrofização) e Resposta (Definição do Cenário Futuro) nas classes finais de classificação do estado trófico estuarino (Fonte: Bricker *et al.*, 2003). Considerou-se a Pressão calculada por meio da metodologia de Bricker *et al.* (2003).

Categoria	5	4	3	2	1																																																																																									
Pressão (OHI)	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado	Alto																																																																																									
Estado (OEC)	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado	Alto																																																																																									
Resposta (DFO)	Melhoria Alta	Melhoria Baixa	Nenhuma Variação	Piora Baixa	Piora Alta																																																																																									
Estuário	Babitonga		Guaratuba		Laranjeiras		Cananéia																																																																																							
Pressão (OHI)	Alto	1	Alto	1	Alto	1	Alto	1																																																																																						
Estado (OEC)	Baixo	5	Moderado	3	Moderado	3	Baixo	5																																																																																						
Resposta (DFO)	Piora Baixa	2	Piora Baixa	2	Piora Baixa	2	Piora Baixa	2																																																																																						
Métrico	Matriz de Combinação								Classe																																																																																					
P S R	<table border="1"> <tr><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>								5	5	5	4	4	4				5	5	5	5	5	5				5	4	3	5	4	3				Alto 																																																										
5	5	5	4	4	4																																																																																									
5	5	5	5	5	5																																																																																									
5	4	3	5	4	3																																																																																									
P S R	<table border="1"> <tr><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td></tr> </table>								5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	5	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	2	1	5	4	3	2	1	2	1	5	4	3	5	4	3	5	4	3	Bom 																															
5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3																																																																													
5	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4																																																																													
2	1	5	4	3	2	1	2	1	5	4	3	5	4	3	5	4	3																																																																													
P S R	<table border="1"> <tr><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td></tr> </table>								5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	5	5	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	2	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	2	1	2	1	5	4	3	5	4	3	2	1	5	4	3	5	4	Moderado 
5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1																																																																				
3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	5	5	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	2	3																																																																		
2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	2	1	2	1	5	4	3	5	4	3	2	1	5	4	3	5	4																																																																		
P S R	<table border="1"> <tr><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr> <tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td></tr> </table>								4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	5	4	3	2	1	2	1	5	4	3	2	1	2	1	4	3	2	1	3	2	1	3	2	1	5	4	3	2	Pobre 	
4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1																																																																			
2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2																																																																			
5	4	3	2	1	2	1	5	4	3	2	1	2	1	4	3	2	1	3	2	1	3	2	1	5	4	3	2																																																																			
P S R	<table border="1"> <tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> </table>								3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	Ruim 	
3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																																																			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1																																																																			
5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1																																																																			

De acordo com os resultados apresentados por meio das alterações propostas por Ferreira *et al.* (2007), apenas os sistemas de Laranjeiras e Babitonga receberam uma grande diferenciação em relação aos aportes de nutrientes. Entretanto, a união dos componentes Pressão, Estado e Resposta resultou na mesma classificação final para Laranjeiras, apenas com uma combinação diferente referente à pressão (OHI) Moderada (Tabela 30). A Baía da Babitonga, por sua vez, com a modificação dos índice do aporte de nutrientes, passou a ser classificada dentro da classe de estado trófico Moderado.

Dessa forma, a alteração proposta por Ferreira *et al.* (2007) mostrou-se mais útil nesse caso. Ainda, a classificação parece coerente, uma vez que o sistema apresenta uma alta concentração de nitrogênio proveniente de fontes fluviais e, ainda, não apresenta sinais indicativos de condições de eutrofização indesejáveis.

Tabela 30. Agregação dos componentes Pressão (Influência Humana Geral), Estado (Condições Gerais de Eutrofização) e Resposta (Definição do Cenário Futuro) nas classes finais de classificação do estado trófico estuarino (Fonte: Bricker *et al.*, 2003). Considerou-se a Pressão calculada por meio da metodologia de Bricker *et al.* (2003) e alterada por Ferreira *et al.* (2007).

Categoria	5	4	3	2	1				
Pressão (OHI)	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado	Alto				
Estado (OEC)	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado	Alto				
Resposta (DFO)	Melhoria Alta	Melhoria Baixa	Nenhuma Variação	Piora Baixa	Piora Alta				
Estuário	Babitonga	Guaratuba	Laranjeiras	Cananéia					
Pressão (OHI)	Moderado	3	Alto	1	Moderado	3	Alto	1	
Estado (OEC)	Baixo	5	Moderado	3	Moderado	3	Baixo	5	
Resposta (DFO)	Piora Baixa	2	Piora Baixa	2	Piora Baixa	2	Piora Baixa	2	
Métrico	Matriz de Combinação								Classe
P									Alto
S									
R									
P									Bom
S									
R									
P									Moderado
S									
R									
P									Pobre
S									
R									
P									Ruim
S									
R									

De forma geral, a modelagem do estado trófico estuarino deve levar em conta fatores tais como os efeitos da maré, as espécies tóxicas, sintomas bênticos de eutrofização, entre outros. As contribuições resultantes desse modelo para o gerenciamento costeiro são valiosas, embora deva ser considerada a grande variabilidade e complexidade das relações entre o aporte de nutrientes e as variações no

estuário (Bricker *et al.*, 2003). A necessidade de melhorias e combinações com outros modelos é de grande importância para elevar a abrangência e a sensibilidade da classificação em termos de causas-respostas. A modelagem a partir da combinação de indicadores pode ser exemplificada pela metodologia TICOR (Tipologia e Condições de Referência) aplicada aos estuários de Portugal (Bettencourt *et al.*, 2004). Nesse caso, condições pelágicas e bênticas de referência são usadas para complementar a classificação do estado trófico estuarino. Dessa forma, é ressaltada a grande importância da combinação de várias metodologias visando uma classificação mais refinada para os estuários.

A limitação dos dados referentes aos sistemas de Cananéia e Babitonga é uma questão a ser considerada. Para a classificação desses estuários, foram utilizadas informações de salinidade e concentrações de clorofila-*a*, nitrogênio inorgânico dissolvido e oxigênio dissolvido de apenas duas campanhas amostrais, ocorridas no inverno de 2006 e no verão de 2007. Dessa forma, não é possível a verificação da variabilidade temporal e, conseqüentemente, da validade desses registros como descritores do sistema como um todo. Entretanto, é importante ressaltar que a classificação determinada corresponde ao período de aquisição de dados, principalmente quando se consideram aqueles de maior variabilidade, como as concentrações de nutrientes e clorofila-*a*. Por outro lado, as condições descritas para as baías de Laranjeiras e Guaratuba provêm de séries mais completas de dados, que contemplam as flutuações sazonais e anuais das componentes físico-químicas e biológicas. Essas informações podem conferir mais confiança nos resultados obtidos para os sistemas paranaenses.

### **3.7. Identificação das Fontes Potenciais de Nutrientes e Direcionamento de Ações de Gerenciamento**

Dentre os usos que podem ser prejudicados pela expressão dos sintomas de eutrofização, podem ser citados como potenciais perdas comuns a todos os sistemas estudados: (a) a diminuição de estoques pesqueiros pelo declínio da qualidade de água; (b) a proibição do consumo de peixes e moluscos devido a concentrações nocivas e tóxicas de toxinas algais; (c) perdas da recreação devido a condições de grande proliferação de macroalgas ou florescimentos de algas tóxicas e nocivas; (d) perdas estéticas devido à alta concentração de matéria orgânica, florescimentos de algas nocivas e tóxicas e proliferação de macroalgas; (e) diminuição do potencial turístico devido à perdas na recreação e estéticas. Nesse caso, podem-se ressaltar as ocorrências de florescimentos de algas nocivas e tóxicas como exemplo dos usos que já apresentaram prejuízos devido, possivelmente, ao enriquecimento por nutrientes de origem antrópica. Por outro lado, como ocorrido na baía das Laranjeiras, esses episódios

podem ser decorrentes de outros fatores onde a maior parcela dos aportes de nitrogênio provém de fontes naturais, como demonstrado por meio das alterações de Ferreira *at al.* (2007) para esse sistema.

As fontes potenciais de nutrientes de origem antrópica para os sistemas estuarinos estudados podem ser: (a) a disposição de rejeitos domésticos, tal como fontes assépticas ou descarga direta; (b) a descarga industrial; (c) a pecuária; (d) a drenagem urbana; (e) as atividades agrícolas; (f) o desmatamento, e (g) a aqüicultura.

É importante mencionar que os efluentes provenientes da aqüicultura não foram considerados no modelo, uma vez que não é possível quantificar a contribuição correspondente a essa atividade a partir das informações disponíveis. Nazário (2005) promoveu uma comparação entre regiões com e sem atividades de cultivo de ostras na baía de Guaratuba, com intuito de verificar variações no metabolismo microfitobêntico devido aos possíveis incrementos dessa atividade. Em tal estudo, não foi possível a comprovação da influência dos cultivos. Ainda, a carência de dados a respeito das atividades de cultivos de organismos marinhos e sua efetiva contribuição para o sistema e comunidades que a exercem não permite que seja feita uma avaliação eficaz a respeito dessa atividade nos sistemas estudados.

### **3.8. Carência de Dados e Necessidades de Pesquisa**

O levantamento de dados de origem secundária consiste no trabalho de aquisição e adequação das informações disponíveis. Inicialmente, uma grande problemática recai sobre a acessibilidade de dados não publicados. Num segundo momento, a falta de padronização e os registros não atualizados podem ser um fator de grande influência sobre a confiança e integridade dos dados. Um exemplo incide sobre a carência de informações básicas, como prisma de maré para as baías da Babitonga e Cananéia e exportação líquida de água para os sistemas com exceção de Cananéia. Nesses casos, outros registros foram úteis possibilitando o cálculo estimado desses dados.

Dados sobre a ocorrência de epífitas e de vegetação aquática submersa, bem como as tendências de variação dessas populações, foram inexistentes ou indisponíveis para todas as baías. Essas informações, provavelmente devido a sua especificidade, dependem da organização de pesquisa direcionada e de grande abrangência espaço-temporal.

A avaliação dos florescimentos de algas nocivas e tóxicas depende de monitoramento contínuo, uma vez que a frequência esporádica, imprevisível, não permite o planejamento de campanhas amostrais. Dessa forma, torna-se necessário a observação ininterrupta das condições ambientais e das comunidades fitoplanctônicas, o

que normalmente ocorre quando essas situações já apresentam maior frequência e representam um problema sócio-ambiental mais severo. O acompanhamento das comunidades macroalgais também compõe uma lacuna de informação para os sistemas. Em Cananéia, houve monitoramento de populações de macroalgas no período entre 1989 e 1993, mas não foi possível determinar se houve o aumento na ocorrência desses organismos nesse período. Por mais que ocorram observações indiretas, as tendências de variação espaço-temporal dessas comunidades requerem o mesmo monitoramento indicado para as epífitas, VAS e algas nocivas e tóxicas.

As estimativas das cargas de efluentes partiram do pressuposto que a maioria dos municípios marginais dos sistemas estudados não possui tratamento adequado para os rejeitos. Entretanto, é comum o uso de fossas sépticas na região litorânea, o que impossibilita o cálculo mais aproximado das cargas de nutrientes que realmente atingem os corpos d'água. Essas informações são apresentadas de forma regional (IBGE, 2000; SNIS, 2006), quando seriam mais úteis as informações coletadas em cada município.

O modelo pode apresentar ineficiência ao comparar sistemas próximos e semelhantes, uma vez que as estimativas dos aportes de nutrientes (Influência Humana Geral) pode mostrar-se incapaz de diferenciar esses ambientes. Dessa forma, a introdução de novos fatores que possibilitem a melhor avaliação das cargas nitrogenadas pode ser essencial para o melhor desempenho do modelo. Ainda, os índices que descrevem a suscetibilidade estuarina podem estar subestimando a capacidade dos ambientes diluir e exportar nutrientes. Para que os estuários estudados fossem diferenciados em relação a esses índices, os aportes fluviais precisam ser de duas a três ordens de magnitude acima dos estimados nesse estudo, mesmo considerando que os valores utilizados para esse cálculo possam ter sido subestimados.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, os sistemas paranaenses foram qualificados como Pobres, enquanto os demais não puderam ser classificados. Entretanto, considerando as componentes de Pressão (OHI), Estado (OEC) e Resposta (DFO), os sistemas de Babitonga e Cananéia poderiam ser classificados como Moderados, uma vez que apresentam Alta Suscetibilidade, Alta Influência Humana Geral, mas Baixa expressão dos sintomas primários e secundários. O estado trófico do sistema da Babitonga foi classificado como Moderado quando consideradas as alterações propostas por Ferreira *et al.* (2007).

De forma geral, as estimativas da Influência Humana Geral apresentaram diferenças entre as metodologias propostas por Bricker *et al.* (2003) e Ferreira *et al.* (2007). A primeira resultou na mesma classificação para todos os sistemas (Alta Influência Humana Geral no aporte de nutrientes). Por meio das alterações propostas posteriormente, a baía das Laranjeiras e da Babitonga apresentaram uma menor contribuição antrópica para os aportes de nutrientes (Baixa e Moderada, respectivamente). Entretanto, esse fator não foi decisivo para a classificação final dos estuários, com exceção de Babitonga.

A Condição Geral de Eutrofização foi Moderada para os sistemas estuarinos paranaenses, e Baixa para os demais. É importante ressaltar que a maior disponibilidade de dados pode ter determinado essa classificação, assim como os índices correspondentes à suscetibilidade estuarina podem ser ineficiente na diferenciação dos sistemas, de acordo com o aporte fluvial. A contribuição desse estudo foi o início da delimitação de uma estrutura básica e uma rotina de pesquisa para os trabalhos futuros que apresentem uma continuidade na aplicação da metodologia ASSETS. Por se tratar de um trabalho pioneiro nesse âmbito para a costa brasileira, o estudo apresenta limitações decorrentes da falta de informações e da restrição dos dados coletados em termos de variabilidade espaço-temporal.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA – Agência Nacional das Águas (2001). **Sinopse das Bacias Hidrográficas do Atlântico Sul – Trecho Leste**. Brasília. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em 21 de junho de 2007.
- ÂNGULO, R. J.; LESSA, G. C. (1997). *The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curves from the Paranaguá and Cananéia regions*. **Marine Geology** (140): 141-166.
- ÂNGULO, R. J.; SOUZA, M. C. (2004). *Mapa geológico da planície costeira entre o Rio Saí-Guaçu e a Baía de São Francisco, litoral norte do Estado de Santa Catarina*. **Boletim Paranaense de Geociências** (55):09-23.
- BARROS, V. G. (2005). *Study and Monitoring of Biogeochemical Process of Babitonga Bay Catchment – Brazil, Using Chemical and Isotopes Approches*. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental), Facoltà di Scienze Matematiche – Università degli studi di Venezia Ca'Foscari. Veneza. 113 p.
- BASTOS, G. C. (2004). *Atividade Pesqueira na Baía da Babitonga*. Curitiba. 83 p.
- BAO-DONG, W.; BROCKMAN, U. (2005) *Letter to the Editor*. **Ecological Modelling** (185): 545-548.
- BÉRGAMO, A. L. (2000). *Características da hidrografia, circulação e transporte de sal: Barra de Cananéia, sul do Mar de Cananéia e Baía do Trapandé*. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física), Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo. São Paulo. 254 p.
- BERLINSKI, N.; BOGATOVA, Y.; GARKAVAYA, G. (2006). *Estuary of Danube*. **Hdb Env Chem**. Vol 5: 233-264.
- BERNARDES, M. E. C. (2001). *Circulação Estacionária e Estratificação de Sal em Canais Estuarinos Parcialmente Misturados: Simulação com Modelos Analíticos*. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física), Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo. São Paulo. 90 p.
- BETTENCOURT, A. M.; BRICKER, S. B.; FERREIRA, J. G.; FRANCO, A.; MARQUES, J. C.; MELO, J. J.; NOBRE, A.; RAMOS, L.; REIS, C. S.; SALAS, F.; SILVA, M. C.; SIMAS, T.; WOLFF, W. J. (2004). *Tipology and Reference Conditions for Portuguese Transitional and Coastal Waters*. Development of Guidelines for the Application of European Union Water Framework Directive. Instituto da Água – INAG/ Instituto do Mar – IMAR. 98 p. Disponível em: [www.ecowin.org/ticor](http://www.ecowin.org/ticor). Acesso em 20 de setembro de 2006.



- BISHOP, M. J.; POWERS, S. P.; PORTER, H. J.; PETERSON, C. H. (2006). *Benthic biological effects of seasonal hypoxia in a eutrophic estuary predate rapid coastal development*. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** (70): 415-422.
- BOLDRINI, E. B.; SOARES, C. R.; PAULA, E. V.; *orgs.* (2007). **Dragagens Portuárias no Brasil. Licenciamento e Monitoramento Ambiental**. Governo do Estado do Paraná. Antonina. 312 p.
- BRAGA, E. S.; BONETTI, C. V. D. H.; BURONE, L.; BONETTI FILHO, J. (2000) *Eutrophication and bacterial pollution caused by industrial and domestic wates at the Baixada Santista estuarine system – Brazil*. **Marine Pollution Bulletin**, Grã-Bretanha , v. 40, n. 2: 165-173.
- BRANDINI, F. P.; THAMM, C. A. C. (1994) *Variações diárias e sazonais do fitoplâncton e parâmetros ambientais na Baía de Paranaguá*. **Nerítica**, Curitiba, v. 8, n. 1-2: 55-72.
- BRANDINI, F.P., THAMM, C.A.; VENTURA, I. (1988) *Ecological studies in the Bay of Paranaguá. III. Seasonal and spatial variation of nutrients and chlorophyll-a*. **Nerítica**, Curitiba, v: 3, n.1:1-30.
- BRANDINI N. (2000). *Varição espacial e sazonal da produção primária do fitoplâncton em relação às propriedades físicas e químicas na Baía das Laranjeiras e áreas adjacentes do complexo estuarino da Baía de Paranaguá (Paraná - Brasil)*. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas - Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 85 p.
- BRICKER, S.B.; CLEMENT, C.G.; PIRHALLA, D.E.; ORLANDO, S.P.; FARROW, D.R.G. (1999). *National Estuarine Eutrophication Assessment: Effects of Nutrient Enrichment in the Nation's Estuaries*. **NOAA, National Ocean Service, Special Projects Office and the National Centers for Coastal Ocean Science**, Silver Spring, MD, 71 p.
- BRICKER, S. B.; FERREIRA, J. G.; SIMAS, T. (2003) *An integrated methodology for assessment of estuarine trophic status*. **Ecological Modelling**. V. 169: 36-60.
- BUSATO, J. M. (1996). *A decisão de investir em gerenciamento ambiental: evolução da questão em Santa Catarina, estudo de caso*. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- CARMOUZE, J-P. (1994). **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas**. 1<sup>2</sup> ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher: FAPESP.

- CASAN – Companhia Catarinense de Água e Saneamento. Disponível em: [www.casan.com.br](http://www.casan.com.br). Acesso em 5 de julho de 2007.
- CAZATI, C. A. (2006). *Comportamento geoquímico do fósforo nos sedimentos do Complexo Estuarino de Paranaguá, Paraná-Brasil*. Monografia (Graduação em Oceanografia), Universidade Federal do Paraná. Pontal do Paraná. 47 p.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2007). *Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo – 2006*. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo. 327 p.
- CHAVES, P.; BOUCHEREAU, J.-L. (2000). *Use of mangrove habitat for reproductive activity by the fish assemblage in the Guaratuba Bay, Brazil*. **Oceanologica Acta**. (3):273-280.
- CHEREM, J. J.; LOPES, P. C. S.; ALTHOFF, S.; GRAIPEL, M. E. (2004). *Lista dos mamíferos do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil*. **Mazozoologia Neotropical** 11(2): 151-184.
- CLOERN, J. E. (2001) Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. **Marine Ecology Progress Series**. V. 210: 223-253. Revisão.
- COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CUBATÃO NORTE (2003) *Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão do Norte*. Disponível em: <http://www.cubataojoinville.org.br>. Acesso em 6 de junho de 2007.
- CORRÊA, M. F. M. (1987). *Ictiofauna da Baía de Paranaguá e Adjacências (Litoral do Estado do Paraná – Brasil): Levantamento e Produtividade*. Tese (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 406 p.
- COTOVICZ JR, L. C. (2006). *Dinâmica Biogeoquímica do Fósforo na Baía de Guaratuba-PR*. Monografia (Graduação em Oceanografia), Universidade Federal do Paraná. Pontal do Paraná.
- CREMER, M. J.; LOPES, P. C. S. (2005). *The occurrence of Pontoporia blainvillei (Gervais ex d'Orbigny)(Cetacea, Pontoporiidae) in a estuarine area in southern Brazil*. **Revista Brasileira de Zoologia** 22 (3): 717-723.
- CREMER, M. J.; MORALES, P. R. D.; OLIVEIRA, T. M. N. (2006). **Diagnóstico ambiental da Baía da Babitonga**. UNIVILLE/Joinville. 256 p.
- CUNHA-LIGNON, M. (2001). *Dinâmica do manguezal no Sistema de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo – Brasil*. Dissertação (Mestrado Em Oceanografia

- Biológica), Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo. São Paulo. 57 p.
- DAY JR, J. W.; HALL, C. A.; KEMP, W. M.; YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. (1989). **Estuarine Ecology**. John Wiley & Sons, 558 p.
- DEBENAY, J.-P.; EICHLER, B. B.; DULEBA, W.; BONETTI, C.; EICHLER-COELHO, P. (1998). *Water stratification in coastal lagoons: its influence on foraminiferal assemblages in two Brazilian lagoons*. **Marine Micropaleontology** (35): 67-69.
- DELGADO, G.; POPOWSKI, G.; POMBO, M. C. (2002). *Nuevos registros de dinoflagelados tóxicos epibentónicos em Cuba*. **Ver. Invest. Mar.** (23): 229-232.
- DISARÓ, S. T. (1995). *Associações de foraminíferos da Baía das Laranjeiras, Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil*. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Paraná. 76 p.
- DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (2004). Relatório Final dos Estudos Ambientais da Baía da Babitonga – Canal do Linguado. 149 p.
- DYER, K. R. (1973) **Estuaries: A physical introduction**. Wiley-Interscience, New York, 140p.
- GONZALEZ, J.-L.; THOUVENIN, B.; DANGE, C.; CHIFFOLEAU, J.-F.; BOUTIER, B. (2006). *Role of Particle Sortion Properties in the Behavior and Speciation os Trace Metals in Microtidal Estuaries: The Cadmiun Example*. **Hdb Env Chem**. Vol 5: 265-301.
- GRASSHOFF, K.; EHRHARDT, M.; KREMLING, K. (eds) (1983). **Methods of Seawater Analysis**. 2nd, Verlag Chemie, Weinheim, 419 p.
- FALCÃO, M. G. (2005). *A ictiofauna em planícies de maré nas baías das Laranjeira e de Paranaguá, Paraná*. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 97 p.
- FERREIRA, J. G. (2000) *Development of an estuarine quality index based on key physical and biogeochemical features*. **Ocean & Coastal Management**. v. 43: 99-122.
- FERREIRA, J. G., BRICKER, S. B., SIMAS, T. C. (2007). *Application and sensitivity testing of a eutrofication assessment method on coastal systems in the United States and European Union*. **Journal of Environmental Management** (82): 443-445.
- FUNPAR (1997). *Estudo de impacto ambiental (EIA) de uma usina termelétrica na Baía de Paranaguá e do porto de desembarque, subestação e linha de transmissão associados*. Fundação da Universidade Federal do Paraná para o Desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e da Cultura. Curitiba. Vol II, 451 p.

- HOSTÍN, L. M. (1997). *Disponibilidade de larvas de ostras (Crassostrea) para cultivo e técnicas empregadas pelos pescadores da Ilha Rasa, Baía das Laranjeiras, APA de Guaraqueçaba – Paraná*. Monografia (Graduação em Ciências Bioógicas), Universidades Federal do Paraná. Pontal do Paraná. 69 p.
- IAP, 2003. **Instituto Ambiental do Paraná**. Disponível em: <www.pr.gov.br/iap> Acesso em 30 de junho de 2007.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (1998). **Proteção e Controle de Ecossistemas Brasileiros: Manguezal da Baía da Babitonga**. Brasília. 146 p.
- IBGE, 2000. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> Acesso em: 30 de junho de 2007.
- IOC – The Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO (2007). *Harmful Algae News*. An IOC Newsletter on toxic algae and algal blooms. Disponível em: <http://ioc.unesco.org/hab/news.htm>. Acesso em 19 de julho de 2007.
- IOC - The Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO (2005). **IOC Intergovernmental Panel on Harmful Algal Blooms**. Reports of Governing and Major Subsidiary Bodies. 7<sup>th</sup> Session. Paris.
- IPARDES. **Macrozoneamento da APA de Guaraqueçaba**. Curitiba, 2 v, 1990.
- JUSTÍC, D.; RABALAIS, N. N.; TURNER, E. (2005). *Coupling between climate variability and coastal eutrophication: Evidence and outlook for the northern Gulf of Mexico*. **Journal of Sea Research** (54): 25-35.
- KNOPPERS, B. A.; BRANDINI, F. P.; THAMM, C. A. (1987). *Ecological Studies in the Bay of Paranaguá. II Some physical and chemical characteristics*. **Nerítica**. (2):01-36. Pontal do Sul.
- LACROIX, G.; RUDDICK, K.; GYPENS, N.; LANCELOT, C. (in press). Modelling the relative impact of rivers (Scheldt/Rhine/Seine) and Western Channel waters on the nutrient and diatoms Phaeocystis distributions in Belgian waters (Southern North Sea). **Continental Shelf Research**, 1-25.
- LAMOUR, M. R.; SOARES, C. R.; CARRILHO, J. C. (2004). *Mapas de parâmetros texturais de sedimentos de fundo do Complexo Estuarino de Paranaguá – PR*. **Boletim Paranaense de Geociências** (55): 77-82.
- LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. (2000). *The Subtropical Estuarine Complexo f Paranaguá Bay, Brasil*. Coastal Marine Ecosystems of

- Latin America. Seelinger, U. & Kjerfve, B.; eds. **Ecological Studies**. (144): 131-145.
- LIANG, T.-H.; ARA, K.; MIRANDA, L. B.; BÉRGAMO, A. L.; BERNARDES, M. (2003). *On the variability of the chaetognath *Sagitta friderici* Ritter-Záhony at Cananéia Lagoon Estuarine system, São Paulo, Brazil*. **Hydrobiologia** (510): 91-102.
- LOPES, R. M.. *Distribuição especial, variação temporal e atividade alimentar do zooplâncton no complexo estuarino de Paranaguá*. Curitiba, 1997, 140p. Tese (Doutorado em Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.
- MAACK, R. (1981) **Geografia física do Estado do Paraná**. Olympio, Rio de Janeiro, e Secretaria de Estado da Cultura e Esportes, Curitiba. 450p.
- MACHADO, E.C.; DANIEL, C.B.; BRANDINI, N.; QUEIROZ, R.L.V. (1997). *Temporal and spatial dynamics of nutrients and particulate suspended matter in Paranaguá Bay, Pr, Brazil*. **Nerítica**, Curitiba.(11): 15-34.
- MACHADO, E. C.; et al. *Land-ocean fluxes in the Guaratuba Bay, southern Brazil*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM; ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY IN TROPICAL COUNTRIES, 4., 2004, Búzios, R.J. **Anais...Búzios**, RJ, 2004. p. 112.
- MARONE, E.; NOERNBERG, M. A.; DOS SANTOS, I. et al. (2005) *Hydrodynamic of Guaratuba Bay - PR, Brazil*. **Journal of Coastal Research**, n. 39. Special Issue.
- MARONE, E.; NOERNBERG, M.; LAUTERT, L.; SANTOS, I. dos; ANDREOLI, O; BUBA, H.; FILL, H. (2005) *Hidrodinâmica da la bahia de Guaratuba-PR, Brasil*. In: XI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, 2005, Viña del Mar, Chile. **Resúmenes de Exposiciones Orales**. Disponível em <[www.colacmar.cl](http://www.colacmar.cl)> Acesso em: 20 setembro 2005.
- MARONE, E.; CAMARGO, R.de. (1994) *Marés meteorológicas no litoral do Estado do Paraná: o evento de 18 de agosto de 1993*. **Nerítica**, v. 8 (1-2):73-86.
- MEYBECK, M.; HELMER, R. (1989). *The quality of rivers: from pristine to global pollution*. **Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeocol. Global Planet Change Sec.** (75): 283-309.
- MEYBECK, M; CHAPMAN, D. V.; HELMER, R. (1989). **Global Freshwater Quality: a first assessment**. GEMS, WHO/UNEP. 306 p.

- MIRANDA, L. B.; MESQUITA, A. R.; FRANÇA, C. A. S. (1995). *Estudo da Circulação e dos Processos de Mistura no Extremo Sul do Mar de Cananéia: condições de dezembro de 1991*. **Boletim do Instituto Oceanográfico** 43(2): 153-164.
- MIZERKOWSKI, B. D.; MACHADO, E. da C. (2005) *Análise comparativa da qualidade de água em dois gradientes com diferentes níveis de impactos antrópicos no complexo estuarino da baía de Paranaguá, sudeste do Brasil*. In: XI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, 2005, Viña del Mar, Chile. **Resúmenes de Exposiciones Orales**. Disponível em <[www.colacmar.cl](http://www.colacmar.cl)> Acesso em: 20 setembro 2005.
- MIZERKOWSKI, B. D. (2005) *Avaliação da Qualidade de Água da Baía de Guaratuba*. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Centro de Estudos do Mar/Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. Pontal do Paraná. 58 p.
- MOSER, G. A. (2002). *Aspectos da eutrofização no Sistema Estuarino de Santos: distribuição espaço-temporal da biomassa e produtividade primária fitoplanctônica e transporte instantâneo de sal, clorofila-a, material em suspensão e nutrientes*. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. São Paulo. 410p.
- MIYAO, S. Y.; NISHIHARA, L.; SARTI, C. C. (1986). *Características físico-químicas do sistema estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape*. **Boletim do Instituto Oceanográfico** (34): 23-36.
- NAZÁRIO, M. G. (2005). *Impacto da aquicultura nos processos de mineralização bêntica e fluxo de nutrientes na interface água sedimento na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil*. Monografia (Graduação em Oceanografia), Universidade Federal do Paraná. Pontal do Paraná. 66 p.
- NEGRELLO-FILHO, O. A. (2001). *Ocorrência e distribuição de moluscos bênticos no sublitoral da Baía das Laranjeiras, Paraná, Brasil*. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Setor de Ciências Biológicas – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 47 p.
- NISHIMA, F. N.; WEBER, R. R.; BÍCEGO, M. C. (2001). *Aliphatic and Aromatic Hydrocarbons in Sediments of Santos and Cananéia, SP, Brazil*. **Marine Pollution Bulletin** vol 42 (11): 1064-1072.
- NIXON, S. W. (1982) *Nutrient dynamics, primary production and fisheries yields of lagoons*. **Coastal Lagoons**, Oceanologica Acta, v. 5. n. 4: 357-372.
- NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration (1996). **NOAA's Estuarine Eutrophication Survey**. Office of Ocean Resources Conservation and

- Assessment. Disponível em: <http://seaserver.nos.noaa.gov>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2007. 55 p.
- NOBRE, A. M.; FERREIRA, J. G.; NEWTON, A.; SIMAS, T.; ICELY, J. D.; NEVES, R. (2005). *Management of coastal eutrophication: Integration of field data, ecosystem-scale simulations and screening models*. **Journal of Marine Systems** (56): 375-390.
- NOERNBERG, M. A.; MARONE, E.; LAUTERT, L. F. de C., BRANDINI, N., ANGELOTTI, R. (2004) *Caracterização da estratificação salina na Baía de Guaratuba-PR*. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia, 2004, Itajaí, Santa Catarina. **Livro de resumos**. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí. 224.
- OLIVEIRA, F. A.; MAZZER, A. M.; GONÇALVES, M. L.; SANTANA, N. A. (2006). *Elaboração de produtos cartográficos básicos para estudo geomorfológico no Complexo Hídrico da Baía da Babitonga, SC*. **X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Rio de Janeiro. Resumo expandido. Disponível em: <>. Acesso em 6 de junho de 2007.
- OSPAR COMMISSION (2001). *Evaluation of the expected situation of the eutrophication status in the Maritime Area following the 50% reduction target for nutrient inputs*. 31 p. Disponível em: <http://www.ospar.org>. Acesso em 4 de julho de 2007.
- OTERO, X. L.; FERREIRA, T. O., VIDAL-TORRADO, P.; MACÍAS, F. (2006). *Spatial variation in pore water geochemistry in a mangrove system (Pai Matos island, Cananéia – Brazil)*. **Applied Geochemistry** (21): 2171-2186.
- PAC – Programa de Aceleração do Crescimento. *Investimentos em Infra-Estrutura*. Ministério das Cidades. Disponível em: <[www2.camara.gov.br/comissoes/cdu/apresentacaopac.pdf](http://www2.camara.gov.br/comissoes/cdu/apresentacaopac.pdf)>. Acesso em 10 de julho de 2007.
- PELLENS, I. C. (1997). *Dinâmica de nutrientes inorgânicos no estuário do Rio Itajaí-Açu/SC*. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Faculdade de Ciências do Mar – Universidade do Vale do Itajaí. Itajaí. 90 p.
- PENNEY, R. W.; MACKENZIE, C. H.; MILLS, T. J. (2001). *Assessment of the particulate food supply available for mussel (Mytilus spp.) farming in a semi-enclosed northern Inlet*. **Estuarine, Coastal and Shelf Sciences** (53): 107-121.
- PINTO, E. F. (1997). *Composição, estrutura e distribuição espaço-temporal da ictiofauna na região da enseada do Benito, Guaraqueçaba (Paraná, Brasil)*. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 88 p.

- PRITCHARD, D. W. (1954). *A study of salt balance in a coastal plain estuary*. **Journal of Marine Research**, v. 13: 133.
- PRITCHARD, D. (1967). *Observations of circulation in coastal plains estuaries*. **Estuaries**, American association for the Advancement of Science, Washington, D.C., n. 83: 37-44.
- PROCOPIAK, L. K.; FERNANDES, L. F.; MOREIRA FILHO, H. (2006). *Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas*. **Biota Neotropica**, vol 6 (3). Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br>. Acesso em 6 de Julho de 2007.
- REBELLO, J.; BRANDINI, F. P. (1990) *Variação temporal de parâmetros hidrográficos e material particulado em suspensão em dois pontos fixos da Baía de Paranaguá. Paraná (Junho/87-Fevereiro/88)*. **Nerítica** 5 (1): 95-112.
- SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em: [www.sanepar.com.br](http://www.sanepar.com.br). Acesso em 5 de julho de 2007.
- SANDERS, C. J.; SANTOS, I. R.; SILVA-FILHO, E. V.; PATCHINEELAM, S. R. (2006). *Mercury flux to estuarine sediments, derived from Pb-210 and Cs-137 geochronologies (Guaratuba Bay, Brazil)*. Note. **Marine Pollution Bulletin**. (52): 1085-1089.
- SANEPAR – Companhia de Saneamento Paranaense. Disponível em: [www.sanepar.com.br](http://www.sanepar.com.br). Acesso em 10 de junho de 2007.
- SANTOS, P. R. N. de M. (2003). *Variação espaço-temporal do bacterioplâncton e espacial do bacteriobentos da baía de Guaratuba, Paraná, Brasil*. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Setor de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 87p.
- SARTI, C. (1980). *Influência das características da camada fótica sobre a produção primária do complexo estuarino de Cananéia*. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica), Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo. São Paulo. 116p.
- SCAVIA, D.; BRICKER, S. B. (2006). *Coastal eutrophication assessment in the United States*. **Biogeochemistry** (79): 187-208.
- SEWEL, G. H. (1978) **Administração e controle da qualidade ambiental**. Trad.: Gildo Magalhães dos Santos Filho. São Paulo: EPU: EDUSP.



- SILVEIRA, C. T.; FIORI, A. P.; OKA-FIORI, C. (2004). *Potencial da APA de Guaratuba: Subsídios para o planejamento ambiental*. **Boletim Paranaense de Geociências** (57): 09-23.
- SOARES, C. R. (1990). *Natureza dos sedimentos da superfície de fundo das Baías de Laranjeiras e Guaraqueçaba – Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá (Estado do Paraná, Brasil)*. Dissertação (Mestrado em Geociências), Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.. 137 p.
- SOARES, R. C.; ANGULO, R. J.; LESSA, G. C. (1997) *Roteiro da Excursão ao Litoral do Estado do Paraná: Morfodinâmica de Ambientes Atuais, Evolução da Planície durante o Quaternário e Problemas de Erosão Costeira*. Curitiba: **VI Congresso da Associação Brasileira do Quaternário e Reunião sobre o Quaternário da América do Sul.**, pp. 127, (Publicação especial n. 02).
- STRICKLAND, J. L. H. ; PARSONS, T. R. (1968). **A Practical Handbook of Seawater Analysis**. Bull. Fish Res. Board Can., 167, 341 p.
- SUDERHSA – Superintendência de Recursos Hídricos e Saneamento. Instituto Ambiental do Paraná. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/meioambiente/suderhsa>. Acesso em 01 de junho de 2006.
- TESSLER, M. G.; MAHIQUES, M. (1993). *Utilization of coastal geomorphic features as indicators of longshore transport: Examples of the southern coastal region of the state of São Paulo, Brazil*. **Journal of Coastal Research** 9(3): 823-830.
- TETT, P.; GILPIN, L.; SVENDSEN, H.; ERLANDSSON, C. P.; LARSSON, U.; KRATZER, S.; FOUILLAND, E.; JANSEN, C.; LEE, J.-Y.; GRENZ, C.; NEWTON, A.; FERREIRA, J. G., FERNANDES, T.; SCORY, S. (2003). *Eutrophication and some European waters of restricted exchange*. **Continental Shelf Research** (23): 1635-1671.
- VEIGA, F. A.; ANGULO, R. J.; MARONE, E.; BRANDINI F. P. (2004). *Características sedimentológicas da plataforma continental interna rasa na porção central do litoral paranaense*. **Boletim Paranaense de Geociências** (55): 67-75.
- WEI, H.; HE, Y.; LI, Q.; LIU, Z.; WANG, H. (2006). *Summer hypoxia adjacent to the Changjiang Estuary*. **Journal of Marine Systems**. *In press*.
- WHITE, D. L.; PORTER, D. E.; LEWITUS, A. J. (2004) *Spatial and temporal analyses of water quality and phytoplankton biomass in a urbanized versus a relative pristine salt marsh estuary*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.298: 255-273.

- YOGUI, G. T.; SANTOS, M. C. O.; MONTONE, R. C. (2003). *Chlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls in marine tucuxi dolphins (Sotalia fluviatilis) from the Cananéia estuary, southeastern Brazil*. **The Science of the Total Environment** (312): 67-78.
- ZEM, R. C. (2005). *Distribuição dos sedimentos de fundo da Baía de Guaratuba-Paraná*. Monografia (Graduação em Oceanografia), Universidade Federal do Paraná. Pontal do Paraná.
- ZEM, R. C.; PATCHINEELAM, S. M.; MARONE, E. (2005) *Morfologia e dinâmica de sedimentos da Baía de Guaratuba-PR*. Resumo expandido. **X Congresso da ABEQUA (Associação Brasileira de Estudos do Quaternário)**. Guarapari, ES. Disponível em: <[www.abequa2005.geologia.ufrj.br](http://www.abequa2005.geologia.ufrj.br)>. Acesso em 18 outubro 2005.

## ANEXOS

### ANEXO 1 – Dados referentes à Baía da Babitonga.

ANEXO 1A – Variáveis utilizadas para a determinação do estado trófico do sistema estuarino de Babitonga e suas respectivas fontes.

VARIÁVEL	FONTE
Concentração de Nitrogênio do Aporte Fluvial	IBAMA, 1998; Cremer <i>et al.</i> , 2006
Aporte Fluvial	DNIT, 2004
Salinidade da Água Marinha	Dados coletados
Salinidade Estuarina Média	Dados coletados
Concentração de Nitrogênio Oceânica	Dados coletados
Prisma de Maré	Calculado a partir de Barros, 2005; Cremer <i>et al.</i> 2006
Período da Maré	Cremer <i>et al.</i> 2006
Carga de Efluentes	Calculado a partir de ANA, 2001; IBGE, 2000; Meybeck e Helmer, 1989; Meybeck <i>et al.</i> , 1989)
Exportação Líquida de Água	Barros, 2005
Clorofila- <i>a</i>	Dados coletados
Epífitas	Nenhum dado disponível
Macroalgas	Nenhum dado disponível
Oxigênio Dissolvido	Dados coletados
Vegetação Aquática Submersa	Nenhum dado disponível
Florescimentos de Algas Nocivas ou Tóxicas	Nenhum dado disponível
Padrão de Estratificação	IBAMA, 1998
Volume do Estuário	Cremer <i>et al.</i> , 2006
Range de Maré	Barros, 2005

## ANEXO 1B – Dados coletados na Baía da Babitonga.

Data	Ponto	#	Latitude	Longitude	Prof. (m)	Secchi (m)	Estrato	Temp. (°C)	Salinidade	pH	OD (mg.dm <sup>-3</sup> )	N_NID (ug.dm <sup>-3</sup> )	Clorofila (ug.dm <sup>-3</sup> )
7/7/2006		ES2R	S 26° 11,355'	W 48° 34,799'	2,5	1,9	Superfície	19,5	34	8,26	8,849	111,07	0,72
7/7/2006		ES2F	S 26° 11,206'	W 48° 35,225'	17	1,75	Superfície	19	34,8	8,14	8,945	112,69	0,48
7/7/2006		EN2F	S 26° 11,071'	W 48° 35,685'	20	1,4	Superfície	20	35	8,31	8,577	107,99	0,73
7/7/2006		EN2R	S 26° 10,853'	W 48° 35,843'	6,5	1,5	Superfície	20	35	8,32	8,576	114,15	2,33
7/7/2006		MN2R	S 26° 12,861'	W 48° 39,102'	1,7	0,55	Superfície	20	33	8,18	8,654	154,28	0,60
7/7/2006		MN2F	S 26° 13,224'	W 48° 39,029'	6	0,75	Superfície	20	33	8,1	8,027	146,99	1,42
7/7/2006		MS2F	S 26° 13,472'	W 48° 38,905'	10	1	Superfície	20	33	8,22	8,117	144,85	0,72
7/7/2006		MS2R	S 26° 13,923'	W 48° 38,306'	15	1,3	Superfície	20	34	8,09	8,477	132,21	0,79
7/7/2006		IN2R	S 26° 15,143'	W 48° 42,181'	4	0,9	Superfície	18	31	8,13	8,659	139,78	0,64
7/7/2006		IN2F	S 26° 15,304'	W 48° 41,908'	6	0,85	Superfície	19	31	8,13	8,601	156,27	1,54
7/7/2006		IS2F	S 26° 15,571'	W 48° 41,460'	9	1,2	Superfície	18	31	8,21	8,855	237,70	1,79
7/7/2006		IS2R	S 26° 16,184'	W 48° 40,757'	9	1,35	Superfície	19	32	8,29	8,908	192,60	1,19
31/3/2007		EN1F	S 26° 10,590'	W 48° 34,688'	18	1,5	Fundo	28	34	7,99	6,672	20,27	1,66
							Superfície	28	30	7,91	6,279	11,44	0,94
31/3/2007		ES1R	S 26° 11,010'	W 48° 34,248'	19	2,3	Fundo	28	34	7,99	6,035	21,57	0,82
							Superfície	28	32	8,1	6,287	18,05	0,75
31/3/2007		ES2F	S 26° 11,206'	W 48° 35,225'	19	1,3	Fundo	27	34	8,05	5,812	18,35	0,66
							Superfície	28	31	8,09	6,165	16,41	1,13
31/3/2007		EN2R	S 26° 10,853'	W 48° 35,843'	7	1,7	Fundo	28	31	8,05	6,646	11,74	1,54
							Superfície	28	31	8,08	6,312	14,01	0,94
31/3/2007		EN3F	S 26° 11,541'	W 48° 36,739'	13	1,7	Fundo	27	34	8,05	5,600	30,92	0,97
							Superfície	28	30	8,09	6,856	13,22	1,04
31/3/2007		ES3R	S 26° 12,172'	W 48° 36,214'	5	2,35	Fundo	27,8	30	8,04	6,027	10,44	1,81
							Superfície	28	29	8,07	6,342	13,74	1,23
31/3/2007		MS1F	S 26° 13,107'	W 48° 38,098'	18	2,2	Fundo	27	32	8,03	5,611	23,01	1,02
							Superfície	28	30	8,07	6,293	12,80	2,36
31/3/2007		MN1R	S 26° 12,538'	W 48° 38,758'	5	1,9	Fundo	28	31	8,08	5,498	17,74	1,39
							Superfície	29	30	8,11	6,672	13,91	0,87

Cont. ANEXO 1B – Dados coletados na Baía da Babitonga.

Data	Ponto	#	Latitude	Longitude	Prof. (m)	Secchi (m)	Estrato	Temp. (°C)	Salinidade	pH	OD (mg.dm <sup>-3</sup> )	N_NID (ug.dm <sup>-3</sup> )	Clorofila (ug.dm <sup>-3</sup> )
31/3/2007	MN2F	S 26° 13,224'	W 48° 39,029'	9	1,5	Fundo	28	33	8,02	5,336	30,38	1,89	
						Superfície	27,5	31	8,06	6,579	21,85	1,49	
31/3/2007	MS2R	S 26° 3,923'	W 48° 8,306'	21	1,5	Fundo	28	31	8,03	5,565	46,22	1,66	
						Superfície	28,8	33	8,02	6,630	24,25	2,18	
31/3/2007	MS3F	S 26° 4,128'	W 48° 8,943'	15	1,7	Fundo	27	33	8,04	5,586	40,96	0,99	
						Superfície	28,5	31	8,09	6,728	15,00	1,53	
31/3/2007	IS1R	S 26° 5,327'	W 48° 9,883'	9	1,7	Fundo	27	32	8,02	5,325	45,56	2,01	
						Superfície	29,5	30	8,01	6,664	29,89	1,34	
31/3/2007	IS2R	S 26° 6,184'	W 48° 0,757'	13	1,8	Fundo	28,5	32	7,99	5,234	48,76	2,09	
						Superfície	29	30	8,07	6,987	25,16	2,11	
31/3/2007	IS3R	S 26° 5,494'	W 48° 2,812'	4	0,8	Fundo	29,5	30	7,97	5,435	38,45	8,14	
						Superfície	29,5	29	8,08	7,122	30,13	4,74	
31/3/2007	IN3F	S 26° 5,199'	W 48° 2,789'	9	1,1	Fundo	28,8	30	7,97	5,574	30,38	8,84	
						Superfície	29,5	29	8,13	7,790	22,38	3,85	
31/3/2007	IN2R	S 26° 5,143'	W 48° 2,181'	4	1,1	Fundo	29,5	28	8,02	6,137	34,94	6,53	
						Superfície	29,5	27	8,06	6,330	50,13	2,78	
31/3/2007	IN1F	S 26° 4,596'	W 48° 0,608'	9	0,7	Fundo	29	29	7,96	5,419	23,75	6,85	
						Superfície	29	29	8,05	6,570	31,23	2,36	
31/3/2007	MN3R	S 26° 3,515'	W 48° 9,824'	3,5	1,3	Fundo	29,2	30	8,04	6,250	27,16	5,34	
						Superfície	28	30	8	6,007	18,29	4,37	

## ANEXO 2 – Dados referentes à Baía de Guaratuba.

ANEXO 2A – Variáveis utilizadas para a determinação do estado trófico do sistema estuarino de Guaratuba e suas respectivas fontes.

VARIÁVEL	FONTE
Concentração de Nitrogênio do Aporte Fluvial	Dados pretéritos, Dados coletados (Mizerkowski, 2005), Brandini <i>in prep.</i>
Aporte Fluvial	SUDERHSA (1992-2006)
Salinidade da Água Marinha	Brandini <i>in prep.</i>
Salinidade Estuarina Média	Dados pretéritos (Mizerkowski, 2005), Dados coletados, Brandini <i>in prep.</i>
Concentração de Nitrogênio Oceânica	Dados pretéritos (Mizerkowski, 2005), Dados coletados, Brandini <i>in prep.</i>
Prisma de Maré	Noernberg, <i>et al.</i> , 2004; Marone <i>et al.</i> , 2005
Período da Maré	Marone <i>et al.</i> , 2005
Carga de Efluentes	Calculado a partir de ANA, 2001; IBGE, 2000; Meybeck e Helmer, 1989; Meybeck <i>et al.</i> , 1989)
Exportação Líquida de Água	Calculado a partir de Marone <i>et al.</i> , 2005
Clorofila- <i>a</i>	Dados pretéritos (Mizerkowski, 2005), Dados coletados
Epífitas	Nenhum dado disponível
Macroalgas	Nenhum dado disponível
Oxigênio Dissolvido	Dados pretéritos (Mizerkowski, 2005), Dados coletados, Brandini <i>in prep.</i>
Vegetação Aquática Submersa	Nenhum dado disponível
Florescimentos de Algas Nocivas ou Tóxicas	Nenhum dado disponível
Padrão de Estratificação	Noernberg, <i>et al.</i> , 2004; Marone <i>et al.</i> , 2005
Volume do Estuário	Calculado a partir de Zem <i>et al.</i> , 2005
Range de Maré	Noernberg, <i>et al.</i> , 2004; Marone <i>et al.</i> , 2005

## ANEXO 2B – Dados coletados na Baía de Guaratuba

Data	#	Latitude	Longitude	Prof. (m)	Secchi (m)	Estrato	Temp. (°C)	Salinidade	pH	OD (mg.dm <sup>-3</sup> )	N_NID (ug.dm <sup>-3</sup> )	Clorofila-a (ug.dm <sup>-3</sup> )
						F	27,6	27	8,04	5,823	40,59	4,49
22/3/2007	EN7F	S 25°51,302'	W 48°34,717'	5,5	1	S	27,4	25	7,99	5,958	30,87	4,64
						F	28	22	7,84	6,111	29,39	8,04
22/3/2007	ES3F	S 25°52,172'	W 48°35,940'	6	0,8	S	27,8	14	7,81	6,829	91,76	15,84
						F	28,5	20	7,85	6,689	13,57	11,89
22/3/2007	MS7F	S 25°51,934'	W 48°37,603'	7	1,1	S	28,2	18	7,97	7,242	33,94	9,14
						F	28,5	14	7,73	6,553	20,81	18,52
22/3/2007	IN9F	S 25°51,525'	W 48°39,748'	3,5	0,65	S	29	11	7,87	7,557	17,39	18,07
						F	27,8	4	6,85	6,103	82,89	12,54
22/3/2007	IS2F	S 25°52,569'	W 48°42,432'	4	1,05	S	27,8	2	6,81	6,971	123,29	6,23

## ANEXO 2C – Dados pretéritos da Baía de Guaratuba (Mizerkowski, 2005).

Data	#	Setor	Secchi (m)	Estrato	Salinidade	Temp. (°C)	pH	OD (mg.dm <sup>-3</sup> )	N_NID (ug.dm <sup>-3</sup> )	Clorofila-a (ug.dm <sup>-3</sup> )
3/out/01	1	externo	0,9	Fundo	14,20	20,48	7,48	7,20	175,46	5,41
				Superfície	9,41	20,07	7,02	7,45	123,39	3,66
3/out/01	2	externo	0,80	Fundo	15,04	20,42	7,04	7,30	118,96	6,29
				Superfície	9,18	19,98	7,21	7,27	139,21	4,40
3/out/01	4	externo	1,00	Fundo	18,41	20,91	7,93	6,90	83,71	11,95
				Superfície	12,27	21,10	7,79	7,05	80,82	10,07
3/out/01	5	externo	1,20	Fundo	11,35	20,97	6,86	6,78	91,35	6,50
				Superfície	11,35	20,97	6,86	6,78	91,35	6,50
3/out/01	6	externo	0,90	Fundo	12,41	20,72	7,18	6,44	90,98	6,22
				Superfície	9,82	21,16	7,10	6,95	77,53	4,37
3/out/01	3	externo	0,60	Fundo	8,66	20,08	7,73	6,93	158,01	8,61
				Superfície	4,32	19,98	7,18	7,12	159,67	6,50
3/out/01	7	mediano	0,60	Fundo	7,86	20,02	7,33	7,33	134,48	9,17
				Superfície	3,44	20,16	7,12	7,00	147,57	4,95
3/out/01	8	mediano	0,60	Fundo	1,92	19,95	7,51	6,43	131,59	3,80
				Superfície	1,16	19,55	7,56	6,96	131,68	3,08
3/out/01	9	mediano	0,95	Fundo	0,57	20,02	7,33	6,10	123,21	3,39
				Superfície	0,41	20,31	6,52	6,44	112,03	3,39
3/out/01	10	interno	0,80	Fundo	0,36	19,57	6,00	6,26	126,59	0,60
				Superfície	0,36	20,16	6,54	6,63	125,48	0,64
3/out/01	11	interno	1,10	Fundo	0,33	19,73	6,34	6,33	117,77	0,17
				Superfície	0,35	20,65	6,07	7,68	135,06	0,14
3/out/01	12	interno	0,90	Fundo	0,33	19,72	6,17	4,98	91,35	0,61
				Superfície	0,34	19,74	6,00	4,87	89,99	0,70
10/out/01	1	externo	1,3	Fundo	31,14	21,14	8,14	7,20	28,23	5,07
				Superfície	9,00	21,24	8,12	7,55	76,37	4,33
10/out/01	2	externo	1,20	Fundo	30,78	21,18	8,14	7,20	28,08	4,04
				Superfície	22,68	21,41	8,13	7,50	71,99	4,22



Cont. ANEXO 2C – Dados pretéritos da Baía de Guaratuba (Mizerkowski, 2005).

Data	#	Setor	Secchi (m)	Estrato	Salinidade	Temp. (oC)	pH	OD (mg.dm-3)	N_NID (ug.dm-3)	Clorofila-a (ug.dm-3)
10/out/01	4	externo	1,40	Fundo	26,32	21,21	8,11	7,26	46,53	4,44
				Superfície	15,24	21,30	7,80	7,38	102,66	4,11
10/out/01	5	externo	1,10	Fundo	9,13	21,39	7,50	7,17	104,85	5,02
				Superfície	7,32	21,24	7,57	7,32	126,29	6,26
10/out/01	6	externo	1,10	Fundo	16,20	21,81	7,62	5,52	81,01	6,79
				Superfície	8,45	21,36	7,61	7,50	103,54	7,35
10/out/01	3	externo	1,30	Fundo	29,07	21,14	8,11	7,32	28,95	5,82
				Superfície	14,98	21,40	7,90	7,08	103,84	3,07
10/out/01	7	mediano	1,10	Fundo	15,09	21,47	7,31	6,73	98,56	4,95
				Superfície	3,09	21,96	6,63	7,44	147,35	4,21
10/out/01	8	mediano	0,80	Fundo	13,22	21,30	7,76	6,64	112,55	5,28
				Superfície	1,75	23,25	7,56	7,61	108,31	13,54
10/out/01	9	mediano	0,60	Fundo	6,94	20,84	7,28	7,44	131,90	4,23
				Superfície	0,58	20,21	7,00	6,67	143,25	3,80
10/out/01	10	interno	0,90	Fundo	0,38	19,42	6,40	7,02	160,50	1,14
				Superfície	0,34	20,77	6,40	7,41	141,52	0,48
10/out/01	11	interno	1,00	Fundo	0,35	18,88	6,10	6,37	124,60	0,35
				Superfície	0,37	19,00	6,02	6,46	120,49	0,22
10/out/01	12	interno	1,00	Fundo	0,36	19,58	6,26	6,52	101,52	0,78
				Superfície	0,36	19,58	6,22	6,40	105,61	0,61
12/dez/01	12	interno	1,4	Fundo	0,30	24,58	6,35	5,254	80,68	0,99
				Superfície	0,29	24,59	6,20	5,000	89,43	1,07
12/dez/01	11	interno	1,4	Fundo	0,00	24,50	6,12	6,69	163,99	1,23
				Superfície	0,00	24,50	6,09	6,62	147,82	1,37
12/dez/01	10	interno	1,3	Fundo	3,00	25,00	6,59	5,29	94,27	9,97
				Superfície	0,00	25,00	6,65	5,57	111,26	4,93
12/dez/01	9	mediano	0,7	Fundo	10,00	25,50	6,92	4,78	26,75	21,95
				Superfície	6,00	25,50	6,99	5,19	15,40	20,58

Cont. ANEXO 2C – Dados pretéritos da Baía de Guaratuba (Mizerkowski, 2005).

Data	#	Setor	Secchi (m)	Estrato	Salinidade	Temp. (oC)	pH	OD (mg.dm-3)	N_NID (ug.dm-3)	Clorofila-a (ug.dm-3)
12/dez/01	7	mediano	0,8	Fundo	13,00	25,50	7,49	5,70	12,25	25,28
				Superfície	13,00	26,00	7,56	6,15	13,11	23,80
12/dez/01	8	mediano	0,9	Fundo	15,00	25,50	7,71	5,70	17,13	35,90
				Superfície	13,00	26,00	7,76	5,41	15,08	29,52
12/dez/01	3	externo	1,4	Fundo	25,35	26,34	8,08	6,020	11,79	16,35
				Superfície	19,15	26,59	8,07	6,401	14,33	18,25
12/dez/01	6	externo	1,2	Fundo	23,00	26,50	7,98	5,70	14,38	20,87
				Superfície	20,00	26,50	7,92	5,89	19,19	15,44
12/dez/01	5	externo	0,9	Fundo	22,00	26,00	7,98	5,89	13,47	19,39
				Superfície	21,00	26,50	8,02	6,02	11,11	16,86
12/dez/01	4	externo	1	Fundo	28,60	26,09	8,17	6,15	12,97	16,04
				Superfície	26,73	26,25	8,18	6,12	11,91	15,00
12/dez/01	1	externo	1,4	Fundo	33,00	26,00	8,23	6,370	15,01	3,76
				Superfície	31,00	26,50	8,25	6,465	12,70	7,27
12/dez/01	2	externo	1,5	Fundo	33,00	26,00	8,25	6,50	11,08	7,49
				Superfície	31,00	26,50	8,27	6,43	11,75	6,76
20/dez/01	12	interno	1,8	Fundo	0,27	25,03	6,80	6,42	111,67	0,73
				Superfície	0,28	25,14	6,66	6,14	96,81	0,77
20/dez/01	11	interno	1,2	Fundo	0,28	26,04	6,53	5,65	113,02	1,56
				Superfície	0,28	26,02	6,49	5,55	107,75	1,96
20/dez/01	10	interno	1	Fundo	6,04	27,39	7,26	5,86	7,93	25,44
				Superfície	2,78	27,17	7,26	5,99	27,46	13,94
20/dez/01	9	mediano	1	Fundo	10,85	28,14	7,56	5,34	9,32	18,38
				Superfície	8,05	28,58	7,60	6,83	14,00	16,07
20/dez/01	7	mediano	0,8	Fundo	15,71	28,08	7,92	5,77	6,42	19,07
				Superfície	10,97	28,58	7,76	6,21	15,28	12,57
20/dez/01	8	mediano	0,9	Fundo	14,51	28,30	8,09	6,58	9,49	12,61
				Superfície	12,59	28,71	8,19	7,23	6,22	13,15

Cont. ANEXO 2C – Dados pretéritos da Baía de Guaratuba (Mizerkowski, 2005).

Data	#	Setor	Secchi (m)	Estrato	Salinidade	Temp. (oC)	pH	OD (mg.dm-3)	N_NID (ug.dm-3)	Clorofila-a (ug.dm-3)
20/dez/01	3	externo	1	Fundo	28,44	27,20	8,32	6,18	7,24	12,15
				Superfície	14,80	29,03	8,38	7,48	11,16	8,02
20/dez/01	6	externo	1	Fundo	22,60	28,59	8,02	5,24	3,93	13,90
				Superfície	21,87	29,69	8,05	6,14	6,44	6,57
20/dez/01	5	externo	0,9	Fundo	23,27	28,76	8,30	6,55	9,73	8,81
				Superfície	23,18	28,86	8,30	6,55	9,73	8,81
20/dez/01	4	externo	1,3	Fundo	24,90	27,67	8,38	6,02	13,04	12,70
				Superfície	23,09	28,45	8,42	6,83	14,79	7,77
20/dez/01	1	externo	1,5	Fundo	33,72	26,38	8,42	6,02	16,99	7,40
				Superfície	30,01	27,30	8,45	6,61	7,44	4,48
20/dez/01	2	externo	1,4	Fundo	32,48	27,05	8,41	5,99	8,97	6,99
				Superfície	29,61	27,55	8,44	3,82	9,16	5,05
29/jan/02	12	interno	1,15	Fundo	0,29	24,55	6,28	5,43	103,22	0,74
				Superfície	0,28	24,63	6,28	5,46	107,55	0,66
29/jan/02	11	interno	1,4	Fundo	1,93	25,70	6,38	5,28	102,13	2,86
				Superfície	1,75	25,76	6,40	5,22	89,28	2,36
29/jan/02	10	interno	1,2	Fundo	5,81	26,32	6,78	6,87	80,61	6,24
				Superfície	4,87	26,11	6,76	5,22	65,03	6,00
29/jan/02	8	mediano	1,25	Fundo	19,74	27,55	7,67	5,03	33,63	10,17
				Superfície	16,69	27,96	7,59	5,54	37,72	16,56
29/jan/02	9	mediano	1	Fundo	14,51	27,97	7,24	5,12	21,09	15,93
				Superfície	11,99	27,53	7,24	5,12	21,09	15,93
29/jan/02	7	mediano	1,1	Fundo	18,31	27,40	7,49	4,26	57,82	14,58
				Superfície	15,03	28,04	7,45	5,60	15,86	15,10
29/jan/02	3	externo	1,5	Fundo	29,69	27,16	8,07	5,66	17,49	5,56
				Superfície	19,81	28,35	7,91	6,55	11,23	17,56
29/jan/02	6	externo	1,25	Fundo	23,77	27,81	7,69	4,30	4,61	8,41
				Superfície	21,79	29,55	7,63	5,60	28,92	11,74

Cont. ANEXO 2C – Dados pretéritos da Baía de Guaratuba (Mizerkowski, 2005).

Data	#	Setor	Secchi (m)	Estrato	Salinidade	Temp. (oC)	pH	OD (mg.dm-3)	N_NID (ug.dm-3)	Clorofila-a (ug.dm-3)
29/jan/02	5	externo	1,3	Fundo	24,80	27,97	7,81	5,60	10,75	12,78
				Superfície	23,36	29,10	7,87	6,33	5,77	12,58
29/jan/02	4	externo	1,5	Fundo	26,31	27,64	7,89	5,03	14,83	12,77
				Superfície	23,94	29,42	7,91	6,52	6,31	9,79
29/jan/02	1	externo	1,25	Fundo	31,45	27,36	8,11	6,05	34,61	6,24
				Superfície	25,48	28,81	8,05	6,90	14,45	6,31
29/jan/02	2	externo	1,7	Fundo	29,90	27,83	8,07	6,55	12,03	6,97
				Superfície	28,09	28,09	8,09	6,59	4,69	5,58
6/fev/02	12	interno	2	Fundo	0,30	23,79	6,52	6,37	97,25	0,88
				Superfície	0,29	23,81	6,51	6,80	95,19	0,69
6/fev/02	11	interno	1,5	Fundo	0,31	25,35	6,26	5,33	103,80	1,24
				Superfície	0,29	25,53	6,30	5,67	105,86	1,26
6/fev/02	10	interno	1,5	Fundo	10,41	27,51	7,32	5,24	14,10	30,39
				Superfície	0,98	25,48	6,76	6,49	67,10	13,63
6/fev/02	9	mediano	0,2	Fundo	13,98	27,23	7,56	6,28	7,25	17,40
				Superfície	5,63	27,26	7,56	6,28	7,25	17,40
6/fev/02	7	mediano	1,4	Fundo	20,41	27,41	7,95	6,09	7,24	19,23
				Superfície	15,15	27,27	7,85	6,61	11,32	11,76
6/fev/02	8	mediano	1,4	Fundo	20,70	27,17	8,05	6,37	6,51	12,04
				Superfície	15,00	27,48	8,04	7,20	6,53	10,01
6/fev/02	3	externo	1,4	Fundo	29,11	27,06	8,14	6,31	7,13	6,12
				Superfície	22,12	27,45	8,08	6,71	9,90	7,98
6/fev/02	6	externo	1,4	Fundo	24,50	27,70	7,96	5,63	7,02	12,51
				Superfície	21,89	28,89	7,84	6,22	6,04	3,50
6/fev/02	5	externo	1	Fundo	23,34	27,84	7,88	6,16	8,41	6,64
				Superfície	21,30	28,64	7,88	6,16	8,41	6,64
6/fev/02	4	externo	1,5	Fundo	29,32	27,12	8,12	6,12	5,89	13,23
				Superfície	23,10	28,64	8,12	7,32	7,50	7,65

Cont. ANEXO 2C – Dados pretéritos da Baía de Guaratuba (Mizerkowski, 2005).

Data	#	Setor	Secchi (m)	Estrato	Salinidade	Temp. (oC)	pH	OD (mg.dm-3)	N_NID (ug.dm-3)	Clorofila-a (ug.dm-3)
6/fev/02	1	externo	1,5	Fundo	33,54	26,83	8,17	6,19	8,12	4,46
				Superfície	24,53	28,17	8,16	7,13	5,78	5,23
6/fev/02	2	externo	1,8	Fundo	32,12	26,94	8,17	6,34	7,49	4,06
				Superfície	22,84	28,13	8,19	7,26	6,67	5,14
27/mar/02	12	interno	1,50	Fundo	0,30	24,68	6,60	5,68	109,53	0,94
				Superfície	0,28	24,71	6,48	5,74	102,80	0,65
27/mar/02	11	interno	1,50	Fundo	0,83	25,03	6,26	5,06	98,14	4,36
				Superfície	0,66	25,15	6,22	5,00	94,17	4,30
27/mar/02	10	interno	1,20	Fundo	5,12	26,22	6,73	5,34	28,36	21,40
				Superfície	2,36	25,80	6,52	5,64	61,56	16,29
27/mar/02	9	mediano	0,80	Fundo	14,38	27,51	7,17	4,73	6,28	32,19
				Superfície	11,39	28,53	7,26	6,83	6,75	10,10
27/mar/02	7	mediano	1,00	Fundo	19,98	27,64	7,39	4,15	6,52	34,76
				Superfície	15,99	28,83	7,92	7,60	3,90	16,88
27/mar/02	8	mediano	0,50	Fundo	25,50	27,80	7,92	5,25	4,31	0,22
				Superfície	24,34	28,21	7,93	6,04	5,46	20,90
27/mar/02	3	externo	1,20	Fundo	30,25	27,72	8,01	5,43	4,04	11,80
				Superfície	29,61	27,79	8,02	5,49	4,14	16,50
27/mar/02	6	externo	0,80	Fundo	27,48	27,82	7,94	5,25	4,29	16,31
				Superfície	27,44	27,97	7,96	5,65	6,20	17,01
27/mar/02	5	externo	0,80	Fundo	31,90	27,72	8,03	5,49	5,96	11,42
				Superfície	30,73	28,27	8,03	5,62	3,50	12,75
27/mar/02	4	externo	1,00	Fundo	33,57	27,50	8,04	5,06	6,61	10,78
				Superfície	32,76	27,68	8,06	5,71	4,69	11,03
27/mar/02	1	externo	1,00	Fundo	33,80	27,55	8,07	5,37	6,74	5,34
				Superfície	32,98	27,92	8,06	5,52	5,27	7,03
27/mar/02	2	externo	2,00	Fundo	33,92	27,44	8,07	6,25	6,99	5,85
				Superfície	33,02	28,47	8,10	5,09	3,32	3,39

Cont. ANEXO 2C – Dados pretéritos da Baía de Guaratuba (Mizerkowski, 2005).

Data	#	Setor	Secchi (m)	Estrato	Salinidade	Temp. (oC)	pH	OD (mg.dm-3)	N_NID (ug.dm-3)	Clorofila-a (ug.dm-3)
4/abr/02	1	externo	1,4	Fundo	30,00	26,50	8,03	5,45	42,67	6,00
				Superfície	25,00	26,00	7,9	5,79	48,96	6,71
4/abr/02	2	externo	1,40	Fundo	30,00	26,30	8,03	5,70	41,24	8,34
				Superfície	27,00	26,00	7,98	5,50	42,59	7,15
4/abr/02	12	interno	1,80	Fundo	0,00	22,00	6,77	7,02	168,92	0,60
				Superfície	0,00	22,00	6,63	6,90	160,36	0,70
4/abr/02	11	interno	1,00	Fundo	0,50	23,00	6,19	5,48	201,64	0,66
				Superfície	0,50	23,00	6,26	5,51	201,32	0,64
4/abr/02	10	interno	1,30	Fundo	11,00	25,50	6,88	3,82	115,77	8,26
				Superfície	2,00	23,80	6,61	5,36	168,00	1,98
4/abr/02	9	mediano	1,00	Fundo	12,00	25,00	7,04	4,47	82,16	13,23
				Superfície	8,00	24,50	6,93	4,74	83,19	10,92
4/abr/02	7	mediano	1,70	Fundo	16,00	25,50	7,20	3,91	94,81	17,80
				Superfície	14,00	25,00	7,24	4,87	87,51	18,99
4/abr/02	8	mediano	1,10	Fundo	19,00	26,00	7,26	4,00	82,91	9,89
				Superfície	15,50	25,50	7,31	4,77	85,79	13,39
4/abr/02	3	externo	1,30	Fundo	26,00	26,50	7,87	5,14	50,20	9,18
				Superfície	19,00	26,00	7,53	5,10	90,53	8,58
4/abr/02	6	externo	1,00	Fundo	22,00	25,50	7,31	3,70	89,43	6,08
				Superfície	18,00	25,00	7,27	4,87	99,60	8,54
4/abr/02	5	externo	0,50	Fundo	19,00	25,00	7,34	4,62	92,76	7,83
				Superfície	17,00	25,00	7,34	4,62	92,76	7,83
4/abr/02	4	externo	1,10	Fundo	24,50	26,00	7,49	4,13	70,51	6,08
				Superfície	21,00	25,40	7,41	5,17	80,73	8,74
29/mai/02	12	interno	1,30	Fundo	0,00	19,20	6,77	7,29	126,86	-
				Superfície	0,00	19,20	6,77	7,29	126,86	-
29/mai/02	11	interno	1,30	Fundo	0,00	19,00	6,51	6,84	150,46	-
				Superfície	0,00	19,00	6,45	6,87	144,31	-

Cont. ANEXO 2C – Dados pretéritos da Baía de Guaratuba (Mizerkowski, 2005).

Data	#	Setor	Secchi (m)	Estrato	Salinidade	Temp. (oC)	pH	OD (mg.dm-3)	N_NID (ug.dm-3)	Clorofila-a (ug.dm-3)
29/mai/02	10	interno	1,10	Fundo	11,30	21,00	6,70	6,94	170,75	-
				Superfície	2,00	21,00	6,64	7,16	134,45	-
29/mai/02	9	mediano	0,90	Fundo	11,00	21,00	7,85	8,10	15,79	-
				Superfície	7,50	21,00	8,01	8,63	48,19	-
29/mai/02	7	mediano	1,10	Fundo	14,00	21,00	7,95	7,75	13,32	-
				Superfície	12,00	21,00	8,17	8,78	13,46	-
29/mai/02	8	mediano	1,40	Fundo	21,00	21,00	8,18	7,84	9,34	-
				Superfície	13,00	21,00	8,26	9,31	17,09	-
29/mai/02	3	externo	1,50	Fundo	24,90	22,00	8,22	7,49	10,74	-
				Superfície	18,50	21,90	8,33	9,36	8,67	-
29/mai/02	6	externo	1,50	Fundo	23,40	22,00	8,09	7,19	7,75	-
				Superfície	21,00	22,00	8,03	7,70	8,29	-
29/mai/02	5	externo	1,50	Fundo	22,80	22,30	8,29	9,20	13,53	-
				Superfície	22,80	22,30	8,29	9,20	13,53	-
29/mai/02	4	externo	1,60	Fundo	25,50	22,20	8,23	7,65	7,72	-
				Superfície	21,00	22,10	8,30	9,54	9,38	-
29/mai/02	1	externo	1,80	Fundo	32,70	22,20	8,23	6,93	11,52	-
				Superfície	23,40	22,50	8,38	8,45	8,40	-
29/mai/02	2	externo	1,80	Fundo	33,10	22,50	8,24	6,96	9,82	-
				Superfície	22,80	22,20	8,33	8,81	8,18	-
6/jun/02	12	interno	2,20	Fundo	0,33	20,17	6,95	7,71	179,04	-
				Superfície	0,32	22,62	6,87	7,65	179,25	-
6/jun/02	11	interno	1,8	Fundo	19,41	22,69	7,84	6,07	9,07	-
				Superfície	1,44	21,48	6,87	6,88	144,88	-
6/jun/02	10	interno	1,6	Fundo	22,60	22,92	8,05	6,72	7,50	-
				Superfície	4,73	21,58	7,28	7,31	104,81	-
6/jun/02	9	mediano	1,5	Fundo	20,25	23,33	8,11	6,91	7,79	-
				Superfície	7,43	22,22	7,94	8,86	16,49	-

Cont. ANEXO 2C – Dados pretéritos da Baía de Guaratuba (Mizerkowski, 2005).

Data	#	Setor	Secchi (m)	Estrato	Salinidade	Temp. (oC)	pH	OD (mg.dm-3)	N_NID (ug.dm-3)	Clorofila-a (ug.dm-3)
6/jun/02	7	mediano	1,5	Fundo	26,64	23,10	8,19	6,78	3,32	-
				Superfície	17,40	23,39	8,23	7,99	6,44	-
6/jun/02	8	mediano	1,3	Fundo	28,54	23,23	8,24	7,22	3,92	-
				Superfície	23,16	23,29	8,24	7,34	5,99	-
6/jun/02	3	externo	2	Fundo	31,56	23,07	8,22	7,00	9,00	-
				Superfície	27,15	23,23	8,26	7,46	8,45	-
6/jun/02	2	externo	1,8	Fundo	33,79	23,17	8,21	6,97	5,42	-
				Superfície	24,54	23,28	8,23	6,97	4,39	-
6/jun/02	6	externo	2	Fundo	29,11	23,29	8,22	6,81	3,75	-
				Superfície	25,82	23,86	8,25	7,56	2,96	-
6/jun/02	5	externo	1,6	Fundo	30,31	23,32	8,27	7,43	4,75	-
				Superfície	23,71	23,84	8,21	7,59	6,38	-
6/jun/02	4	externo	1,5	Fundo	32,81	23,03	8,23	6,81	7,17	-
				Superfície	27,13	24,12	8,26	7,56	5,52	-
6/jun/02	1	externo	2	Fundo	33,80	23,06	8,23	7,06	6,84	-
				Superfície	29,85	23,78	8,27	7,46	5,75	-
15/ago/02	1	externo	2,7	Fundo	32,00	18,91	8,13	7,79	36,10	-
				Superfície	31,00	18,91	8,14	7,61	52,16	-
15/ago/02	2	externo	2,50	Fundo	29,95	18,91	8,15	7,68	43,22	-
				Superfície	29,43	18,91	8,12	7,64	65,65	-
15/ago/02	12	interno	1,50	Fundo	0,38	18,11	6,92	7,77	180,55	-
				Superfície	0,37	18,11	6,84	7,88	171,16	-
15/ago/02	11	interno	1,40	Fundo	2,11	18,93	6,75	6,97	287,51	-
				Superfície	2,23	18,93	6,74	6,97	171,88	-
15/ago/02	10	interno	1,30	Fundo	9,68	19,61	7,23	6,65	166,63	-
				Superfície	6,41	19,29	7,12	7,00	112,39	-
15/ago/02	9	mediano	1,10	Fundo	14,00	19,38	7,51	6,51	103,72	-
				Superfície	10,00	19,25	7,33	7,18	123,28	-



Cont. ANEXO 2C – Dados pretéritos da Baía de Guaratuba (Mizerkowski, 2005).

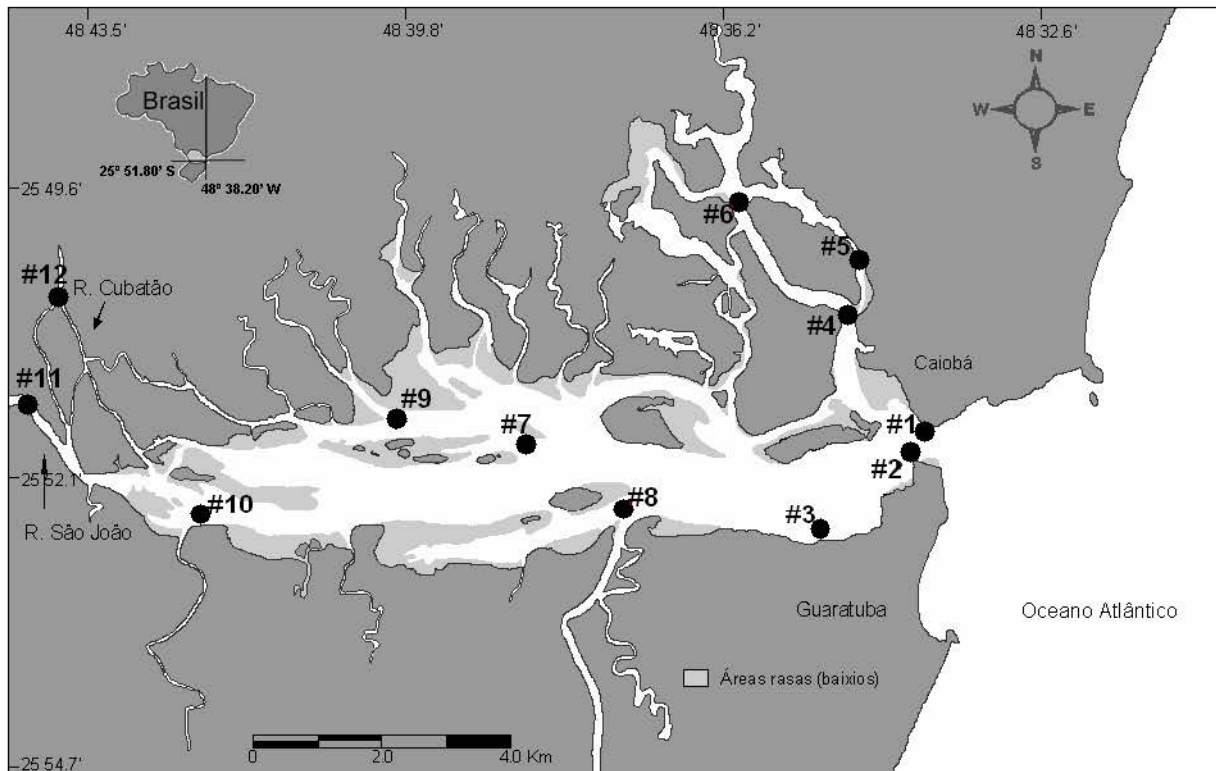
Data	#	Setor	Secchi (m)	Estrato	Salinidade	Temp. (oC)	pH	OD (mg.dm-3)	N_NID (ug.dm-3)	Clorofila-a (ug.dm-3)
15/ago/02	7	mediano	1,00	Fundo	17,41	19,38	7,57	6,48	147,44	-
				Superfície	12,19	19,25	7,45	6,97	105,99	-
15/ago/02	8	mediano	1,90	Fundo	22,15	19,26	7,84	6,80	144,67	-
				Superfície	18,55	19,17	7,65	6,47	162,22	-
15/ago/02	3	externo	2,50	Fundo	24,91	19,15	7,99	7,12	150,34	-
				Superfície	17,34	19,05	7,80	7,26	139,46	-
15/ago/02	6	externo	2,50	Fundo	23,36	19,55	7,74	6,08	162,32	-
				Superfície	23,03	19,41	7,68	6,02	162,93	-
15/ago/02	5	externo	2,40	Fundo	23,94	19,25	7,92	6,81	115,78	-
				Superfície	0,83	18,96	7,94	6,87	114,95	-
15/ago/02	4	externo	2,50	Fundo	25,91	19,15	8,05	7,12	140,34	-
				Superfície	25,02	19,18	8,01	7,18	97,48	-
22/ago/02	12	interno	1,30	Fundo	0,35	20,24	7,07	7,354	156,77	-
				Superfície	0,35	20,24	6,84	7,294	160,98	-
22/ago/02	11	interno	1,60	Fundo	1,80	21,13	6,66	6,663	138,53	-
				Superfície	0,76	21,03	6,65	6,690	132,65	-
22/ago/02	10	interno	1,40	Fundo	9,14	21,50	7,23	7,415	26,08	-
				Superfície	7,57	21,46	7,29	9,887	22,66	-
22/ago/02	9	mediano	1,00	Fundo	16,53	21,41	7,70	6,570	16,69	-
				Superfície	16,36	21,39	7,72	6,872	12,70	-
22/ago/02	7	mediano	1,50	Fundo	20,00	21,41	7,80	6,510	25,92	-
				Superfície	18,00	21,39	7,87	7,022	22,33	-
22/ago/02	8	mediano	2,00	Fundo	23,36	20,75	8,02	6,992	36,13	-
				Superfície	22,05	20,91	7,97	6,963	32,74	-
22/ago/02	3	externo	1,80	Fundo	27,38	20,17	8,10	7,477	12,00	-
				Superfície	26,54	20,31	8,10	7,053	30,07	-
22/ago/02	6	externo	2,00	Fundo	25,19	20,63	8,04	6,872	30,41	-
				Superfície	25,14	20,69	8,03	6,992	17,64	-

Cont. ANEXO 2C – Dados pretéritos da Baía de Guaratuba (Mizerkowski, 2005).

Data	#	Setor	Secchi (m)	Estrato	Salinidade	Temp. (oC)	pH	OD (mg.dm-3)	N_NID (ug.dm-3)	Clorofila-a (ug.dm-3)
22/ago/02	5	externo	1,50	Fundo	29,00	20,63	8,10	9,286	23,56	
				Superfície	29,00	20,69	8,11	6,811	22,39	
22/ago/02	4	externo	1,60	Fundo	29,80	19,84	8,15	8,078	17,41	
				Superfície	29,13	20,06	8,12	7,415	23,73	
22/ago/02	2	externo	1,50	Fundo	30,26	19,79	8,17	7,625	52,08	
				Superfície	30,17	19,81	8,15	7,264	16,91	
22/ago/02	1	externo	1,60	Fundo	30,26	19,82	8,16	7,866	21,93	
				Superfície	29,74	19,89	8,15	10,730	30,90	

ANEXO 2D – Mapa da área de estudo mostrando os doze pontos amostrados em 2002-2003.

Fonte: Mizerkowski, 2005.



### ANEXO 3 – Dados referentes à Baía das Laranjeiras

ANEXO 3A – Variáveis utilizadas para a determinação do estado trófico do sistema estuarino de Laranjeiras e suas respectivas fontes.

VARIÁVEL	FONTE
Concentração de Nitrogênio do Aporte Fluvial	Dados pretéritos, Brandini, 2000
Aporte Fluvial	SUDERHSA (1978-2006)
Salinidade da Água Marinha	Brandini, 2000
Salinidade Estuarina Média	Dados coletados, Brandini, 2000
Concentração de Nitrogênio Oceânica	Brandini, 2000
Prisma de Maré	Marone e Camargo, 1994
Período da Maré	Marone e Camargo, 1994
Carga de Efluentes	Calculado a partir de ANA, 2001; IBGE, 2000; Meybeck e Helmer, 1989; Meybeck <i>et al.</i> , 1989)
Exportação Líquida de Água	Calculado a partir de Marone e Camargo, 1994
Clorofila- <i>a</i>	Dados coletados, Brandini, 2000
Epífitas	Nenhum dado disponível
Macroalgas	Especialista (Franciane Pellizari), Observações locais e da comunidade
Oxigênio Dissolvido	Dados coletados
Vegetação Aquática Submersa	Nenhum dado disponível
Florescimentos de Algas Nocivas ou Tóxicas	Especialista (Luciano Fernandes); Procopiak <i>et al.</i> , 2006
Padrão de Estratificação	Marone e Camargo, 1994
Volume do Estuário	Knoppers <i>et al.</i> , 1987
Range de Maré	Marone e Camargo, 1994

## ANEXO 3B – Dados coletados na Baía das Laranjeiras.

Data	#	Latitude	Longitude	Prof. (m)	Secchi (m)	Estrato	Temp. (°C)	Salinidade	pH	OD (mg.dm <sup>-3</sup> )	N_NID (ug.dm <sup>-3</sup> )	Clorofila-a (ug.dm <sup>-3</sup> )
15/3/2007	EL9R	S 25° 29' 09.9"	W 48° 18' 28.5"	6	1,6	Fundo	28,5	25	8,03	5,877	36,89	16,19
						Superfície	28,5	21	8,04	5,700	98,19	1,26
15/3/2007	EL6F	S 25° 27' 16.8"	W 48° 20' 28.3"	8	1,9	Fundo	29	27	8,04	5,246	48,37	3,25
						Superfície	28,5	30	8,05	5,902	37,65	3,48
15/3/2007	EL5R	S 25° 26' 57.6"	W 48° 20' 28.7"	6	1,1	Fundo	29	29	8,04	5,337	51,16	8,27
						Superfície	29,5	24	8,1	6,768	25,05	1,04
15/3/2007	ML9F	S 25° 25' 09.2"	W 48° 21' 13.1"	10	1,5	Fundo	29,5	26	8,02	5,609	50,88	3,82
						Superfície	30	25	8,06	6,811	23,80	1,49
15/3/2007	ML4R	S 25° 22' 43.7"	W 48° 20' 22.0"	10	1,1	Fundo	29	25	7,92	5,645	58,09	5,39
						Superfície	30	22	8,08	6,797	22,65	3,15
15/3/2007	ML2F	S 25° 22' 23.3"	W 48° 20' 39.1"	6	0,8	Fundo	29,5	28	7,65	5,237	66,70	3,38
						Superfície	30,5	22	8,13	8,790	38,86	1,79
15/3/2007	IL8R	S 25° 21' 36.6"	W 48° 20' 22.3"	4	1	Fundo	29,8	23	8,09	8,824	25,22	6,11
						Superfície	30	23	8,06	8,415	21,61	2,73
15/3/2007	IL5F	S 25° 20' 43.2"	W 48° 20' 39.2"	6	0,7	Fundo	29	25	7,9	4,746	62,56	4,12
						Superfície	30,5	22	8,14	-	34,99	5,24
15/3/2007	IL1R	S 25° 19' 39.6"	W 48° 20' 03.9"	2,5	0,7	Meia-Água	29	24	8,05	-	40,36	10,68
16/3/2007	IO1F	S 25° 19' 42.8"	W 48° 22' 50.7"	3	0,8	Fundo	30	25	7,65	-	22,49	8,19
						Superfície	29	25	7,63	7,071	23,12	6,85
16/3/2007	IO5R	S 25° 20' 13.5"	W 48° 23' 08.2"	2,8	0,6	Fundo	29	24	8,04	6,610	24,26	7,82
						Superfície	29	26	7,96	6,911	19,75	8,69
16/3/2007	IO8F	S 25° 20' 57.7"	W 48° 22' 49.0"	3	0,4	Fundo	28,5	28	7,93	6,741	23,16	8,19
						Superfície	28	26	7,88	6,511	27,75	4,52
16/3/2007	MO2R	S 25° 21' 20.4"	W 48° 23' 09.9"	3	0,7	Fundo	27	30	7,96	6,519	20,68	4,52
						Superfície	28,8	30	7,97	6,337	23,86	4,72
16/3/2007	MO4F	S 25° 23' 33.3"	W 48° 23' 45.0"	2,5	0,4	Fundo	29	27	8,01	7,397	16,23	4,77
						Superfície	29	27	8	7,453	21,53	3,08

Cont. ANEXO 3B – Dados coletados na Baía das Laranjeiras.

Data	#	Latitude	Longitude	Prof. (m)	Secchi (m)	Estrato	Temp. (°C)	Salinidade	pH	OD (mg.dm <sup>-3</sup> )	N_NID (ug.dm <sup>-3</sup> )	Clorofila-a (ug.dm <sup>-3</sup> )
16/3/2007	MO9R	S 25° 25' 24.9"	W 48° 24 19.7	5	0,8	Fundo	28	30	8,03	8,407	18,66	5,41
						Superfície	28	30	8,03	6,744	28,23	3,43
16/3/2007	EO5F	S 25° 27' 56.5"	W 48° 22 25.9	10	1	Fundo	28	31	8,03	6,511	30,17	1,89
						Superfície	28	31	8,08	8,690	30,83	2,11
16/3/2007	EO6R	S 25° 28' 20.2"	W 48° 22 43.5	3	0,7	Superfície	27	33	8,03	6,445	30,64	2,81
						Fundo	27,8	33	8,06	14,760	24,45	3,38
16/3/2007	EO9F	S 25° 29' 05.6"	W 48° 24 20.9	3	0,6	Fundo	28	30	8,17	6,722	25,25	4,72
						Superfície	28	30	8,16	7,005	29,06	4,64

ANEXO 3C – Dados pretéritos coletados em 1998-1999 na baía das Laranjeiras. Fonte: Brandini (2000).

#	Data	Prof. (m)	Secchi (m)	Estrato	Temp. (°C)	Salinidade	pH	OD (mg.dm <sup>-3</sup> )	N_NID (ug.dm <sup>-3</sup> )	Clorofila-a (ug.dm <sup>-3</sup> )
1	Jan98	14,00	3,50	Superfície	27,0	24,0	7,99	6,32	1,42	5,07
				Fundo	27,5	27,0	7,97	5,7	2,16	7,55
1	Fev98	14,00	1,60	Superfície	27,5	12,5	8,38	8,35	1,83	14,94
				Fundo	26,0	28,0	8,15	6,1	4,74	16,77
1	Mar98	17,00	1,50	Superfície	28,5	16,0	8,20	7,83	1,09	6,86
				Fundo	28,0	25,0	8,01	4,7	5,08	16,62
1	Abr98	7,04	1,50	Superfície	23,4	23,8	7,86	6,89	10,85	5,57
				Fundo	24,1	25,1	7,9	6,2	10,87	6,74
1	Mai98	15,35	2,00	Superfície	22,3	28,4	8,06	7,26	5,14	4,82
				Fundo	23,9	32,6	8,12	6,0	5,40	6,33
1	Jun98	6,58	3,00	Superfície	20,4	25,2	8,07	8,13	0,91	7,19
				Fundo	21,2	33,0	8,03	7,6	1,57	7,57
1	Jul98	17,10	1,70	Superfície	18,1	25,5	7,96	7,98	3,79	5,25
				Fundo	18,9	25,2	7,84	8,1	4,75	5,08
1	Ago98	14,50	2,15	Superfície	21,0	26,2	7,98	7,93	3,14	7,07
				Fundo	21,01	28,32	8,15	7,6	2,57	6,72
1	Set98	10,78	2,50	Superfície	20,4	21,9	7,82	7,56	7,06	5,87
				Fundo	20,27	29,90	7,86	6,6	4,43	6,52
1	Out98	15,42	2,30	Superfície	22,1	16,3	7,76	8,33	5,78	7,02
				Fundo	20,3	28,14	7,73	6,8	5,58	5,44
1	Nov98	14,00	2,50	Superfície	24,1	24,0	7,92	6,76	1,31	6,26
				Fundo	23,55	31,22	8,02	6,1	0,80	11,68
1	Dez98	7,83	2,00	Superfície	26,6	30,1	8,10	6,04	1,06	5,97
				Fundo	26,63	30,18	8,12	6,3	1,06	6,56
1	Jan99	10,21	2,10	Superfície	29,1	21,0	8,11	7,00	0,94	7,13
				Fundo	27,18	31,07	7,91	5,3	0,87	25,85
1	Fev99	11,05	3,80	Superfície	26,9	24,9	7,95	6,46	0,88	8,45
				Fundo	27,60	29,75	7,97	5,8	1,47	12,17
1	Mar99	10,36	1,25	Superfície	29,2	25,5	8,13	6,98	1,33	6,02
				Fundo	28,6	26,00	8,08	6,3	0,47	9,97

Cont. ANEXO 3C – Dados pretéritos coletados em 1998-1999 na baía das Laranjeiras. Fonte: Brandini (2000).

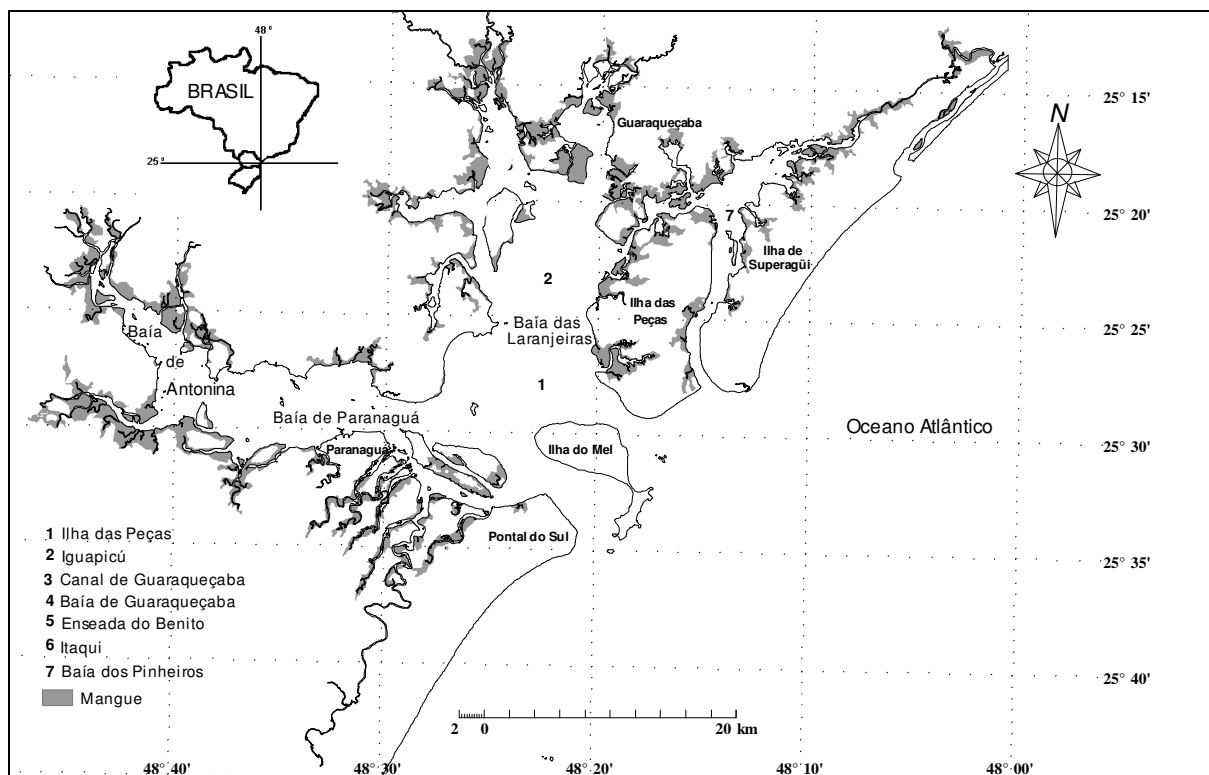
#	Data	Prof. (m)	Secchi (m)	Estrato	Temp. (°C)	Salinidade	pH	OD (mg.dm <sup>-3</sup> )	N_NID (ug.dm <sup>-3</sup> )	Clorofila-a (ug.dm <sup>-3</sup> )
2	Dez97	1,00	0,80	Superfície	25,0	22,0	7,76	7,31	1,10	16,94
				Fundo	25	22,0	7,78	6,32	1,18	19,02
2	Jan98	2,00	1,50	Superfície	28,0	22,0	7,63	5,73	3,16	7,37
				Fundo	28,5	22,0	7,65	5,69	3,12	5,66
2	Fev98	5,00	1,40	Superfície	27,5	10,0	7,88	7,39	6,88	16,01
				Fundo	26,5	25,5	7,88	4,98	11,01	11,89
2	Mar98	4,00	1,00	Superfície	28,5	12,0	7,71	6,23	4,25	23,26
				Fundo	28,0	22,0	7,72	5,98	3,47	23,73
2	Abr98	2,70	1,20	Superfície	22,8	15,5	7,56	6,36	14,46	5,80
				Fundo	23,7	21,4	7,55	5,91	13,51	6,62
2	Mai98	3,84	2,50	Superfície	23,0	19,1	8,03	6,54	3,48	7,37
				Fundo	22,5	30,1	7,93	6,37	4,21	18,13
2	Jun98	2,17	1,50	Superfície	20,1	28,8	8,02	7,95	1,59	10,79
				Fundo	20,3	28,3	8,02	7,95	1,59	10,79
2	Jul98	1,50	0,50	Superfície	18,4	24,1	7,80	7,88	5,02	8,11
				Fundo	18,4	24,3	7,80	7,88	5,02	8,11
2	Ago98	6,17	2,00	Superfície	21,3	22,5	7,84	7,52	4,88	7,64
				Fundo	21,34	26,13	7,92	7,44	4,36	9,21
2	Set98	5,57	2,00	Superfície	20,0	15,5	7,46	7,11	9,71	4,71
				Fundo	20,39	26,94	7,76	6,67	6,31	8,97
2	Out98	4,48	2,00	Superfície	21,8	12,5	7,51	7,55	8,79	6,52
				Fundo	21,7	19,72	7,52	7,23	6,93	5,40
2	Nov98	3,68	2,00	Superfície	24,4	23,7	7,80	6,08	0,86	7,22
				Fundo	24,34	25,77	7,86	5,43	0,69	46,94
2	Dez98	4,26	1,60	Superfície	27,9	22,7	7,86	5,74	0,83	10,05
				Fundo	27,57	25,55	7,84	5,53	0,85	8,87



Cont. ANEXO 3C – Dados pretéritos coletados em 1998-1999 na baía das Laranjeiras. Fonte: Brandini (2000).

#	Data	Prof. (m)	Secchi (m)	Estrato	Temp. (°C)	Salinidade	pH	OD (mg.dm <sup>-3</sup> )	N_NID (ug.dm <sup>-3</sup> )	Clorofila-a (ug.dm <sup>-3</sup> )
				Superfície	29,7	18,7	8,15	7,60	0,82	7,21
2	Jan99	4,53	2,40	Fundo	27,66	28,07	7,96	5,28	0,87	32,35
				Superfície	26,9	18,6	7,65	5,79	4,03	10,52
2	Fev99	6,20	1,80	Fundo	27,73	26,41	7,83	4,75	2,33	33,10
				Superfície	29,2	24,0	7,85	5,49	0,74	22,12
2	Mar99	3,95	0,90	Fundo	28,86	24,50	7,89	5,18	1,30	25,63

ANEXO 3D – Mapa da área amostrada em 1998-1999. Fonte: Brandini (2000).



**ANEXO 4 – Dados referentes à Baía de Cananéia.**

ANEXO 4A – Variáveis utilizadas para a determinação do estado trófico do sistema estuarino de Cananéia e suas respectivas fontes.

VARIÁVEL	FONTE
Concentração de Nitrogênio do Aporte Fluvial	CETESB, 2007
Aporte Fluvial	CETESB, 2007; Bérghamo, 2001
Salinidade da Água Marinha	Dados coletados
Salinidade Estuarina Média	Dados coletados
Concentração de Nitrogênio Oceânica	Dados coletados
Prisma de Maré	Calculado a partir de Bernardes, 2001
Período da Maré	Bérghamo, 2000
Carga de Efluentes	Calculado a partir de ANA, 2001; IBGE, 2000; Meybeck e Helmer, 1989; Meybeck <i>et al.</i> , 1989)
Exportação Líquida de Água	Calculado a partir de Bernardes, 2001
Clorofila- <i>a</i>	Dados coletados
Epífitas	Nenhum dado disponível
Macroalgas	Informação de especialista (Nair Yokoya)
Oxigênio Dissolvido	Dados coletados
Vegetação Aquática Submersa	Nenhum dado disponível
Florescimentos de Algas Nocivas ou Tóxicas	Informação de especialista (João Juan Barrera-Alba)
Padrão de Estratificação	Bérghamo, 2001
Volume do Estuário	Calculado a partir de Bernardes, 2001
Range de Maré	Bérghamo, 2000

## ANEXO 4B – Dados coletados na Baía de Cananéia.

Data	#	Latitude	Longitude	Prof. (m)	Secchi (m)	Estrato	Temp. (°C)	Salinidade	pH	OD (mg.dm <sup>-3</sup> )	N_NID (ug.dm <sup>-3</sup> )	Clorofila-a (ug.dm <sup>-3</sup> )
30/10/2006	EN7R	S 25° 03' 45"	W 47° 55' 30,7"	1,3	0,7	Superfície	25	23	7,88	7,920	34,23	0,83
30/10/2006	ES7F	25° 02' 04"	47° 55' 15,7"	15	1,4	Superfície	24	30	7,96	7,471	19,84	0,58
						Fundo	23	33	7,8	7,631	63,16	0,58
30/10/2006	ES5R	25° 04' 22,4"	47° 55' 47,7"	9	1	Superfície	24	30	8	8,085	56,70	1,59
						Fundo	23	32	8,01	8,480	23,99	1,94
30/10/2006	EN5F	25° 03' 31,5"	47° 56' 19,1"	5	1,6	Superfície	24,5	28	8,03	7,952	33,90	0,37
						Fundo	24	31,5	8,02	8,102	24,19	0,45
30/10/2006	EN2R	25° 03' 59,4"	47° 56' 47,6"	2	1,3	Superfície	24,8	29	8	7,884	58,46	0,63
30/10/2006	ES2F	25° 04' 40,8"	47° 56' 40,8"	10	2,2	Superfície	25	25	7,97	7,772	13,35	0,44
						Fundo	25	28	7,9	7,874	15,06	0,99
30/10/2006	MS9R	25° 03' 59,2"	47° 57' 22,4"	2,2	1,5	Meia-Água	24,5	27	7,94	8,433	7,29	0,53
30/10/2006	MN9F	25° 04' 43,5 "	47° 56' 59,1'	9	2,3	Superfície	25	26,5	8,02	8,561	52,70	0,79
						Fundo	23,5	28,5	7,96	7,941	22,12	1,35
30/10/2006	MN5R	25° 04' 38,1"	47° 57' 51,6"	2	1,5	Meia-Água	25	27	7,95	8,921	12,70	1,14
30/10/2006	MS5F	25° 04' 24,3"	47° 57' 48,7"	10	2,5	Superfície	24,6	26,5	7,99	7,618	11,47	0,78
						Fundo	24,2	27	7,98	8,422	13,72	0,73
30/10/2006	MS2R	25° 03' 56,2"	47° 59' 09,5"	1,5	0,9	Meia-Água	25	27	8,01	8,230	18,71	0,85
30/10/2006	MN2F	25° 04' 50,1 "	47° 58' 21,5'	11,5	2,6	Superfície	24	27	7,99	7,694	17,17	0,74
						Fundo	24	28	7,96	8,409	19,88	1,00
30/10/2006	IN8R	25° 03' 45,9"	47° 59' 49,8"	1,5	1,4	Meia-Água	24,5	28	7,87	8,528	21,66	1,44
30/10/2006	IS8F	25° 04' 48 "	48° 00' 07,8'	12,5	2,3	Superfície	24,5	28	7,98	8,561	9,33	0,37
						Fundo	24	28	8,05	8,249	11,22	1,14
30/10/2006	IS4R	25° 03' 41,9"	48° 00' 51,8"	2	1,3	Superfície	24,8	27	7,96	8,411	17,47	0,90
30/10/2006	IN4F	25° 04' 12,7"	48° 00' 246,8"	11,5	2,05	Superfície	24,8	28	8	8,650	12,25	0,53
						Fundo	24	28,5	7,94	8,618	53,56	0,41
30/10/2006	IN2R	25° 02' 56,7"	48° 01' 37"	1,5	1,5	Superfície	24,5	27	7,95	8,772	20,19	0,70
30/10/2006	IS2F	25° 02' 50,3"	48° 01' 18,9"	13,5	1,6	Superfície	25,8	26,5	7,95	8,410	34,56	0,59
						Fundo	23,8	28	7,93	8,400	45,63	1,30

## ANEXO 4B – Dados coletados na Baía de Cananéia.

Data	#	Latitude	Longitude	Prof. (m)	Secchi (m)	Estrato	Temp. (oC)	Salinidade	pH	OD (mg.dm-3)	N_NID (ug.dm-3)	Clorofila-a (ug.dm-3)
20/3/2007	EN7R	25° 03 ' 45"	47° 55' 30 ,7"	3,5	0,85	Fundo	28	23	7,71	5,00	119,44	11,35
						Superfície	28	23	7,63	5,36	83,24	8,81
20/3/2007	ES7F	25° 02' 04"	47° 55' 15,7"	8,5	1,15	Fundo	28	28	8,01	5,77	38,95	6,26
						Superfície	28	25	7,97	6,12	53,97	5,71
20/3/2007	ES5R	25° 04' 22,4"	47° 55' 47,7"	2,5	0,9	Meia-Água	28	25,5	8,02	6,86	21,38	6,06
20/3/2007	EN5F	25° 03' 31,5"	47° 56' 19,1"	5,5	0,6	Fundo	27,8	29	8,06	5,50	31,05	8,39
						Superfície	28	30	8,07	5,96	27,69	5,11
20/3/2007	EN2R	25° 03' 59,4"	47° 56' 47,6"	2,5	1	Meia-Água	28,2	27	8,05	5,98	40,57	7,77
20/3/2007	ES2F	25° 04' 40,8"	47° 56' 40,8"	9	1,1	Fundo	27	28	8,01	5,79	27,16	6,11
						Superfície	28	26,5	8,06	6,85	29,92	7,77
20/3/2007	MS9R	25° 03' 59,2"	47° 57' 22,4"	4,5	0,95	Fundo	28	28	8	5,82	54,27	7,40
						Superfície	29,5	27	8,08	7,18	72,79	5,14
20/3/2007	MN9F	25° 04' 43,5 "	47° 56' 59,1'	9	0,85	Fundo	28	25,3	8,02	5,49	51,24	4,89
						Superfície	28,5	26	8,07	7,75	53,52	7,15
20/3/2007	MN5R	25° 04 ' 38,1"	47° 57' 51,6"	3	1,08	Meia-Água	28,8	25	8,08	7,37	29,86	9,86
20/3/2007	MS5F	25° 04' 24,3"	47° 57 48,7"	11	1,35	Fundo	28	29	8	5,64	48,76	3,75
						Superfície	29	29	8,07	7,09	18,37	6,85
20/3/2007	MS2R	25° 03' 56,2"	47° 59' 09,5"	3	0,25	Meia-Água	30	29,5	8,18	8,56	32,62	7,87
20/3/2007	MN2F	25° 04' 50,1 "	47° 58' 21,5'	12	1,35	Fundo	28,5	29,5	7,97	5,34	43,04	9,16
						Superfície	29	26	8,12	7,75	18,36	6,55
20/3/2007	IN8R	25° 03' 45,9"	47° 59' 49,8"	2	0,25	Meia-Água	29	26	8,05	6,69	14,07	17,23
20/3/2007	IS8F	25° 04' 48 "	48° 00' 07,8'	14	1,3	Fundo	27,5	28	7,95	4,56	71,95	79,94
						Superfície	29	27	8,13	7,93	17,89	7,35
20/3/2007	IS4R	25° 03' 41,9"	48° 00' 51,8"	2	0,35	Meia-Água	28,2	27	8,03	6,39	35,16	8,74
20/3/2007	IN4F	25° 04 ' 12,7"	48° 00' 246,8"	7	0,95	Fundo	28	26,5	7,98	5,55	32,40	7,37
						Superfície	28,5	26	8,05	7,20	15,27	7,87
20/3/2007	IN2R	25° 02 ' 56,7"	48° 01' 37"	2	0,5	Meia-Água	29,5	25	8,09	8,23	11,31	9,46
20/3/2007	IS2F	25° 02' 50,3"	48° 01' 18,9"	14	1,1	Fundo	27,8	27,5	7,96	5,48	28,57	7,40
						Superfície	29	26	8,13	8,33	13,06	6,26

