

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Engenharia Agrícola

**RELAÇÕES ÁGUA -SOLO NO SISTEMA AMBIENTAL DO
ESTUÁRIO DE ITANHAÉM (SP).**

Eliane Marta Quiñones

Orientador: Prof. Dr. Archimedes Perez Filho

Campinas (SP)
2000

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Engenharia Agrícola

**RELAÇÕES ÁGUA -SOLO NO SISTEMA AMBIENTAL DO
ESTUÁRIO DE ITANHAÉM (SP).**

Eliane Marta Quiñones

Orientador: Prof. Dr. Archimedes Perez Filho

Tese de Doutorado elaborada junto ao
Curso de Pós-Graduação na Engenharia
Agrícola – Área de Concentração:Água e
Solo para obtenção do Título de Doutor em
Engenharia Agrícola.

Campinas (SP)
2000

ESTA ERRATA CONTÉM OS CRÉDITOS DEVIDOS À SRA. SAMARA VICENTE CAZZOLI, OMITIDOS NA VERSÃO ORIGINAL DA TESE, EM RAZÃO DE ALGUNS TRECHOS TRANSCRITOS CONSTAREM SUA REFERENCIAÇÃO DE FORMA INADEQUADA/INCOMPLETA.

Página 44 (linhas 1-4), Parágrafo 1, onde se lê:

A região estudada situa-se na ampla Planície Costeira de Itanhaém, a qual foi definida por SUGUIO & MARTIN (1978), e está incluída em domínios do Litoral Sudeste ou das Escarpas Cristalinas, mais especificamente na porção centro-sul do Estado de São Paulo, no Compartimento Santos-Itanhaém-Peruíbe.

Leia-se:

A região estudada situa-se em ampla Planície Costeira de Itanhaém. Compreendida em domínios do Litoral Sudeste ou das Escarpas Cristalinas, centro-sul do Estado de São Paulo, no Compartimento Santos-Itanhaém-Peruíbe (SUGUIO; MARTIN, 1978; FÚLFARO et al, 1974 apud CAZZOLI, 1997).

Página 44 (linhas 5-8), Parágrafo 2, onde se lê:

Esta planície apresenta direção aproximada de N50°E e dimensões máximas de 40 quilômetros de comprimento por cerca de 15 quilômetros de largura. Trata-se, na verdade, de uma planície costeira intercalada por morros cristalinos com diferentes faixas de sedimentação, entre o sopé da Serra do Mar e a linha de praias retilíneas.

Leia-se:

A direção aproximada desta planície é de N50°E, e chega a atingir dimensões máximas de 40 km de comprimento por cerca de 15 km de largura. É uma planície costeira, interposta por morros cristalinos e faixas de sedimentação diferenciadas, que se localizam entre o sopé da Serra do Mar e a linha de praias retilíneas (CAZZOLI, 1997).

Página 44 (linhas 9-15), Parágrafo 3, onde se lê:

A configuração desta planície aproxima-se de uma semi-elipse, sendo o arco dado a nordeste (NE) pelo Esporão de Mongaguá, a norte e noroeste (N e NW) por trechos da Serra do Mar, correspondentes a feições estruturais como o Alinhamento do Paranapanema e a Zona de Cisalhamento de Cubatão e, finalmente, a sudoeste (SW) pelo Maciço de Itatins-Juréia. A corda da semi-elipse é dada pelo Oceano Atlântico. Estes elementos físicos geraram características particulares para esta planície (formas de relevo, rede de drenagem e clima), diferenciando-se das planícies adjacentes.

Leia-se:

Com relação à configuração desta planície, Cazzoli (1997) descreve que se aproxima a uma semi-elipse, sendo o arco dado a nordeste (NE) pelo Esporão de Mongaguá, a norte e noroeste (N e NW) por trechos da Serra do Mar, correspondentes a feições estruturais como o Alinhamento do Paranapanema e a Zona de Cisalhamento de Cubatão e, finalmente, a sudoeste (SW) pelo Maciço de Itatins-Juréia. A corda da semi-elipse é dada pelo Oceano Atlântico. Cazzoli (1997) menciona ainda, que estes elementos físicos geraram características particulares para esta planície (formas de relevo, rede de drenagem e clima), diferenciando-se das planícies vizinhas.

Página 44 (linhas 16-19), Parágrafo 4, onde se lê:

A rede de drenagem está constituída pela bacia hidrográfica do Rio Itanhaém, que corresponde, em extensão, à segunda maior bacia do litoral paulista (BATRES, 1978). Conforme constatado durante a pesquisa, o regime hidrológico do Rio Itanhaém é ajustado à pluviosidade local com vazões maiores nos meses de verão.

Leia-se:

A rede de drenagem está composta pela bacia hidrográfica do Rio Itanhaém, representando a segunda maior bacia do litoral paulista, em extensão (BATRES, 1978 apud CAZZOLI, 1997). No tocante ao regime hidrológico do Rio Itanhaém, este apresenta vazões maiores nos meses de verão, em razão de ser ajustado à pluviosidade local (DAEE, 1979 apud CAZZOLI, 1997).

Página 45 (linhas 2-6), Parágrafo 1, onde se lê:

Com exceção dos Rios Aguapeu e Preto, os altos cursos destes rios estão locados nas escarpas da Serra do Mar, devidamente controlados pelas estruturas tectônicas presentes, constituindo o alinhamento entre os Rios Mambu-Branco-Itanhaém o melhor exemplo disto, com sua calha encaixada em falha gravitacional transversal ao Alinhamento de Cubatão.

Leia-se:

Segundo estudos realizados por Fúlfaro et al (1974); Batres, (1978); Hasui et al (1978); Teissedre et al, (1981) apud Cazzoli (1997), os altos cursos dos rios Branco, Preto e Mambú estão locados nas escarpas da Serra do Mar e controlados, devidamente, pelas estruturas tectônicas presentes. De acordo com Cazzoli (1997), o alinhamento entre os Rios Mambu-Branco-Itanhaém apresenta sua calha encaixada em falha gravitacional transversal ao Alinhamento de Cubatão.

Página 45 (linhas 15-19), Parágrafo 3, onde se lê:

Geomorfologicamente, a área de estudo está contida na província Costeira, assim definida por ALMEIDA (1964) e pelo IPT (1981a), podendo ser subdividida nas subzonas Serrania Costeira e Baixada

Leia-se:

Cazzoli (1997) ao estudar a região constatou que geomorfologicamente, a área de estudo está inserida na Província Costeira, conforme denominação de Almeida (1964) e IPT (1981a). No

Litorânea, sendo que cada subzona possui características geomorfológicas próprias, refletindo as condições genéticas ligadas ao arcabouço tectônico.

entanto, pode ser subdividida por subzonas: a Serrania Costeira e a Baixada Litorânea. Vale destacar que, cada subzona apresenta características geomorfológicas próprias. Por esta razão, acabam por refletir as condições genéticas correspondentes ao arcabouço tectônico.

Página 45 (linhas 20-22), Parágrafo 4, onde se lê:

Os morros cristalinos isolados presentes nesta planície não possuem uma classificação geomorfológica específica, correspondendo a paleoilhas atualmente incorporadas ao continente.

Leia-se:

Foi constatado ainda por Cazzoli (1997), que nesta planície, os morros cristalinos isolados não possuem uma classificação geomorfológica específica. Neste caso, adequando-se então, como paleoilhas, que foram incorporadas ao continente.

Página 45 (linha 23), Parágrafo 5 e Página 46, linhas 1-3, onde se lê:

A Baixada Litorânea, segundo ALMEIDA (1964), pode ser subdividida em dois setores: Costa e Litoral. O Setor Costa seria a área que recebe a influência direta dos fatores marítimos e o Setor do Litoral recobriria áreas que se estendem do sopé da Serra do Mar até a linha de costa (que separaria os dois setores).

Leia-se:

Batres (1978), seguindo a classificação de Almeida (1964), descreve a Baixada Litorânea subdividida nos setores Litoral e Costa. O Setor do Litoral refere-se às áreas de extensão do sopé da Serra do Mar até a linha de costa. O Setor Costa refere-se às áreas sob influência direta dos fatores marítimos (apud CAZZOLI, 1997).

Página 46 (linhas 4-6), Parágrafo 1, onde se lê:

No Setor da Costa, a divisão foi baseada na caracterização de paisagens a partir de formas de relevo, que resultou em quatro domínios: Cordões Arenosos, Dunas, Bacias com Depósitos Orgânicos e Manguezais.

Leia-se:

Neste Setor a divisão foi baseada na caracterização de paisagens a partir de formas de relevo. Neste sentido, obtêm-se quatro distinções: Cordões Arenosos, Dunas, Bacias com Depósitos Orgânicos e Manguezais (BATRES, 1978 apud CAZZOLI, 1997).

Página 49 (linhas 14-15), Parágrafo 3, onde se lê:

A inexistência de uma estação meteorológica na área de estudo implicou a necessidade de compilação de diversas fontes, inclusive na literatura específica.

Leia-se:

Cazzoli (1997) menciona que em razão da inexistência de uma estação meteorológica na região de Itanhaém-SP, foi fundamental uma pesquisa na literatura específica.

Página 49 (linhas 16-18), Parágrafo 4, onde se lê:

O único elemento meteorológico obtido a partir de aparelhos situados na área foram dados sobre precipitação pluviométrica, observados no pluviômetro do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), localizado no centro da cidade de Itanhaém.

Leia-se:

De acordo com a pesquisa de Cazzoli (1997), o único elemento meteorológico obtido foi um pluviômetro que fornecia dados sobre precipitação pluviométrica, instalado no Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), localizado no centro da cidade de Itanhaém.

Página 50 (linhas 4-10), Parágrafo 2, onde se lê:

O litoral sudeste brasileiro está submetido à atuação de massas tropicais (Ta) e polares (Pa) alternadas à freqüente ocorrência de perturbações transientes, nas formas de frentes frias, quentes, estacionárias e oclusas OCCHIPINTI (1963), sendo então classificadas como um domínio de clima tropical úmido. O predomínio dessas duas massas de ar está condicionado, tanto ao deslocamento do Anticiclone Tropical do Atlântico Sul, que oscila para o norte ou para o sul com o Equador térmico, quanto ao maior despejo de ar frio, de origem polar, durante o inverno.

Leia-se:

De acordo com Occhipinti (1963) apud Cazzoli (1997), o litoral sudeste brasileiro está submetido à atuação de massas tropicais (Ta) e polares (Pa) alternadas à freqüente ocorrência de perturbações transientes. Esta atuação ocorre nas formas de frentes frias, quentes, estacionárias e oclusas, e recebem classificação como um domínio de clima tropical úmido. Occhipinti (1963) apud Cazzoli (1997) constatou ainda que o predomínio das massas de ar está condicionado, tanto ao deslocamento do Anticiclone Tropical do Atlântico Sul, que oscila para o norte ou para o sul com o Equador térmico, quanto ao maior despejo de ar frio, de origem polar, durante o inverno.

Página 50 (linhas 11-17), Parágrafo 3, onde se lê:

A precipitação pluviométrica está associada à velocidade, à intensidade das frentes e à quantidade de vapor d'água, à estabilidade estática das massas de ar, assim como à intensidade das correntes de convecção térmica e à distribuição vertical de

Leia-se:

Occhipinti (1963) apud Cazzoli (1997), associa a precipitação pluviométrica em decorrência de alguns fatores, dentre eles: velocidade, intensidade das frentes e quantidade de vapor d'água, estabilidade estática das massas de ar e

temperaturas. De uma maneira geral, períodos de alta frequência pluviométrica estão associados à maior instabilidade do ar e à presença de perturbações atmosféricas, sendo que estes períodos se concentram mais nos meses de primavera e verão, conforme constatado durante a pesquisa.

Página 50 (linhas 18-22), Parágrafo 4, onde se lê:

A umidade relativa do litoral como um todo, é quase sempre superior a 80%, embora apresente alterações durante o decorrer do dia devido à ação das brisas terrestres e marítimas. Esta alta taxa é causada pela intensa evapotranspiração existente na área e ainda pelas invasões de massa de ar de origem polar e a existência da Serra do Mar que funciona como uma barreira.

Página 50 (linha 23), Parágrafo 5 e Página 51, linhas 1-6, onde se lê:

A dinâmica atual, responsável pelos fenômenos de movimentação de sedimentos arenosos junto à costa, no litoral paulista, está intimamente relacionada aos processos de circulação atmosférica do continente sul-americano. Esta inter-relação que se manifesta através das correntes de deriva litorânea, geradas a partir da interação dos trens de ondas incidentes com a topografia de fundo da plataforma continental interna, constitui a base para a compreensão da origem e do sentido de deslocamento das correntes litorâneas na costa.

Página 51 (linhas 7-12), Parágrafo 1, onde se lê:

Os dois sistemas principais de correntes litorâneas, com sentidos de propagação opostos, para NE e para SW, são gerados a partir de trens de onda provenientes, respectivamente, dos quadrantes SE e NE. Estes são responsáveis pela redistribuição dos sedimentos que recobrem a plataforma atual, bem como os de origem continental, carregados para a região litorânea e constitui uma das causas originárias de formação de toda a planície arenosa, a qual recebe a denominação de restinga.

Página 51 (linhas 13-17), Parágrafo 2, onde se lê:

No período entre os meses de dezembro e março, a costa é afetada pela penetração pelo fundo da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), que induz à saída da Água Costeira (AC) rica em material em suspensão originário do aporte dos rios, sendo que no período de maior precipitação pluviométrica, adquirem capacidade e competência para lixiviar as áreas submersas.

Página 51 (linhas 18-20), Parágrafo 3, onde se lê:

Entre os meses de abril e novembro, período em que a ACAS recua e que são mais freqüentes os fenômenos de incidência de frentes frias, tem-se a homogeneização da coluna d'água e os processos de ressuspensão de sedimentos anteriormente depositados.

intensidade das correntes de convecção térmica, além da distribuição vertical de temperaturas. Em relação aos períodos de alta precipitação pluviométrica, estes ocorrem em razão de maior instabilidade do ar e à presença de perturbações atmosféricas, sendo que estes períodos se concentram mais nos meses de primavera e verão.

Leia-se:

A umidade relativa do litoral geralmente é superior a 80%, embora apresente alterações durante o decorrer do dia devido à ação das brisas terrestres e marítimas. Esta alta taxa se dá pela intensa evapotranspiração existente na área e pelas invasões de massa de ar de origem polar. A existência da Serra do Mar funcionando como uma barreira é outro fator que contribui para esta taxa elevada de umidade (SANTOS, 1965 apud CAZZOLI, 1997).

Leia-se:

Para Tessler (1988) apud Cazzoli (1997), os processos de circulação atmosférica do continente sul-americano podem ser os grandes responsáveis pelos fenômenos de movimentação de sedimentos arenosos junto à costa, no litoral do estado de São Paulo. A interação entre os trens de ondas incidentes e a topografia de fundo da plataforma continental origina as correntes de deriva litorânea e são fundamentais para entender tanto a origem como o sentido de deslocamento das correntes litorâneas na costa brasileira.

Leia-se:

Cazzoli (1997) explica que os dois sistemas principais de correntes litorâneas, apresentam sentidos de propagação opostos, para NE e para SW. São sistemas gerados a partir de trens de onda provenientes, respectivamente, dos quadrantes SE e NE. Esta autora verificou ainda que os trens são responsáveis pela redistribuição dos sedimentos que recobrem a plataforma atual, bem como os de origem continental, carregados para a região do litoral.

Leia-se:

Mahiques (1992) realizou um estudo durante os meses do ano e verificou que entre os meses de dezembro e março, a costa é afetada pela penetração pelo fundo da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), induzindo à saída da Água Costeira (AC) rica em material em suspensão originário do aporte dos rios, e, nos períodos de maiores precipitações, apresentam capacidade para lixiviar as áreas submersas (apud CAZZOLI, 1997).

Leia-se:

De abril a novembro, a ACAS recua e neste período são mais freqüentes os fenômenos de incidência de frentes frias, com a homogeneização da coluna d'água e os processos de ressuspensão de sedimentos depositados anteriormente (MAHIQUES, 1992 apud CAZZOLI, 1997).

Dedicatória

*Ao Luiz Roberto pela confiança,
certezas, sonhos e por todas
as concretizações em cada
etapa desta pesquisa.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu Orientador Professor Archimedes Perez Filho pela liberdade no desenvolvimento das pesquisas, pelo carinho, incentivo e confiança, pelo apoio nos momentos mais difíceis e colaboração na orientação dos projetos desenvolvidos no mestrado e no doutorado.

Ao Co-Orientador de Suarão, Professor Samuel Murgel Branco pelos livros doados, que muito contribuíram para a minha formação e pelo apoio, desde o início deste projeto e pelas grandes idéias que proporcionaram uma nova visão do meio ambiente.

Ao Professor Espíndola, que sempre se prontificou a realizar a leitura final das pesquisas desenvolvidas, tornando-se muito querido por todos nós, alunos de pós-graduação.

À Prefeitura Municipal de Itanhaém pela colaboração neste projeto, especialmente à Alice Branco, responsável pela Secretaria do Meio Ambiente de Itanhaém, que teve grande participação nas negociações com a SABESP, para a determinação das amostras de água.

À SABESP de Santos, especialmente ao técnico Dárius, que não só acompanhou as análises, mas também permitiu que as mesmas fossem realizadas imediatamente, atrasando algumas vezes suas análises laboratoriais de rotina.

Ao Zé Luiz Gava do DAEE pelas valiosas informações.

Aos professores da FEAGRI que sempre me apoiaram e torceram pelas minhas realizações.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

Aos meus pais que contribuíram diretamente para a minha formação acadêmica, meus irmãos Elisete e Alessandro pelo incentivo no desenvolvimento deste projeto.

Ao meu marido, Luiz Roberto que sempre me acompanhou nas coletas de campo com sol e com chuva, na busca e entrega dos materiais, incentivando em todos os momentos de minha vida.

À bióloga Lúcia Guaraldo, pela valiosa ajuda na identificação dos organismos presentes no mangue.

Ao meu cunhado Alex, que me acompanhou na coleta de sedimentos no mangue.

À amiga Marisa, sempre prestativa, desde a ajuda das coletas até as dicas para a elaboração desta tese.

Aos amigos Sidney, Silvio, Zé Carlos, Luiz Carlos, Edu, Rosane, Paulo, Cida e Paulo César(PC) que sempre me ajudaram na área de informática.

Aos amigos, Carlos Lopes, Fernando, Anna Cecília, que sempre me apoiaram indiretamente.

Aos amigos Hernani, Roseli e Denise que foram fundamentais na parte final desta pesquisa.

À Therezinha e Luiz Braz, pelos maravilhosos almoços oferecidos aos domingos, e compreensão pela minha ausência em algumas ocasiões, em função da tese.

Aos amigos do Colégio Evolução, especialmente Cilene, Cristiane, Patrícia e Wanda, que me incentivaram e reconheceram toda minha dedicação nesta pesquisa.

Aos meus alunos, que sempre me estimularam a finalizar esta pesquisa, com o intuito de terem uma professora doutora em Itanhaém.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Q45r Quiñones, Eliane Marta
 Relações água-solo no sistema ambiental do Estuário
 de Itanhaém (SP). / Eliane Marta Quiñones. --Campinas,
 SP: [s.n.], 2000.

 Orientador: Archimedes Perez Filho.
 Tese (doutorado) - Universidade Estadual de
 Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

 1. Ecossistema. 2. Estuários. 3. Manguezais. 4.
 Sedimentos estuários. I. Perez Filho, Archimedes. II.
 Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
 Engenharia Agrícola. III. Título.

SUMÁRIO

ÍNDICE.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUÇÃO.....	01
OBJETIVOS.....	05
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	07
MATERIAL E MÉTODOS.....	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
CONCLUSÕES.....	140
RECOMENDAÇÕES.....	143
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	144
ANEXOS.....	154
APÊNDICE	171

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVOS.....	05
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	07
3.1. ECOSISTEMA MANGUEZAL.....	07
3.2. IDENTIFICAÇÃO DO MANGUEZAL.....	14
3.3. IMPORTÂNCIA DO MANGUEZAL.....	18
3.4. IMPACTOS SOBRE O MANGUEZAL.....	20
3.5. CARACTERÍSTICAS DOS ESGOTOS DOMÉSTICOS.....	27
3.6. AUTO-DEPURAÇÃO DOS CURSOS D'ÁGUA.....	30
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	38
4.2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.....	43
4.3. ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS.....	49
4.4. LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES E PONTOS DE COLETA.....	52
4.5. MÉTODO DE COLETA, NATUREZA DAS AMOSTRAS E PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS.....	57
4.5.1. ÁGUA.....	57
4.5.2. SEDIMENTO.....	63
4.5.3. CRESCIMENTO ARBÓREO.....	67
4.5.4. PRESENÇA DE FAUNA.....	67
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
5.1. ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS.....	68

5.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DA ÁGUA NO ESTUÁRIO.	69
5.2.1. TEMPERATURA	71
5.2.2. SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS, COR E TURBIDEZ	73
5.2.3. pH.....	76
5.2.4. SALINIDADE	79
5.2.5. OD, DQO E DBO.....	81
5.2.6. NITROGÊNIO	92
5.2.7. FÓSFORO	96
5.2.8. COLIFORMES FECAIS E TOTAIS	98
5.3. ASPECTOS SEDIMENTOLÓGICOS NO ESTUÁRIO.	103
5.3.1. SÓLIDOS TOTAIS FIXOS E VOLÁTEIS	103
5.3.2. GRANULOMETRIA.....	105
5.4. FLORA NO ESTUÁRIO.....	107
5.5. FAUNA NO ESTUÁRIO.	117
.....5.5.1. ORGANISMOS PRESENTES NO SEDIMENTO DO MANGUE	118
.....5.5.2. PEIXES	123
.....5.5.3. AVIFAUNA	127
6. CONCLUSÕES	140
7. RECOMENDAÇÕES.....	143
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	144

ÍNDICE DE FIGURAS

01. Localização da cidade de Itanhaém no Estado de São Paulo..	38
02. Vista do Rio Itanhaém, nas proximidades da sua foz.....	40
03. Rio do Poço com esgoto doméstico desembocando no Rio Itanhaém.	52
04. Rio do Poço com esgoto doméstico desembocando no Rio Itanhaém.	52
05. Ribeirão Campininha com esgoto doméstico desembocando no Rio Itanhaém.....	53
06. Localização das estações de coleta no Rio Itanhaém	54
07. Fotografia aérea da área de estudo	55
08. Localização da estação de coleta 1	56
09. Localização da estação de coleta 2	56
10. Localização da estação de coleta 3	56
11. Médias de temperatura da água e temperatura do ar no estuário de Itanhaém-SP. ..	72
12. Média da temperatura da água no estuário de Itanhaém-SP.....	72
13. Média das unidades de cor da água no estuário de Itanhaém-SP.	74
14. Média das unidades de turbidez da água no estuário de Itanhaém-SP.	75
15. Médias referentes à cor e turbidez da água no estuário de Itanhaém-SP.	75
16. Média de pH da água no estuário de Itanhaém-SP.....	77
17. Médias dos valores de pH e OD na água no estuário de Itanhaém-SP.....	78
18. Média dos teores de cloreto na água no estuário de Itanhaém-SP.....	80
19. Média dos teores de oxigênio dissolvido na água no estuário de Itanhaém-SP.	82
20. Média dos valores de DBO na água no estuário de Itanhaém-SP.	85
21. Média dos valores de DQO na água no estuário de Itanhaém-SP.....	87

22. Médias dos valores de DQO e DBO na água no estuário de Itanhaém-SP.	88
23. Média dos teores de N-NO ₃ na água no estuário de Itanhaém-SP.	93
24. Média dos teores de N-NH ₄ na água no estuário de Itanhaém-SP.	94
25. Médias dos teores de N-NO ₃ e N-NH ₄ na água no estuário de Itanhaém-SP.....	95
26. Média dos teores de P-PO ₄ na água no estuário de Itanhaém-SP.....	97
27. Média de número de coliformes fecais na água no estuário de Itanhaém-SP.	100
28. Média de número de coliformes totais na água no estuário de Itanhaém-SP.	101
29. Médias de número de coliformes fecais x número de coliformes totais na água no estuário de Itanhaém-SP.	101
30. Visualização das raízes de <i>Rhizophora mangle</i> nas margens do Rio Itanhaém.	109
31. Vegetação marginal na maré baixa	110
32. Vegetação marginal na maré alta.....	110
33. Desenvolvimento de propágulos de <i>Rhizophora mangle</i>	113

RESUMO

Esta pesquisa objetivou estudar a possível influência recíproca do esgoto doméstico *in natura* no ecossistema manguezal. Os estudos de campo foram realizados na região estuarina de Itanhaém, estado de São Paulo, no período de agosto de 1996 a agosto de 1998. Foram analisados os principais parâmetros físicos e químicos, biológicos e geoquímicos relativos à água e aos sedimentos, possibilitando o conhecimento preliminar deste ecossistema. Três áreas de manguezais foram selecionadas para o estudo: duas próximas ao lançamento de efluentes nos bairros, e uma terceira área localizada em uma zona protegida na margem do Rio Itanhaém, que serviu como controle. Nessas áreas realizou-se o acompanhamento do crescimento de plântulas de mangue e uma análise qualitativa da fauna presente. Os resultados demonstraram que os poluentes proporcionaram um maior desenvolvimento de plântulas de mangue e também contribuíram para um aumento da matéria orgânica. Reciprocamente, notou-se mais rápida estabilização dos esgotos junto ao manguezal. Quanto às análises físico-químicas, verificou-se que os maiores valores de nutrientes como nitrato, amônio e fosfato foram encontrados nestes afluentes (Rio do Poço e Ribeirão Campininha), durante a maré baixa, propiciando à fauna uma maior procura de alimento. Quanto às análises biológicas, notou-se que estas mesmas áreas apresentaram os maiores números de coliformes, prejudicando seriamente a população ribeirinha que se utiliza destas águas.

Palavras chaves: ecossistema, estuário, mangue, nutrientes, sedimentos.

ABSTRACT

This research aimed to study the probable influence of the home sewage in the mangrove ecosystem. The field studies were taken over Itanhaém's estuarine region, state of São Paulo, from August 1996 to August 1998. The main physical, chemical, biological and geochemical parameters concerning water and sediments have been analysed which facilitated this ecosystem's preliminary knowledge. Three mangrove areas have been chosen for this study: two areas next to the effluents launching of the districts, and a third one located on a protected zone over the Itanhaém River, which was used as a control. In the areas the young plants growth was observed and it was a qualitative analysis of the present fauna. The results had been shown that the pollutants took to a mangrove plants' larger development and also contributed to an organic material raise. Concerning the physical-chemistry analysis, it was verified that the highest nutrients results as nitrate, ammonium and phosphorous we found affluents (Poço River and Ribeirão Campininha) during the low tide, taking to a biggest food search. Concerning the biological analysis, it was verified that these same areas had been shown the highest results, demaging the ribeirinha population who uses this water.

Key words: ecosystem, estuary, mangrove, nutrients, sediments.

1 - INTRODUÇÃO

O Brasil possui 7.408km de costa atlântica extremamente rica em ecossistemas, como recifes de coral, marismas, bancos de algas, estuários, deltas, lagunas costeiras, bacias e enseadas, ilhas, praias arenosas, costões rochosos, restingas e manguezais (TOMMASI, 1994).

As florestas de manguezais distribuem-se ao longo de 6.800km dessa costa, e a estimativa mais recente e acurada para a área de cobertura é de 1,38 milhões de hectares. Os manguezais eram considerados como locais desagradáveis, perigosos, desvalorizados; porém, foram tornando-se atrativos para construção de portos, marinas, agricultura e projetos de maricultura.

A importância ecológica do manguezal para a região costeira tropical vem sendo, há muitos anos, abordada em vários trabalhos pela comunidade científica. Atualmente eles são apontados pelo IAI (American Institute for Global Change Research) como um dos mais críticos ecossistemas nas Américas tropicais, em termos de sua vulnerabilidade a mudanças globais (SCHAEFFER-NOVELLI,1994). Em diversos países têm sido formados grupos especiais para estudo de manejo e exploração racional desse ecossistema altamente produtivo, que permite abrigar, por meio de sua estrutura peculiar, as larvas e formas jovens de um grande número de espécies de peixes, crustáceos e moluscos de interesse econômico. Sua formação vegetal age como protetor contra a erosão produzida por agentes destruidores, tais como correntes, marés, drenagem dos terrenos e inundações.

A organização especial e singular das raízes epígeas, o solo característico e a diversidade faunística constituem um espetáculo extraordinário, que, sustentando uma

selva verde com águas tranqüilas estendidas pelos estuários, reflete luzes e formas. A paisagem dos manguezais maduros, silenciosos, solitários e com escassos raios incidentes é um espetáculo ímpar no mundo.

Manguezal pode ser definido como um ecossistema de transição entre os ambientes terrestre, fluvial e marinho, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés. É constituído de espécies vegetais lenhosas típicas (angiospermas), além de micro e macroalgas (criptógamas) adaptadas à flutuação de salinidade e caracterizadas por colonizarem sedimentos predominantemente lodosos, com baixos teores de oxigênio (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

O desenvolvimento de áreas urbanas junto às zonas costeiras tem determinado a utilização de áreas como corpo receptores de seus despejos, sem qualquer preocupação com o lançamento e o processo natural de depuração. A poluição da água com esgotos oferece um dos exemplos clássicos do desequilíbrio ambiental, que acompanha o aumento de população.

A decomposição do lixo, por via aeróbia ou anaeróbia, forma o chorume ou sumeiro, que pode percolar no solo, mormente nos manguezais, carreando elementos e substâncias tóxicas, além de seres patogênicos. Com os problemas ambientais provocados por esta prática, as atenções voltam-se para a necessidade de depuração e a disposição adequada dos esgotos (ROCHA, RODRIGUES & MALAGRINO, 1983).

Tendo em vista a metodologia de utilização que é feita em vários países com outros ecossistemas terrestres e aquáticos, para a disposição de esgotos (fertirrigação de pastagens e plantações; lagoas de estabilização, etc), e, considerando a capacidade extraordinária que possui o solo dos manguezais em processar matérias orgânicas na produção de húmus, como fonte de produção primária, supõe-se que este tipo particular de

substrato terá condição de assimilar quantidades consideráveis de despejos organominerais, com incremento na sua produtividade específica. O problema a ser considerado e pesquisado é o de se estabelecer a sua capacidade limite de assimilação, como parâmetro fundamental no planejamento deste tipo de solução.

Os efluentes de centros urbanos e de campos agrícolas são fontes primárias da alta concentração de nitrogênio e fósforo dissolvidos. Os níveis de nutrientes dentro dessas áreas são alterados por uma variedade de processos, incluindo a forma do nutriente e a estação do ano. Na região do litoral sul do Estado de São Paulo, a cultura agrícola predominante é a banana, e os defensivos agrícolas mais utilizados são os nematicidas, que se biodegradam no solo, e os fungicidas (300g/ha), que, pela sua pequena quantidade, não chegam, em geral, a atingir o sistema aquático. As pesquisas sobre a aplicação dos processos naturais para tratamento de esgotos procuram estudar as características do ecossistema existente, tendo em vista a idéia básica de reciclagem dos nutrientes, reduzindo a poluição e descarregando o efluente em condições ecológicas e sanitariamente aceitáveis para o corpo receptor. Uma vez que os manguezais constituem áreas às margens dos oceanos e estuários, o efluente lançado estará sujeito à influência das marés, que tem grande importância para a estrutura do manguezal (MACEDO, 1986).

Grande parte das principais cidades brasileiras estão situadas na faixa litorânea, pois, desde o início do processo de ocupação, estes centros urbanos apresentam especial interesse, pelas suas possibilidades de defesa, exportação das matérias primas e abrigo como ancoradouro para as embarcações, refletindo problemas de impactos ambientais decorrentes da utilização dos manguezais.

Com base na degradação dos ecossistemas estuarinos, torna-se importante controlar e minimizar os efeitos de substâncias sobre o meio físico e as repercussões sobre a flora, a fauna e sobre o próprio homem.

2 – OBJETIVOS

Considerando a importância do sistema ambiental e a integração dos elementos que a ele se relacionam e habitam, por meio desta pesquisa procurou-se caracterizar o ecossistema manguezal de Itanhaém objetivando:

Identificar o solo dos manguezais e sua capacidade de estabilizar compostos orgânicos autóctones e/ou provenientes de águas poluídas.

Analisar os intercâmbios físicos e químicos entre o solo dos manguezais e os elementos da água do estuário em 2 condições extremas de maré e salinidade ao longo de 24 meses consecutivos.

Verificar a influência de esgotos domésticos na fertilidade do solo do manguezal, partindo da observação do número de plântulas por área e aspecto fito-fisionômico dos bosques

Analisar os efeitos das variações de marés, temperaturas, salinidade, pluviosidade e outros fatores característicos da região estuarina sobre a composição das águas e a estabilização dos poluentes.

Determinar as variações de oxigênio dissolvido em função das cargas de matéria biodegradáveis, diluição e fatores biológicos da degradação.

Identificar a dinâmica das transformações dos compostos nitrogenados e outros nutrientes essenciais no estuário e sua relação recíproca com o solo do manguezal.

Por fim, pretendeu-se com os estudos avaliar a capacidade auto-depuradora do estuário e do manguezal com relação à destruição de coliformes e possíveis influências da poluição e da auto-depuração na fauna aquática.

3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 - Ecossistema manguezal

Os manguezais, devido à sua estrutura, vêm há muito tempo despertando interesse em pessoas como Oviedo, que em 1526 fez a primeira descrição dos manguezais americanos, na obra intitulada História Geral e Natural das Índias, enquanto se atribuiu ao historiador português Gabriel Soares de Souza, em seu Trabalho Descritivo do Brasil (impresso em 1587), a responsabilidade por uma das referências mais antigas sobre os manguezais brasileiros (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

O Brasil possui de 10.000 a 25.000 km² de manguezais, dependendo da fonte consultada, enquanto que no mundo inteiro existem 162.000 km² desse ecossistema. Eles apresentam maior desenvolvimento na faixa entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio (23° 27'N e 23° 27'S), com desenvolvimento estrutural máximo ocorrendo próximo à linha do Equador.

No Brasil, é ampla a extensão ocupada por manguezais, ocorrendo em quase toda a orla marítima, de forma mais ou menos contínua, dependendo das características fisiográficas e geológicas, desde o extremo norte (rio Oiapoque, aos 04°20'N) até Santa Catarina (Laguna, aos 28° 30'S); apenas o Rio Grande do Sul não apresenta cobertura vegetal típica de mangue (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

As formações litorâneas do mangue apresentam-se em solos lodosos com vários metros de profundidade (15 a 20 metros de espessura em média, no litoral do Estado de São Paulo), proveniente da disposição de material argiloso, limoso e orgânico finamente

dividido, contendo elementos químicos, tais como magnésio, sódio e seus respectivos sais, além de óxidos e hidróxidos. O pH oscila entre 6 e 8, sendo baixas as concentrações de oxigênio dissolvido na água intersticial. O teor salino no solo do manguezal é variável, pois tanto sofre a influência da água dos rios que chegam aos estuários, como das águas marinhas que inundam periodicamente essas áreas. A maré é um dos fatores que exercem grande influência sobre o crescimento, sobrevivência e reprodução das espécies vegetais; a intensidade e a frequência com que a água movimentada o substrato (solo) determinam se as plântulas conseguem ou não sobreviver. Toda a massa orgânica formada nesse ambiente “salobro” faz com que o solo do manguezal apresente-se com coloração variando de negro a cinza-negro na superfície, dependente da microtopografia do terreno, das marés, das vazões dos rios e da pluviosidade (ROCHA, RODRIGUES & MALAGRINO, 1983).

Geralmente nos manguezais encontra-se pouca variedade de espécies de árvores, mas grande número de indivíduos por espécie. A vegetação do manguezal de Itanhaém, partindo da periferia da faixa litorânea para o interior, apresenta predominância sucessiva dos mangues: vermelho (*Rhizophora mangle*), negro ou suriuba (*Avicennia schaueriana*), a primeira com uso medicinal e ambas usadas como lenha, sendo ricas em tanino, e branco (*Laguncularia racemosa*). Essa vegetação possui adaptações morfológicas e fisiológicas para suportar condições adversas (LAMBERTI, 1969).

Em Vitória, Espírito Santo, o tanino extraído da casca de mangue vermelho (*Rhizophora mangle*) é utilizado na manufatura de painéis de barro. Após a queima, as peças são aspergidas com uma solução aquosa de tanino, que impermeabiliza e dá cor à

cerâmica. Na prática atualmente empregada para a obtenção de tanino, todo o tronco de *R. mangle* é descascado, o que causa a morte da árvore (CARMO, 1987).

O mangue vermelho tem raízes escoras, partindo de ramos aéreos acima do nível da água até atingir o solo, aí ramificando-se logo abaixo da superfície, oferecendo maior sustentação ao vegetal e permitindo a troca de gases. Essa planta tem paralelamente um sistema de reprodução em que, além da produção de mudas, é assegurada também a sua propagação, pois, os frutos germinam fixos ao próprio ramo da planta que os gerou, desenvolvendo um propágulo que emerge sob a forma de uma lança verde de 30 a 40cm de comprimento, voltada em direção ao solo. O propágulo leva de 9 a 10 meses entre a fertilização e a separação da planta-mãe. Após a separação, o propágulo pode fixar-se automaticamente no lodo, ou ainda flutuar horizontalmente, e à luz do sol ele passa a flutuar verticalmente, afundando e enraizando em águas rasas. O mangue vermelho frutifica praticamente durante todo o ano e os propágulos podem ficar até um ano no mar. Esta espécie desenvolve sistemas fisiológicos capazes de, literalmente, “filtrar” a água salgada durante o processo de absorção de sais pela raiz, mantendo constante e a níveis toleráveis sua concentração interna de sais (LACERDA, 1984).

Jimenez (1985), citado em SCHMIDT (1988), descreve que a espécie de mangue vermelho, quando desenvolvida em águas rasas, tem a propriedade de acelerar a velocidade de sedimentação do material em suspensão, porque reduz a velocidade de fluxo da água, capturando a serapilheira e consolidando o lodo.

Já os mangues negro e branco não desenvolvem raiz mestra vertical, havendo em seu lugar o crescimento de inúmeras e longas raízes horizontais, das quais crescem ramificações verticais que emergem para fora do solo, tendo uma função respiratória

(pneumatóforos). Para regular a concentração interna de sais, estas espécies desenvolvem em suas folhas sistemas glandulares capazes de excretar o excesso de sais absorvidos. A adaptação reprodutiva é semelhante à do mangue vermelho, ou seja, suas sementes só se desligam da planta-mãe quando praticamente já se formaram pequenos indivíduos completos. Os propágulos de *Avicennia* flutuam sempre e podem permanecer durante muito tempo na água. A *Laguncularia racemosa* tem propágulos pequenos, que somente podem se estabelecer em solos abrigados, pois não suportam ficar submersas, devido ao seu pequeno porte (LACERDA, 1984).

O tipo de água que circunda os manguezais é de fundamental importância para o seu crescimento e desenvolvimento. Em períodos de precipitação normal, na estação chuvosa aumenta a queda das folhas, e na estação seca diminui. A água controla a salinidade, a disponibilidade de nutrientes e os gases para as raízes. Os manguezais alteram a qualidade da água porque a água da chuva carrega sais e nutrientes da copa das árvores, sendo que a espécie *Avicennia* permite uma lixiviação de maior quantidade de sais do que *Rhizophora*. A transpiração das árvores do manguezal acrescenta nutrientes ao solo, e enquanto a água atravessa o ambiente dos manguezais ocorre modificação na sua qualidade (SCHMIDT, 1988).

O maior desenvolvimento dos manguezais ocorre nas faixas entre os trópicos de Câncer e Capricórnio (23°30'N – 23°30'S). Ocasionalmente, estendem-se até latitudes superiores, alcançando 30°N e 30°S, estando o seu ótimo desenvolvimento estrutural associado à linha do Equador.

Segundo WALSH (1967), o maior grau de desenvolvimento dos manguezais seria encontrado nas seguintes condições: (a) temperatura média do mês mais frio superior a

20°C e amplitude térmica anual maior que 5°C; (b) sedimentos predominantemente lodosos, ricos em matéria orgânica; (c) áreas abrigadas contra tormentas; (d) presença de água salgada, pois as espécies vegetais são halófitas facultativas e, assim, ganhariam na competição com espécies terrestres não adaptadas à presença do sal no sedimento; (e) grande amplitude de maré com reduzida declividade, o que permitiria a penetração de águas marinhas a grandes distâncias.

SCHAEFFER-NOVELLI (1989) apresentou uma divisão do litoral brasileiro em oito unidades fisiográficas, associando suas feições (relevo, tipo de solo, cobertura vegetal) aos valores das temperaturas médias anuais, evapotranspiração potencial, amplitude das marés e de sizígia. Esses fatores estariam atuando diretamente sobre o ecossistema manguezal, condicionando suas características estruturais e funcionais. Quanto às características geográficas, as espécies que compõem as sete unidades com manguezais, são classificadas em:

Unidade I – (04°20'N – 01°42'N), do Oiapoque ao Cabo Norte, litoral do Amapá. Este segmento é caracterizado por manguezais cuja cobertura vegetal é dominada pela siriúba (*Avicennia spp*), com indivíduos medindo de 15 a 30 m de altura.

Unidade II – (01°42'N – 00°36'S), do Cabo Norte à Ponta Coruçá, litoral do Pará (Golfão Amazônico). São manguezais limitados à parte mais externa do delta, devido à influência das águas do Rio Amazonas. Espécies do gênero *Avicennia* estão associadas aos substratos mais elevados, enquanto que *Rhizophora spp*, ocorrem nos substratos mais salinos.

Unidade III – (00° 36 'S – 02°15'S), da Ponta Coruçá à Ponta Mangues Secos, no litoral do Maranhão. As franjas dos bosques são dominadas por *Rhizophora spp*, com 20 m de

altura, sendo que *Avicennia* e *Laguncularia* ocupam as porções mais elevadas dos terrenos.

Unidade IV – (02°15'S – 05°08'S) da Ponta Mangues Secos ao Cabo Calcanhar, Maranhão, Ceará e Rio Grande do Norte. Ocorrem manguezais pouco desenvolvidos associados aos estuários dos rios perenes.

Unidade V – (05°08'S – 13°00'S), do Rio Grande do Norte ao Recôncavo Baiano, com os manguezais associados aos estuários; os gêneros *Rhizophora* e *Laguncularia* aparecem como pioneiros. Nas partes mais internas, indivíduos de *Avicennia* e *Laguncularia* formam bosques mistos com mais de 10 m de altura.

Unidade VI – (13°00'S – 23°00'S), do Recôncavo Baiano ao Cabo Frio. Os três gêneros de mangue são encontrados, ora formando bosques monoespecíficos, ora compondo cobertura vegetal mista.

Unidade VII – (23°00'S – 28°30'S), de Cabo Frio a Laguna. É considerada uma das unidades mais estudadas, do ponto de vista da cobertura vegetal dos manguezais. Apresenta um gradiente estrutural, com os indivíduos mais altos margeando estuários, canais e à jusante de alguns rios. *Rhizophora*, *Laguncularia* e *Avicennia* formam bosques mistos ou monoespecíficos.

Na faixa de transição para terra firme são encontrados representantes das espécies *Hibiscus tiliaceus*, *Spartina brasiliensis* e *Acrostichum aureum* (SCHAEFER-NOVELLI, 1989).

O solo, as raízes e os troncos dos manguezais são intensamente colonizados por algas (*Bostrychia*, *Catoglossa*, *Cladophora*, *Catenella*), que se fixam nessas estruturas. As capas de algas que cobrem todas as estruturas das árvores na faixa entre-marés abrigam

pequenos invertebrados marinhos, importante fonte de alimento para vários animais do mangue e das águas costeiras adjacentes durante a maré alta.

A fauna do mangue pode ser dividida em dois grandes grupos: o primeiro é constituído por animais marinhos que vivem toda sua fase adulta nos mangues. São principalmente moluscos (*Litorina flava*) e crustáceos (caranguejo marinho - *Aratus pisonii*). Este caranguejo passa toda sua fase adulta nas árvores, raramente descendo ao sedimento, alimentando-se de suas folhas e da polpa, além das algas que colonizam os troncos e raízes. Outro componente são as ostras, que vivem fixadas a troncos e raízes aéreas, formando imensas populações.

Um segundo grupo é constituído por vários animais que se utilizam do mangue durante sua fase juvenil, assim como vários peixes que invadem os manguezais na maré alta. Também diversas espécies de aves marinhas e terrestres (colheireiro, garça, frango d'água azul) encontram no ecossistema uma das poucas áreas íntegras do litoral para refúgio e reprodução. Neste grupo encontram-se ainda certos mamíferos que freqüentam o mangue principalmente à noite, em busca de alimentação (LACERDA, 1984).

De acordo com Leitão *in* SCHAEFFER-NOVELLI (1995), a maior parte da fauna do manguezal vem do ambiente marinho, principalmente moluscos (ostras, mexilhões), crustáceos (caranguejos, siris, camarões) e peixes. A água doce contribui, principalmente, com crustáceos (pitus) e peixes. Do habitat terrestre provêm as aves (garças, mergulhões, gaivotas), répteis (cágados), anfíbios (sapos, rãs), mamíferos (morcegos, macacos) e insetos (mosquitos-pólvora, mutucas, abelhas).

3.2 - Identificação do ecossistema manguezal

O crescimento populacional verificado nas últimas décadas, ao longo de quase todo o território brasileiro, tem induzido a um progressivo interesse científico e técnico sobre este ambiente, seja pela premência da ordenação de uso e ocupação do solo, como também pela necessidade do conhecimento básico imprescindível à implantação de um diversificado conjunto de obras de engenharia costeira.

Uma caracterização fisiográfica de todo o sistema, obtida a partir da documentação cartográfica e aerofotogramétrica disponível, tem evidenciado a presença de uma extensa e larga planície costeira, no litoral sul paulista, recortada por estreitos e longos canais aproximadamente paralelos à atual linha de costa (TESSLER & SOUZA, 1998).

O mapeamento de áreas costeiras pode ser feito pelo uso de fotografias aéreas convencionais ou pela interpretação da imagem orbital multiespectral do LANDSAT, da imagem orbital SPOT, ou ainda por imagem de radar.

Embora a utilização da imagem de radar para sensoriamento remoto apresentar-se em estágio de desenvolvimento, já revela algumas vantagens em relação às imagens orbitais do LANDSAT e SPOT (HOLMES, 1992). Uma delas é a independência da energia solar para mapear determinada área. Num trabalho realizado por QUIÑONES (1994), que buscava correlacionar variáveis medidas na água do rio Paranapanema, com a variável orbital do satélite LANDSAT, foram realizadas cinco coletas de campo num período de um ano, e só se conseguiu uma imagem orbital, sem a presença de nuvens. Outra vantagem é a de se obterem informações da área a ser estudada num menor período (o satélite LANDSAT, por exemplo, passa sobre uma mesma área só a cada 16 dias, num horário pré-determinado).

Para reconhecimento e avaliação dos manguezais, a utilização da técnica de sensoriamento remoto tem se mostrado de alto valor, não só pelo seu custo reduzido, mas também pela sua capacidade de fornecer uma visão geral da área a ser estudada, sendo assim, utilizada por muitos pesquisadores. ESPÍNDOLA (1985) identificou e classificou os ambientes de manguezais na área de Cananéia-Iguape mediante processamento digital da imagem do sensor MSS do LANDSAT, verificando que a resolução desse sensor é insatisfatória para alcançar o grau de detalhe da área em estudo.

Já HERZ & JASKOW (1985), utilizando o sensor MSS do LANDSAT para identificar e quantificar as áreas de manguezais, obtiveram muita eficiência no mapeamento detalhado dessas áreas na costa brasileira.

MIRANDA, MARTINS & SOARES (1988) utilizaram a técnica de sensoriamento remoto, a partir da análise visual e automática das imagens TM5/LANDSAT, para levantar e quantificar as áreas de manguezais no estado do Ceará. Com relação ao estado de conservação, observaram que os manguezais localizados na região metropolitana de Fortaleza apresentaram-se bastante comprometidos pela ação humana, enquanto que os do litoral oeste encontravam-se bem conservados.

Em dezembro de 1983 uma forte geada causou muitos danos na vegetação da costa do Golfo do Texas, cuja extensão não tinha sido determinada. Para determinar a distribuição atual do mangue preto, EVERITT & JUDD (1989) utilizaram fotografias aéreas infra-vermelhas, identificando-o facilmente entre outras vegetações e solos, avaliando, assim, o dano causado pela geada no manguezal.

Para avaliar o prejuízo causado pelo derramamento de óleo nas comunidades florísticas oceânicas de manguezais inundados, DUTRIEUX, DENIS & POPULUS

(1990) utilizaram imagens orbitais SPOT, verificando que esta técnica foi prática e muito rápida, quando comparada com o método convencional de amostragens “in situ”, indicando que o uso de sensoriamento remoto em ecologia constitui uma ajuda essencial na escolha dos pontos de amostragens. A utilização de fotografias aéreas pancromáticas constitui também recurso bastante eficaz na identificação e na análise das alterações da cobertura vegetal de manguezais impactados por materiais indesejáveis, como o óleo, onde a resposta do ambiente frente a esse tipo de sensor, captada na faixa de radiação visível do espectro eletromagnético, assegura a utilização desse recurso como fonte de informação, nos casos em que a verificação de campo não pode ser realizada de forma sistematizada (MACHADO, 1994).

ABDON et al. (1986) avaliaram a área ocupada pelo manguezal no sistema estuarino dos rios Piauí e Real (SE) por intermédio de sensoriamento remoto, antes e depois da instalação de indústrias de suco, verificando uma degradação nas áreas de manguezais impactadas pelas indústrias.

A técnica de sensoriamento remoto aliada às observações *in loco* permitiram que SCHAEFFER-NOVELLI & CINTRON (1986) desenvolvessem a seguinte classificação dos bosques de mangue:

1) bosques ribeirinhos: são aqueles que se desenvolvem às margens dos rios. Devido ao fluxo de água intenso (marés e descarga de água doce), rico em nutrientes, os bosques apresentam alto grau de desenvolvimento. A espécie dominante é a *Rhizophora mangle*, favorecida por seu sistema radicial, ocupando substrato lodoso, oxigenado pelo fluxo de água e sem acumulação de sais e substâncias nocivas às espécies vegetais. Para este tipo

de bosque, os maiores graus de desenvolvimento estrutural nas Américas são encontrados na costa do Pacífico Americano no Panamá, Colômbia e Equador.

2) bosques de franja e ilhote: estes se desenvolvem ao longo das margens de costas protegidas. Estão submetidos a flutuações diárias das marés: desta forma, o fluxo de água evita a formação de fortes gradientes físico-químicos. São geralmente monoespecíficos ou colonizados nas bordas por *Rhizophora mangle* e no interior por *Avicennia sp.* As características estruturais dependem da quantidade de nutrientes nas águas que banham o bosque, da influência de correntes de água, fluviais ou trazidas pelas marés e da drenagem superficial.

3) bosques de bacia: estes se estabelecem nas partes mais internas, atrás dos ribeirinhos ou de franja. A renovação da água faz-se mais lentamente e os fluxos são regulares, dentro de uma ampla área, dando origem a uma regularidade nas condições físicas e químicas do sedimento. Estas características não permitem que se estabeleçam gradientes marcados, levando a uma seleção de espécies e, portanto, a uma zonação definida. As espécies *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa* são mais adaptadas a alta salinidade e a menores freqüências de inundação. O grau de desenvolvimento dos bosques de bacia dependem da magnitude da drenagem e da freqüência de inundação pelas marés. Este tipo de bosque pode ser monoespecífico ou misto, enquanto que a *Rhizophora mangle* é encontrada geralmente nas proximidades de canais que drenam as bacias ou em depressões mais acentuadas.

3.3 - Importância do manguezal

A maior parte da energia necessária às árvores de mangue é provida pelo sol, mas a energia das marés também é empregada pelas plantas, uma vez que os nutrientes são

supridos pela ação das marés, que são ainda responsáveis pela remoção dos detritos e pelas trocas gasosas (SCHMIDT, 1988).

Os manguezais constituem um tipo de comunidade muito especial, com substrato lamacento, freqüentemente contendo pouco oxigênio dissolvido, sendo lugar de ativos processos de decomposição, pobreza de cálcio e abundância de nutrientes. Segundo Odum (1971), citado em MACEDO (1986), a alta produtividade dos estuários é devida a dois fatores: primeiro, a presença de todos os tipos de produtores (árvores, gramíneas e fitoplâncton); segundo, devido ao poder de auto-enriquecimento de que o sistema é dotado, graças à rápida retenção e reciclagem de nutrientes. Deste modo, os estuários geram mais energia do que podem usar, pois a fotossíntese excede a respiração, resultando a exportação de nutrientes e detritos orgânicos para o oceano, transportados via marés. Os detritos são envoltos por uma película microbiana que aumenta seu valor nutricional, podendo servir de base para as cadeias alimentares detritívoras costeiras, tornando os manguezais um dos principais responsáveis pela manutenção da atividade pesqueira em várias áreas tropicais (LACERDA, 1984).

ODUM (1986) descreve que em um estuário o fluxo e refluxo da água produz uma reciclagem parcial dos nutrientes minerais e dos compostos orgânicos, e a energia das marés, das ondas e das correntes são subsídios para os organismos estuarinos, de tal forma que os mesmos podem usufruir melhor da energia solar e tornar os estuários mais produtivos do que os sistemas terrestres adjacentes.

Ainda sobre os estuários, Schroeder (1981), citado em SCHMIDT (1988), comenta que eles representam 0,25% da superfície da Terra e são responsáveis por 2% da produtividade líquida do mundo, sendo mais produtivos do que os rios e os oceanos.

A importância ecológica-sanitária e econômica dos manguezais tem sido destacada por inúmeros pesquisadores, posto que apresentam áreas de elevada produtividade biológica (em média, 20.000Kcal/m²/ano); encontram-se neles representantes de todos os elos da cadeia alimentar, albergando uma fauna e flora terminais, típicas da transição dos ambientes terrestres-aquáticos marinhos; constitui o habitat e nicho ecológico de níveis elevados da cadeia alimentar, como certos peixes bentônicos dos gêneros *Arius*, *Centropomus*, *Bagre*, *Pomadasys* e *Paralichthys*. Às vezes podem ser encontrados tubarões, barracudas e outros; há frequentemente também a presença de elos do ápice da cadeia trófica, como entre as aves, garças, patos selvagens, frango do mangue e outros, servindo como pontos de pouso para alimentação e repouso, principalmente para diversas espécies de aves migratórias, ao longo de suas rotas de migração.

A presença de restos vegetais associados ao lodo e aos excrementos de animais, constitui uma massa orgânica no solo, dissolvida pela água, que é utilizada por fungos, bactérias e protozoários detritívoros e, às vezes, pelo homem, como fertilizantes; neles, são formadas substâncias químicas, “quelatos”, verdadeiros catalisadores de reações bioquímicas, que no estuário facilitam o aproveitamento de certos nutrientes, por vários organismos marinhos.

Desse ecossistema são dependentes aproximadamente 2/3 da população de peixes do mundo, como decorrência da produção de detritos orgânicos necessários à sua alimentação (aparentemente 60% das partículas de detritos produzidas pelo mangue pode ser exportada em cada maré, de acordo com SCHAEFFER-NOVELLI & CINTRON (1986); funcionam como verdadeiros “pulmões” que reservam água na maré cheia, devolvendo-a na maré baixa; são também reservatórios de água, em períodos de intensa

precipitação; constituem meios de proteção natural contra processos de erosão hídrica e/ou eólica dos solos; podem constituir fontes de proteínas (peixes, moluscos e crustáceos) para populações ribeirinhas carentes, de baixo poder aquisitivo; são áreas onde a aquacultura salobra pode vir a ser bastante desenvolvida. Vários de seus vegetais típicos são passíveis de utilização econômica, seja como fibras e madeira para barcos, como material lenhoso na indústria de curtumes (aproveitando o tanino), ou na fabricação de tintas e na produção de colas vegetais; alguns frutos são comestíveis, usados na fabricação de doces. Curandeiros empregam diferentes produtos vegetais, fazendo uso das propriedades bactericidas e adstringentes na cura de várias moléstias comuns ao ambiente.

Vários produtos podem ser extraídos dos manguezais, como remédios, álcoois, adoçantes, óleos e tanino. Além disso, sua área pode ser utilizada para recreação, turismo, educação ambiental, apicultura ou criação de peixes e de outras espécies marinhas.

3.4 - Impactos sobre o manguezal

São vários os tipos de impactos registrados sobre os manguezais, tanto os naturais, como os induzidos pelo homem. Entre os impactos de origem natural, podem se incluir: erosão da linha da costa (ocasionando assoreamento dos corpos d'água adjacentes), hipersalinidade, geadas, furacões e ventos fortes, inundações, fluxo das águas, represamento das águas, erupções vulcânicas e as marés extremas (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

Para avaliar a intensidade da ação humana na modificação do meio ambiente, ao longo dos séculos, devem se estudar os impactos antropogênicos, que têm origem e são causados pelas atividades sócio-econômicas. Parker (1995), citado em CHRISTOFOLETTI (1999), definiu impacto ambiental como uma mudança positiva ou negativa, nas condições

de saúde e bem-estar das pessoas e na estabilidade do ecossistema do qual depende a sobrevivência humana. Essas mudanças podem resultar de ações acidentais ou planejadas, provocando alterações direta ou indiretamente. Dessa maneira, são considerados os efeitos e as transformações provocadas pelas ações humanas nos aspectos do meio ambiente físico e que se refletem, por interação, nas condições ambientais que envolvem a vida e as atividades humanas.

A variedade de impactos induzidos pela ação do homem pode ser agrupada da seguinte forma: obras de canalização, represamentos, drenagem do manguezal, bloqueio da água salgada, aterros, sedimentação, exploração mineral, poluição térmica, derramamento de óleo, descarga de efluentes, deposição de lixo, maricultura, silvicultura e salinas (SCHAEFFER -NOVELLI & CINTRON, 1994).

Em muitos países, inclusive no Brasil, nota-se uma tendência à implantação de uma série de indústrias em áreas estuarinas. A maioria delas é composta por indústrias pesadas e de transformação, para exportação, atraídos por diversos fatores presentes nos ambientes estuarinos, como: oferta quase ilimitada de água, que constitui insumo fundamental para indústrias siderúrgicas, petroquímicas e centrais nucleares; possibilidade de fácil despejo de rejeitos sanitários, industriais, agrícolas e/ou de mineração; proximidade de portos, que facilitam a importação de matéria prima para transformação e a exportação dos produtos, diminuindo custos de cargas e transporte. Outra pressão sobre este tipo de ecossistema é aquela proveniente do turismo, com efeitos desastrosos que podem advir da implantação mal planejada desse tipo de atividade.

A pressão do mercado imobiliário, a destruição dos manguezais para construção de residências e a privatização das praias trazem prejuízos para pescadores e aqüicultores no exercício de suas profissões.

A construção de marinas e muros de concreto à beira das lagunas, além da circulação constante de barcos motorizados, podem, por exemplo, comprometer certas áreas propícias à fixação de larvas de ostras. A maioria das obras de arte de engenharia produz alterações no ambiente dos estuários, de forma a induzir prejuízos ao crescimento dos camarões, pela mudança da salinidade, da composição química da água e da perda da vegetação.

Nos últimos anos tem-se registrado uma série de derrames de óleo (acidentais e operacionais) ao longo da costa brasileira, em decorrência dos quais vários sistemas litorâneos podem ser afetados, sendo que cada um deles apresenta um índice de vulnerabilidade diferente (SCHAEFFER- NOVELLI, 1989).

SCHERRER & MILLE (1989) realizaram um estudo sobre a biodegradação do óleo cru em solos com manguezais, verificando que o processo é muito lento, devido, principalmente, ao baixo teor de oxigênio no ambiente.

Os manguezais expostos à cobertura por petróleo podem apresentar, em seu sistema foliar, os seguintes sintomas: amarelecimento, rápida queda, susceptibilidade das novas folhas e deformações, redução no tamanho, maior ataque por insetos. Pode ocorrer também crescimento anormal de galhos e mortalidade das raízes. Foi demonstrado que os primeiros mecanismos de toxicidade estão relacionados com a entrada do óleo pelas raízes, sendo transportado para o caule e folhas durante o processo de transpiração (RODRIGUES, MOURA & LAMPARELLI, 1989).

O uso de manguezais como sistemas naturais para tratamento de esgotos tem recentemente recebido séria atenção, uma vez que as comunidades de mangue podem apresentar características apropriadas para a assimilação de efluentes domésticos diluídos convenientemente.

Muitas vezes o lançamento de matérias orgânicas ou inorgânicas nos corpos hídricos resulta em severos episódios de poluição. As quantidades de matéria orgânica, moléculas de amônia e íons fosfato são muito maiores do que as fontes naturais, ultrapassando a capacidade de absorção, reciclagem e depuração do corpo hídrico, ocasionando efeitos prejudiciais, como o recobrimento das raízes e pneumatóforos do manguezal por sólidos em suspensão.

A água do mar possui acentuada capacidade auto-depuradora, provavelmente devido à interação de uma série de fatores: radiação ultravioleta da luz solar, antibióticos produzidos por organismos marinhos, diferenças térmicas, de salinidade, de nutrientes e de compostos orgânicos. Em Nova Iorque observou-se um aumento da população de linguados após o início do lançamento de esgotos no oceano, o que produziu o desenvolvimento de uma captura comercial dos mesmos. Porém, há situações em que o lançamento submarino de esgotos causou enormes impactos na biota costeira (TOMMASI, 1987).

A eutrofização ocorre com frequência em estuários e no ambiente marinho, e os esgotos domésticos são os principais responsáveis por tal processo. Nas águas de esgotos normalmente encontram-se de 15 a 33mg/litro de nitrogênio total e de 12 a 15mg/litro de fósforo total. O consumo elevado de detergentes com componentes de fósforo contribui

consideravelmente para elevar a carga em termos desse nutriente crítico (AZEVEDO, 1988).

Segundo BRANCO & ROCHA (1984), a descarga de sistemas sanitários das comunidades terrestres, embarcações e zonas portuárias, além de provocar a contaminação da água por bactérias e vírus, incluindo formas patogênicas, constitui importante causa de demanda de oxigênio nas regiões costeiras e praias. Em consequência dessas descargas, as áreas afetadas passam a sofrer grandes oscilações no conteúdo de oxigênio dissolvido, prejudicando a vida de peixes, crustáceos e animais bentônicos. Conforme a distância de lançamento em relação à costa, bem como a direção dos ventos e correntes marinhas, os materiais sólidos e as bactérias patogênicas podem refluir em direção às praias, prejudicando-lhes a estética e as condições de balneabilidade e recreação. Quanto aos manguezais, estes autores descreveram que o lançamento direto ou indireto de cargas poluidoras neste ambiente pode provocar as seguintes alterações:

- decréscimo da capacidade fotossintetizante dos organismos produtores, pela redução da penetração da energia solar no ambiente;
- estímulo ao crescimento de vegetais indesejáveis, pelo aumento de nutrientes e matéria orgânica;
- eliminação de espécies (muitas vezes de significativo valor comercial), destruindo elos da cadeia alimentar;
- degradação da qualidade do ambiente, tornando-o impróprio ao desenvolvimento de certos organismos, como, por exemplo, a redução dos teores de oxigênio dissolvido, alterações bruscas de pH e temperatura;
- redução do índice de diversidade de espécies do sistema;

- decréscimo da biomassa, pela eliminação de espécies ou interrupção de processos biológicos;
- aumento da biomassa, pela eliminação de certos organismos consumidores importantes, ou pela impossibilidade dos mesmos de atingirem a região de consumo.

Outros efeitos adicionais que podem ocorrer e os impactos específicos à flora e fauna, existentes nas vizinhanças do aterro em operação, podem ser determinados somente mediante um estudo a longo prazo. Essas alterações dependem da natureza e concentração do poluente, do regime de lançamento do poluente no ecossistema, da capacidade de assimilação desse sistema ao lançamento de cargas poluidoras e da capacidade de diluição (comportamento hidráulico do sistema), dentre outras.

Para GRASSO (1994), os manguezais têm importante papel no tratamento de esgotos e despejos industriais, reduzindo a velocidade da água, possibilitando a aglomeração de partículas no sedimento (substâncias que se depositaram na água, sob a ação da gravidade) e a ação de microrganismos na decomposição das substâncias orgânicas. Os principais fatores que lhes conferem essas características são: (1) alta taxa de produtividade primária (as plantas retiram os poluentes da água e/ou substrato); (2) altas taxas de acumulação de sedimentos (os poluentes são rapidamente absorvidos pelos sedimentos minerais e orgânicos, ficando imobilizados no substrato); (3) condições anaérobicas nos sedimentos de fundo, permitindo a conversão da forma solúvel dos metais pesados para a forma insolúvel e a eliminação do nitrogênio por desnitrificação; (4) alta população de decompositores, que convertem os poluentes em formas menos prejudiciais.

O desenvolvimento de grandes quantidades de biomassa de algas bentônicas tem sido observado nos estuários, fertilizados por efluentes domésticos, sendo muito importante o desenvolvimento e a decomposição das algas na reciclagem de nutrientes e na evolução do estado trófico destes sistemas (BELLOTTO & CARMOUZE, 1995).

Experimentos realizados por VALIELA, TEAL & SASS (1973) revelam que a adição de nutrientes tem acelerado o crescimento da vegetação de mangues jovens.

Os esgotos municipais, provenientes da atividade urbana predominantemente não industrial, são constituídos de cerca de 99% de água e apresentam as principais características: o total de sólidos presentes em um litro de esgoto doméstico atinge cerca de 500mg, dos quais 70% correspondem à matéria orgânica, composta principalmente de proteínas, carboidratos, gorduras, óleos e graxas, e os restantes (30%) correspondem à matéria inorgânica. Desses sólidos, cerca de 40% encontram-se em suspensão. O nitrogênio e o fósforo, quer sob a forma de matéria orgânica ou inorgânica, comparecem, respectivamente, com cerca de 40mg/L e 6mg/L. Também é encontrado nos esgotos grande número de espécies de microrganismos (alguns patogênicos), particularmente os de origem fecal, cuja presença é indicada, de forma indireta, pelo número de coliformes, que atingem valores superiores a um milhão de organismos por 100ml (MACEDO & ROCHA, 1985).

De acordo com TOMMASI (1979), se a introdução de nutrientes (eutrofização) permanecer dentro dos limites da capacidade biológica da água, seu efeito fertilizante será benéfico. Se for acima dessa capacidade, a eutrofização transformar-se-á em poluição, não havendo limite entre essas duas situações; ela dependerá basicamente das características biológicas e ecológicas da massa de água. Assim, uma vez lançados os efluentes de

esgotos nos manguezais, a tendência natural é processar-se o fenômeno de auto-depuração, que envolve transformações físicas, químicas e biológicas. Neste fenômeno, a matéria orgânica é oxidada, estabilizada e transformada em água, gases e sais minerais, compostos utilizados pela fotossíntese, na formação celular dos seres vivos. Nesse processo de auto-depuração também decresce continuamente a população de microrganismos fecais e patogênicos. O declínio bacteriano em águas litorâneas é devido a vários fatores, como floculação, sedimentação, ação destrutiva da luz solar, presença na massa líquida de substâncias tóxicas.

Conforme relatado, os manguezais possuem propriedades indicativas para assimilação natural de esgotos brutos ou parcialmente tratados, com possibilidades de utilização para as cidades litorâneas brasileiras, sendo necessária uma avaliação das condições climáticas e hidrológicas, indispensável ao estabelecimento das taxas de aplicação adequadas a cada caso.

3.5 - Características dos esgotos domésticos.

Os esgotos domésticos provêm principalmente de residências, edifícios comerciais, instituições ou quaisquer edificações que contenham instalações de banheiros, lavanderias e cozinhas. Compõem-se, essencialmente, de água de banho, urina, fezes, papel, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem.

Das características físicas, o teor de matéria sólida é o de maior importância, apresentando, em média, 0,08% do volume dos esgotos (a água compõe os restantes 99,92%). A matéria sólida total dos esgotos pode ser definida como a matéria que permanece como resíduo após a evaporação a 100°C.

A temperatura dos esgotos geralmente é pouco superior à das águas de abastecimento (pela contribuição de despejos domésticos que tiveram as águas aquecidas e pela atividade microbiológica que neles se desenvolve). Nos processos de tratamento sua eficiência se dá, praticamente, nas operações de natureza biológica (a velocidade de decomposição do esgoto é proporcional ao aumento da temperatura) e nas operações em que ocorre o fenômeno da sedimentação, onde o aumento da temperatura faz diminuir a viscosidade, melhorando as condições de sedimentação (PESSOA & JORDÃO, 1982). Elevações da temperatura aumentam a taxa de transferência de gases, podendo causar mal cheiro, no caso da liberação de gases com odores desagradáveis. Geralmente essa temperatura está numa faixa entre 20 e 25°C (SPERLING, 1995).

Os odores dos esgotos são causados pelos gases formados no processo de decomposição anaeróbia, ou por substâncias adicionadas, sendo caracterizados como “odor de mofo”, típico do esgoto fresco e “odor de podre”, típico de esgoto anaeróbio velho, que ocorre devido à formação de gás sulfídrico, proveniente da decomposição do lodo pela ação de microrganismos anaeróbios, que reduzem o ânion sulfato para ânion sulfeto, bem como à presença de mercaptanas e outros gases.

Tanto a cor como a turbidez indicam, de imediato e aproximadamente, o estado de decomposição do esgoto. A tonalidade acinzentada, acompanhada de alguma turbidez, é típica do esgoto fresco. Já a cor preta é típica do esgoto velho e de uma decomposição parcial (precipitação do ferro pelo ácido sulfídrico).

Os grupos de substâncias orgânicas nos esgotos são constituídos principalmente por compostos de proteínas (40 a 60%), carboidratos (25 a 50%), gorduras e óleos (10%), além de uréia e surfactantes em pequenas quantidades.

A forma mais utilizada para se medir a quantidade de matéria orgânica biodegradável presente é a partir da demanda química de oxigênio (DQO), ou da demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Quanto maior o grau de poluição orgânica, maior a DBO do corpo d'água; paralelamente, à medida que ocorre estabilização da matéria orgânica, decresce a DBO. Normalmente a DBO₅ dos esgotos domésticos varia entre 100 e 300 mg/L, de acordo com a condição, e nos tratamentos completos deseja se atingir uma redução de DBO₅ até uma faixa de 20 a 30 mg/L.

A matéria inorgânica contida nos esgotos é formada principalmente pela presença de areia, silte, argila e de substâncias minerais dissolvidas. As areias e as argilas são provenientes de águas de lavagem das ruas e de águas do subsolo, que chegam às galerias de modo indevido, ou que se infiltram nas juntas das canalizações (PESSOA & JORDÃO, 1982).

Em termos de avaliação da qualidade da água, os microrganismos assumem um papel de maior importância dentre os seres vivos, devido à sua grande predominância em determinados ambientes, e pela sua atuação nos processos de depuração dos despejos ou sua associação com as doenças ligadas à água (SPERLING, 1995). Os principais organismos encontrados nos rios e nos esgotos são: bactérias, fungos, protozoários, vírus, vermes, algas e grupos de plantas e animais. As bactérias são as responsáveis pela decomposição e estabilização da matéria orgânica, e servem de alimento aos protozoários.

As algas desenvolvem-se com o lançamento de efluentes de estações de tratamento, ricos em nutrientes (nitratos e fosfatos), chegando a ser um fator indesejado quando o crescimento ocorre em demasia (floração).

Existem vários organismos cuja presença num corpo d'água indica uma forma qualquer de poluição. Para indicar, no entanto, a poluição de origem humana, e para medir a grandeza desta contribuição, costumam se adotar os *organismos do grupo coliforme* como indicadores.

As bactérias coliformes são típicas do intestino do homem e de outros animais de sangue quente, e, por estarem sempre presentes no excremento humano (100 a 400 bilhões de coliformes/ hab. dia), e serem de simples determinação, são adotados como referência para indicar a presença de esgoto doméstico.

A medida dos coliformes é dada por uma estimativa estatística da sua concentração, conhecida como o Número Mais Provável de Coliformes (NMP/ml ou NMP/100ml). O esgoto bruto contém de 10^6 a 10^{11} NMP/100ml de coliformes totais e de 10^6 a 10^7 NMP/100ml de coliformes fecais (PESSOA & JORDÃO, 1982).

3.6 – Auto-depuração dos cursos d'água.

As características da água de um rio, assim como do seu sedimento, são muito importantes para se determinar a biota presente neste meio, visto que estão em íntima e obrigatória relação. Assim, a introdução de elementos compostos ou formas de energia estranhas à composição natural dos sistemas aquáticos pode provocar transformações biológicas ou bioquímicas de grande interesse ecológico (BRANCO, 1986).

Essas transformações podem destruir o equilíbrio biodinâmico original desse meio, determinando a inibição ou o estímulo ao desenvolvimento de certas espécies biológicas, de acordo com sua maior ou menor adaptabilidade ou tolerância apresentadas às condições impostas, havendo, portanto, uma ação seletiva sobre os organismos. Como consequência, pode-se afirmar que quanto mais as condições de um ecossistema se

afastarem das condições ótimas, para a maioria dos organismos, mais as comunidades serão uniformes e típicas, ocorrendo um número menor de espécies, com um maior número de organismos de cada espécie (ESTEVES, 1988).

Em sistema lóticos, a auto-depuração ocorre em secções transversais ao eixo do rio, a partir do ponto em que o efluente atinge o manancial. Nesse local a perturbação é acentuada, estendendo seus efeitos aos quilômetros subsequentes, reduzindo-se à medida que se avança à jusante do ponto de lançamento (BRANCO, 1984). Nessas condições, a redução das espécies intolerantes e o aumento das tolerantes refletem a degradação da qualidade da água. Como consequência da ação seletiva nas áreas poluídas ou contaminadas, essas áreas tendem a ser habitadas por uma quantidade reduzida de espécies, que aumentam numericamente sua população, devido às condições ambientais que favorecem seu desenvolvimento (CETESB, 1978).

De acordo com a intensidade e a duração da perturbação, o sistema aquático tende a reestabilizar-se ao longo de etapas sucessionais de recomposição, em busca de suas condições originais; este processo é conhecido como auto-depuração. A capacidade de auto-depuração de um rio é variável, já que os despejos são processados gradualmente ao longo do tempo, mediante processos físicos, químicos, bioquímicos e biológicos. Esta capacidade, porém, é limitada, podendo, em muitos casos, atingir limites intoleráveis à vida aquática (POVINELLI, 1989).

Os ecossistemas aquáticos vêm sendo utilizados como receptores temporários ou finais de uma grande variedade de poluentes que são lançados direta ou indiretamente e, embora estes ambientes tenham certa capacidade de auto-depuração, os despejos neles lançados sempre causam um impacto, representando um risco que pode comprometer a

utilização destes recursos para o uso doméstico, recreativo, industrial e na irrigação de culturas agrícolas (AZNAR, et al 1994).

Os esgotos e resíduos orgânicos que são lançados a um curso d'água vão, pouco a pouco, sofrendo um processo de transformação ou estabilização, da qual resulta a formação de pequenas quantidades de sais minerais dissolvidos na água. Diz-se, pois, que o curso d'água depois de poluído sofre um processo de auto-depuração, mediante o qual ele volta às suas características iniciais. Além da estabilização dos compostos orgânicos e da recuperação do oxigênio que foi consumido, a auto-depuração compreende também a destruição dos organismos patogênicos que foram introduzidos no curso d'água, juntamente com os esgotos.

O lançamento de despejos orgânicos em um corpo d'água pode alterar a comunidade local (poluir) de várias formas, conforme sejam eles biodegradáveis ou biorresistentes (recalcitrantes).

No caso dos compostos orgânicos biorresistentes, tem-se como principal efeito a acumulação dos mesmos no ambiente (efeito indireto). Embora seja importante, essa característica não é específica, isto é, varia de acordo com a estrutura química de cada substância.

Para os compostos orgânicos biodegradáveis, o principal problema associado é a queda do teor de oxigênio dissolvido (OD). Todos os organismos aeróbios dependem, de uma forma ou de outra, do oxigênio, para manter os processos metabólicos de produção de energia e de reprodução. Este gás é muito pouco solúvel em água, variando a sua solubilidade entre 14,6 mg/L a 0°C até 7,6 mg/L a 30°C (ao nível do mar) dependendo da

pressão atmosférica e dos sais dissolvidos. Com um OD em torno de 4-5 mg/L morrem os peixes mais exigentes e igual a 2 mg/L praticamente todos os peixes estão mortos.

A decomposição da matéria orgânica, em grande escala, retira do ambiente quantidades consideráveis de oxigênio, uma vez que na biodegradação a respiração é uma das etapas mais importantes. Cria-se, assim, uma importante demanda de oxigênio do ambiente, que, em situações críticas, pode vir a comprometer seriamente a continuidade da vida aeróbica.

No caso do ambiente aquático, a renovação do oxigênio é dificultada pela baixa solubilidade do gás e pela reduzida difusão do mesmo. Por isso, quando a quantidade de organismos é grande, há uma acentuada diminuição no teor de OD e o ambiente pode tornar-se anaeróbico.

Cada vez que ocorre um lançamento de despejo com matéria orgânica biodegradável na água, ocorre uma DBO que reflete o consumo potencial de oxigênio para degradar uma certa quantidade de matéria orgânica passível de biodegradação.

A eutrofização é um outro problema causado em sistemas aquáticos, pela introdução de despejos orgânicos. No que se refere à decomposição de matéria orgânica como causa da eutrofização, pode se dizer que isto se deve à decomposição aeróbica, que gera, juntamente com a degradação anaeróbica, vários sub-produtos, que podem modificar a composição dos sistemas aquáticos. Alguns podem ser tóxicos, enquanto outros têm importância nutritiva (MUCCI, 1986). O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento dos microrganismos responsáveis pelo tratamento de esgotos, estando quase todo combinado sob a forma de proteína e uréia; as bactérias presentes nos corpos d'água, pela oxidação biológica, transformam o nitrogênio em amônia e depois em nitrito, na

presença de oxigênio, e finalmente em nitratos. O nitrogênio na forma de amônia é diretamente tóxico aos peixes. Os nitritos são muito instáveis e oxidam-se facilmente para a forma de nitratos. Já os nitratos são a forma final de uma estabilização e podem ser utilizados por algas ou pelo manguezal para formar proteínas. A decomposição e morte da proteína vegetal pela ação das bactérias gera o nitrogênio amoniacal, completando o ciclo.

Fósforo é também essencial para o crescimento de algas e outros organismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. As formas usuais de fósforo encontradas nos corpos d'água incluem o ortofosfato, polifosfato e fosfato orgânico. Os ortofosfatos são diretamente disponíveis pelo metabolismo biológico, sem necessidade de conversões a formas mais simples.

Além da DBO elevada e da eutrofização, o pH também seleciona os organismos mais resistentes, eliminando os menos resistentes da comunidade aquática.

O gás carbônico combina-se parcialmente com a água, formando ácido carbônico, que é o principal responsável pela acidez dos corpos d'água. A solubilização do gás carbônico da atmosfera já é suficiente para produzir, nas gotas de chuva, um pH sensivelmente reduzido, o qual sofre ainda maior declínio durante a passagem da água através do solo, em contato com a atividade de microrganismos produtores de húmus, no processo de oxidação orgânica. Assim, esta água, ao atingir os corpos d'água, pode assumir um pH da ordem de 4 ou 5. Dependendo da presença de carbonatos na água, o pH pode neutralizar-se ou atingir valores mais elevados.

A maior parte dos organismos aquáticos vive, de preferência, onde o pH varia entre 6 e 8; bactérias de vida livre crescem melhor em pH superior a 7. Por outro lado, os fungos preferem a faixa ácida; por isso, despejos ácidos, com um teor relativo de carbono,

tendem a favorecer o crescimento de fungos aquáticos unicelulares ou filamentosos, que dificultam o tratamento biológico (BRANCO & ROCHA, 1984).

A temperatura da água é um outro importante fator ecológico, tanto pela influência direta que pode exercer sobre os vários tipos de organismos, como pela relação existente com o teor de gases dissolvidos. Assim, as variações de temperatura estão ligadas ao pH, à economia de oxigênio, à economia de gás carbônico, ao teor de carbonatos.

Um outro problema advindo do lançamento de despejos de natureza orgânica em corpos d'água é a alteração da condutividade, como consequência do aumento da salinidade.

A este respeito, BRANCO (1986) afirma que o alto grau de salinidade pode exercer um efeito seletivo, independentemente da natureza química do sal que a provoca. Este efeito é de natureza osmótica, que, por ser muito elevado em soluções fortemente concentradas, dificultam a absorção de água pelos organismos, provocando a perda de líquido por suas células. A intensa mistura de águas de origem costeira e continental provoca uma grande flutuabilidade das condições hidrológicas do estuário. Em apenas uma hora a salinidade pode sofrer variações de até 20%, influenciando grandemente a composição química (Cruz et al, citados em AZNAR et al, 1994).

Alterações de cor e de turbidez também podem atuar como fatores de seleção, para organismos aquáticos. BRANCO (1991) descreveu as seguintes observações:

- a cor da água é resultado principalmente dos processos de decomposição que ocorrem no meio ambiente, adicionando material dissolvido e colóides ao corpo d'água.

- a introdução de resíduos coloridos diminui a transparência da água, que se traduz pela redução do número de organismos, à medida que se caminha para o fundo, que ocorre

porque as substâncias coloridas exercem uma ação seletiva sobre os diversos comprimentos de onda da luz solar.

- os despejos orgânicos industriais e domésticos, em geral, contêm altas concentrações de pigmentos; portanto, ao serem despejados em corpos d'água, acentuam demais a cor dos mesmos, podendo prejudicar, em alto grau, sua transparência, atividade fotossintética e produtividade primária.

- a turbidez, por outro lado, deve-se ao material em suspensão na água (plâncton, bactérias, argilas e silte em suspensão e fontes de poluição que lançam material fino), dispersando a luz incidente e refletindo-a em todas as direções, independentemente do comprimento de onda considerado.

- a existência da turbidez em rios, lagos e estuários pode afetar a vida aquática, uma vez que pode reduzir a penetração de luminosidade, provocando diminuição de organismos fotossintetizantes, além de causar asfixia nos animais aquáticos, em função das partículas se depositarem nos órgãos respiratórios, e ainda por soterramento de matéria orgânica, diminuindo a disponibilidade de alimento. Por outro lado, pode ser útil na destruição de microrganismos indesejáveis, bem como na remoção da radioatividade causada por certos tipos de despejos, a partir da adsorção dos elementos radioativos pelas partículas em suspensão, que, ao sedimentarem-se, ficam enterrados no lodo de fundo.

Um corpo d'água receptor do lançamento de esgotos pode incorporar toda uma ampla gama de agentes transmissores de doenças. Este fato não gera um impacto à biota do corpo d'água, em si, mas afeta alguns dos usos preponderantes a ele destinados, tais como abastecimento de água potável e balneabilidade.

Da mesma forma como ao longo de um rio os esgotos vão sofrendo alterações, no sentido de estabilizar-se ou “depurar-se”, fenômeno idêntico ocorre no solo, quando nele se pratica a disposição de esgotos. Os fenômenos são praticamente os mesmos: adsorção às partículas de solo; oxidação; atividade decompositora praticada por microrganismos, levando à produção de húmus. O processo será mais rápido e inodoro na presença de oxigênio (boa aeração do solo), mas também ocorre em sua ausência, originando gás carbônico, metano e outros gases, o que, provavelmente, ocorre também no solo de manguezal.

É baseado nessa capacidade de “auto-depuração” de solos que se pratica a fertirrigação, seja com esgotos domésticos, seja com resíduos orgânicos industriais (vinhoto, por exemplo). Contudo, é necessário evitar-se a saturação, isto é, aplicar nutrientes não além do que a vegetação (pastagem ou cana ou, no caso, planta do mangue) possa consumir.

4 - MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - Caracterização da área de estudo

A cidade de Itanhaém está situada no Litoral Sul Paulista, a 110km da capital, na bacia hidrográfica do Rio Itanhaém. Está localizada entre as latitudes de 24°05' e 24°15' S e 46°41'15" e 46°56'15" W. O município de Itanhaém pertence à região denominada Baixada Santista, estando a 60km ao sul de Santos e fazendo limite com os municípios de Peruíbe, Mongaguá, São Vicente, São Paulo, Jujutiba e Pedro de Toledo. (Figura 1).



Figura 1 - Localização da cidade de Itanhaém no Estado de São Paulo (sem escala).

Segundo ARAÚJO (1950), a extensa faixa costeira entre Santos e Cananéia é ocupada por uma ampla baixada que penetra para o interior, na direção sudoeste, em função do afastamento das escarpas da Serra do Mar, representada pela planície costeira ou planície quaternária. A baixada está repartida em unidades menores devido aos esporões da Serra de Paranapiacaba e pequenos outeiros cristalinos. De Santos ao paredão dos Itatins ocorrem os outeiros cristalinos Itaquanduva e Paranambuco, que quebram a continuidade da linha de costa, cortando-a em duas extensas praias, que são a Praia de Itanhaém ou Praia Grande, com 50km, e Praia de Peruíbe com 30km. Nesta área localiza-se a foz do Rio Itanhaém, que contribui para a descontinuidade da linha costeira e para a divisão da área urbana em duas porções.

A cidade de Itanhaém possui topografia suave, com declividades entre 1-2%, em média, e altitude variando em torno de 5,0 metros. O sítio urbano de Itanhaém está localizado na área de planície, a aproximadamente 15km de distância da Serra do Mar, e apresentando pouca área construída nas encostas dos pequenos outeiros cristalinos. O sítio urbano é dividido pelo Rio Itanhaém e pela área de mangues que ocupa as margens do rio, sendo característica do sítio urbano de Itanhaém a presença de vegetação alternada com áreas construídas (MARQUES, 1998).

A bacia hidrográfica de Itanhaém é composta por cerca de 21 rios e faz divisa com a capital. Os três rios mais expressivos desta cidade são o Itanhaém, Preto e Branco, todos navegáveis.

O Rio Itanhaém é formado pela confluência dos Rios Branco e Preto. O Rio Branco possui regime torrencial e, apesar de percorrer um trecho de seu curso na superfície, sua

nascente fica no planalto, apresentando vale encaixado, descendo com forte declividade, formando saltos e corredeiras. Com isso, no verão as chuvas em grande quantidade inundam as áreas baixas. Os Rios Preto e Aguapeú são os mais volumosos afluentes do Itanhaém, que têm todo o seu percurso na planície, correndo paralelamente à praia numa topografia quase horizontal e, por serem influenciados pelas marés, seus leitos estão sempre cheios e com águas pouco móveis (ARAÚJO, 1950).

A confluência dos Rios Branco e Preto dá-se a 4,5Km da praia, porém o curso do Rio Itanhaém é tão sinuoso que a distância da origem à foz é de quase 10Km(Figura 2).



Figura 2 – Vista do Rio Itanhaém, nas proximidades da sua foz.

De acordo com dados da Prefeitura Municipal de Itanhaém (1996), o município,

com área de aproximadamente 581km², possui cerca de 300km² de Mata Atlântica preservada, entre florestas da Serra do Mar, Mata de Restinga e Mangues, sendo a maior parte destas florestas encontradas no Parque Estadual da Serra do Mar. Dos 281 km² restantes, cerca de 160km² pertencem à área urbana, (as áreas construídas e as áreas de expansão), onde existem vestígios da mata de restinga e áreas de mangues significativas. Nas margens dos Rios Preto e Branco são encontradas áreas contínuas de mata de restinga e mata ciliar preservadas. Essas áreas de mata natural estão protegidas pelo código Florestal, Dec. 4.771, preservando os principais sistemas litorâneos: Manguezais, Matas de Restinga, Mata de Encosta e Jundú.

Segundo o levantamento planimétrico elaborado sobre imagens geradas no Projeto RADAM, o município de Itanhaém possui cerca de 4,5Km² de manguezais, com aproximadamente 80% de área preservada. As áreas de degradação mais acentuada estão localizadas na margem esquerda do Rio Itanhaém, onde o manguezal encontra-se parcialmente aterrado.

O manguezal do Rio Itanhaém tem aproximadamente 800m da sua margem até o contato com a mata de restinga. O porte das forófitas (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*) diminui de tamanho à medida que atinge as matas de restinga, o que acarreta alterações microclimáticas em seu interior.

Do ecossistema manguezal também faz parte da vegetação litorânea o Jundu (formado por espécies lenhosas, mirtáceas, leguminosas, cactáceas e bromeliáceas) na região de dunas.

O solo do manguezal de Itanhaém tem classe textural predominantemente areia-franca, tendo como frações expressivas a areia fina e o silte. Estudos realizados na área

por LAMBERTI (1969) mencionam um solo com 16,5% de matéria orgânica, 64,1% de umidade e 19,4% de matéria inorgânica, com pH de 4,8.

De acordo com a descrição das classes registradas no mapa pedológico, OLIVEIRA et al. (1999) classificaram os solos de Itanhaém como:

GLEISSOLOS SÁLICOS: Solos com caráter sálico dentro de 100 cm da superfície do solo. Apresentam relevo plano e estão presentes na zona litorânea costeira. Os sedimentos flúvio-marinhos constituem o material de origem. Esses solos, quando drenados, têm a propriedade de baixar drasticamente o pH ($< 3,5$), devido à formação de ácido sulfúrico às expensas dos compostos de enxofre neles contidos, tornando-os limitantes para a agricultura. A aeração inadequada aumenta a resistência da difusão dos gases do solo para a atmosfera e vice-versa, consumindo rapidamente o oxigênio do solo, pelos microrganismos e plantas. Há importante perda de nitrogênio mineralizado e o ambiente redutor facilita a formação de compostos bivalentes de ferro e manganês, os quais são tóxicos. Os GLEISSOLOS SÁLICOS podem ser também sódicos, apresentando, neste caso, saturação por sódio no complexo de troca de cátions igual ou superior a 15%, o que lhe empresta ainda maior limitação ao uso agrícola.

ESPODOSSOLOS: São solos essencialmente arenosos, com textura grosseira, muito porosos e com elevada permeabilidade. Esses atributos, juntamente com a baixa capacidade sortiva, caracterizam-nos como pouco adequados para receberem efluentes, bem como aterros sanitários, lagoas de decantação e outros usos correlatos. Sua fração areia é constituída predominantemente por quartzo, sendo, portanto, virtualmente desprovidos de minerais primários intemperizáveis e, conseqüentemente, de reservas minerais em nutrientes. Apresentam sedimentos marinhos do holoceno como material de

origem, sob relevo plano, tendo como cobertura vegetal atual o Jundu.

A maioria das propriedades agrícolas deste município dedica-se ao cultivo da banana, desde o final do século XIX, já com caráter eminentemente comercial (AFONSO, 1999). Muitas propriedades usam áreas que foram cobertas primitivamente por manguezais.

De acordo com os dados do IBGE (1991) e da Prefeitura Municipal de Itanhaém (1996), do total de 46.071 habitantes do município, 44.820 ocupam a área urbana. Além da população permanente, o município apresenta uma população flutuante, que se divide de acordo com o período e regularidade de visitas à cidade. Nas férias de inverno a população flutuante é de 100.000 habitantes e nas férias de verão 400.000 habitantes.

A distribuição da população economicamente ativa do município está assim repartida, nos diversos setores: agropecuária (4,6% da população), indústria de transformação (10,4%), comércio (22,5%), serviços (42,3%) e administração pública (18,0%). Segundo BECKER (1996), o predomínio da infra-estrutura comercial e de serviços está associada ao desenvolvimento da atividade turística da cidade.

A forma de crescimento urbano de Itanhaém está relacionada com o processo histórico de ocupação, que teve início à margem esquerda do Rio Itanhaém, onde atualmente está localizado o principal centro comercial urbano. A partir do foco inicial, a distribuição da ocupação ocorreu de forma longitudinal à orla litorânea e ao longo das principais vias de acesso às áreas comerciais, valorizando o preço da terra nessas áreas (MARQUES, 1998).

4.2 - Aspectos fisiográficos

A região estudada situa-se na ampla Planície Costeira de Itanhaém, a qual foi definida por SUGUIO & MARTIN (1978), e está incluída em domínios do Litoral Sudeste ou das Escarpas Cristalinas, mais especificamente na porção centro-sul do Estado de São Paulo, no Compartimento Santos-Itanhaém-Peruíbe.

Esta planície apresenta direção aproximada de N50°E e dimensões máximas de 40 quilômetros de comprimento por cerca de 15 quilômetros de largura. Trata-se, na verdade, de uma planície costeira intercalada por morros cristalinos com diferentes faixas de sedimentação, entre o sopé da Serra do Mar e a linha de praias retilíneas.

A configuração desta planície aproxima-se de uma semi-elipse, sendo o arco dado a nordeste (NE) pelo Esporão de Mongaguá, a norte e noroeste (N e NW) por trechos da Serra do Mar, correspondentes a feições estruturais como o Alinhamento do Paranapanema e a Zona de Cisalhamento de Cubatão e, finalmente, a sudoeste (SW) pelo Maciço de Itatins-Juréia. A corda da semi-elipse é dada pelo Oceano Atlântico. Estes elementos físicos geraram características particulares para esta planície (formas de relevo, rede de drenagem e clima), diferenciando-se das planícies adjacentes.

A rede de drenagem está constituída pela bacia hidrográfica do Rio Itanhaém, que corresponde, em extensão, à segunda maior bacia do litoral paulista (BATRES, 1978). Conforme constatado durante a pesquisa, o regime hidrológico do Rio Itanhaém é ajustado à pluviosidade local com vazões maiores nos meses de verão. O mês de março coincide com o final da época de maior pluviosidade, sendo um período crítico para as populações ribeirinhas da baixada, pois nessa ocasião o solo está supersaturado de umidade e incapaz de absorver novas cargas de água.

Durante o reconhecimento da região, verificou-se outros rios importantes

pertencentes a esta bacia: o Rio Branco e seus afluentes Mambu e Aguapeu, e o Rio Preto.

Com exceção dos Rios Aguapeu e Preto, os altos cursos destes rios estão localizados nas escarpas da Serra do Mar, devidamente controlados pelas estruturas tectônicas presentes, constituindo o alinhamento entre os Rios Mambu-Branco-Itanhaém o melhor exemplo disso, com sua calha encaixada em falha gravitacional transversal ao Alinhamento de Cubatão.

O rio principal, o Branco, embora tenha um bom trecho de seu curso na planície, é caracterizado por um regime torrencial, devido não somente ao fato de renascer no planalto, de onde desce em saltos e corredeiras, como também pelo fato de possuir um vale encaixado, em forma de calha. Por ocasião das chuvas de verão, a quantidade e a impetuosidade das águas vão alagar na planície, inundando-a em poucas horas. Já com os Rios Preto e Aguapeú, tal fato não ocorre, porque ambos correm totalmente na baixada, paralelamente à praia; além disso, o Rio Aguapeú nasce a 3 km do mar, sendo barrado pelas restingas e dunas.

Geomorfologicamente, a área de estudo está contida na província Costeira, assim definida por ALMEIDA (1964) e pelo IPT (1981a), podendo ser subdividida nas subzonas Serrania Costeira e Baixada Litorânea, sendo que cada subzona possui características geomorfológicas próprias, refletindo as condições genéticas ligadas ao arcabouço tectônico.

Os morros cristalinos isolados presentes nesta planície não possuem uma classificação geomorfológica específica, correspondendo a paleoilhas atualmente incorporadas ao continente.

A Baixada Litorânea, segundo ALMEIDA (1964), pode ser subdividida em dois

setores: Costa e Litoral. O Setor Costa seria a área que recebe a influência direta dos fatores marítimos e o Setor do Litoral recobriria áreas que se estendem do sopé da Serra do Mar até a linha de costa (que separaria os dois setores).

No Setor da Costa, a divisão foi baseada na caracterização de paisagens a partir de formas de relevo, que resultou em quatro domínios: Cordões Arenosos, Dunas, Bacias com Depósitos Orgânicos e Manguezais.

Segundo foi observado no decorrer da pesquisa, os afluentes (Rio do Poço e Ribeirão Campininha) nas épocas de chuvas intensas, transportam quantidades significativas de partículas e também matéria orgânica dos manguezais.

As formações de manguezais decorrem do transporte de argilas pelos rios, que são floculados quando em contato com a água salobra e depois iniciam a sedimentação em locais tranqüilos formando banco areno-argilosos. O primeiro ocupante seria a gramínea *Spartina*, cujas hastes favorecem o acúmulo de lodo, em seguida estabelece-se a *Rhizophora* que fixaria ainda mais os sedimentos através do emaranhado de raízes e posteriormente instalam-se as *Avicennia* e *Laguncularia*, nos locais mais tranqüilos de mangue, de solo mais firme e mais para o interior.

A temperatura (determinada durante a pesquisa) e a umidade elevadas constituem condições climáticas favoráveis à decomposição bastante rápida da matéria orgânica, abastecendo o solo com quantidades consideráveis de gás carbônico, ácido húmico e outros componentes orgânicos. Cerca de 40% dos detritos encontrados em suspensão nas águas dos estuários procedem do manguezal.

Os sedimentos depositados na área de estudo armazenam boa parte da descarga poluidora acumulada ao longo dos anos, refletindo um processo histórico de acumulação

sedimentar, independente da melhoria dos padrões encontrados nas águas que drenam atualmente em seu canal.

Nos sedimentos terrestres os depósitos superficiais apresentam-se como resultado dos processos pedogenéticos e constituem o solo, substrato onde vivem microrganismos. Nos processos de formação do solo tem-se a influência importante do manto vegetal, que, pelo seu sistema radicular, introduz-se por entre as partículas minerais. Nas amostragens realizadas com auxílio do trado, verificou-se que na superfície do solo acumulam-se também os restos de folhas, troncos, raízes, formando camadas de material em início de processo de humificação (serapilheira). Abaixo deste horizonte orgânico, pouco modificado morfológicamente, encontrou-se outra camada de substância orgânica mais fina e desintegrada. Só na camada mais profunda é que o húmus aparece constituído. Na seção de qualquer manguezal, a zona submersa central deve ser mais lamacenta do que a encontrada nas regiões externas até onde se estende a vegetação.

As marés revolvem o fundo lodoso dos estuários e transportam para o mar, nutrientes e matéria orgânica assimilável. Normalmente, além da alta salinidade, a água do mar é mais fria do que a água doce do estuário, tornando-se ainda mais densa. Esta água entra nos estuários por baixo da água dos rios, revolvendo o lodo. É nas marés vazantes que o mar recebe uma carga significativa de nutrientes e matéria orgânica.

Outro fator que influencia o aporte desse material para o mar é a chuva. Altos índices pluviométricos significam, além de um aumento de água doce, um aumento considerável na remoção de matéria orgânica do manguezal e de todo o estuário. Quando a chuva é expressiva, o manguezal mostra uma de suas importantes contribuições para o equilíbrio na relação mar-continente.

Os estuários que têm seus bosques de mangue preservados apresentam uma capacidade muito maior de acomodação das águas e, principalmente, de retenção dos sedimentos terrígenos. Já os estuários que tiveram seus manguezais aterrados e ocupados pela urbanização sofrem muito mais com a erosão: a zona costeira do mar recebe o excesso do despejo, com suas nefastas conseqüências para o equilíbrio da vida marinha.

O sedimento encontrado no manguezal de Itanhaém tinha aspecto lodoso, diferente do sedimento de transição, que é mais arenoso. Apesar de apresentarem depósito volumoso de areia grossa e areia fina, possuem grande quantidade de matéria orgânica.

As partículas finas de argila que compõem o substrato dos manguezais possuem alta capacidade de adsorver nutrientes.

A presença de restos vegetais associados ao lodo e aos excrementos de animais constitui uma massa orgânica no solo, dissolvida na água, que é utilizada por fungos, bactérias e protozoários detritívoros, e às vezes pelo homem, como fertilizantes (ROCHA et al, 1983).

Nesses sedimentos orgânicos a atividade de bactérias anaeróbias é alta, e, como resultado, o metano (CH_4) e o ácido sulfídrico (H_2S) são abundantes, tendo sido observados no campo (especialmente ao se revolver o lodo) o odor característico deste último. A ocorrência de H_2S em águas intersticiais dos sedimentos pode facilitar a formação de pirita, a partir de sua reação com óxido de ferro livre ou removendo o ferro de minerais detriticos como a biotita. Durante o regime de marés, a água rica em oxigênio facilita a oxidação do sulfeto de ferro, liberando ácido sulfúrico para a água intersticial e daí para as águas superficiais por processo de difusão (PATCHINEELAM, 1987).

O grau de poluição dos rios pode apresentar grandes variações, que são

influenciadas pela descontinuidade da entrada dos poluentes ou pela modificação no fluxo d'água, devido à precipitação ou água de drenagem, ou ambos, o que acaba afetando fortemente a granulometria e o conteúdo de carbono orgânico presente.

A concentração de metais que aportam nos corpos d'água acaba sendo complexada à matéria orgânica, tendo como destino final o sedimento. Trabalhos desenvolvidos pela CETESB (1990), mostram que os sedimentos carreados pelo Rio Cubatão ficam retidos junto com sua carga poluidora, preferencialmente na faixa de domínio da vegetação de manguezal.

4.3 - Aspectos climatológicos

Na região estudada o clima é fator fundamental para o ecossistema, pois constitui o fornecedor de energia, cuja incidência repercute na quantidade disponível de calor e água. Ele surge como o controlador dos processos e da dinâmica do ecossistema, mas não como elemento intrínseco e integrante na visualização da organização espacial.

A inexistência de uma estação meteorológica na área de estudo implicou a necessidade de compilação de diversas fontes, inclusive na literatura específica.

O único elemento meteorológico obtido a partir de aparelhos situados na área foram dados sobre precipitação pluviométrica, observados no pluviômetro do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), localizado no centro da cidade de Itanhaém.

Segundo a classificação de Köppen, o clima predominante é o tropical úmido sem estiagem (Af), com elevada umidade relativa do ar, e no inverno, apesar da nítida diminuição de chuvas, não apresenta deficiência de umidade, mesmo no mês mais seco (julho ou agosto). A precipitação anual está entre 1.000 e 2.000 mm, com temperatura média anual de 22°C (SETZER, 1966).

Os dados climáticos obtidos de 1955 a 1964 revelam médias de pluviosidade anual = 1717,3mm, temperatura do ar 22°C, evaporação 878,2mm e umidade relativa = 83,3% (LAMBERTI, 1969).

O litoral sudeste brasileiro está submetido à atuação de massas tropicais (Ta) e polares (Pa) alternadas à freqüente ocorrência de perturbações transientes, nas formas de frentes frias, quentes, estacionárias e oclusas OCCHIPINTI (1963), sendo então classificadas como um domínio de clima tropical úmido. O predomínio dessas duas massas de ar está condicionado, tanto ao deslocamento do Anticiclone Tropical do Atlântico Sul, que oscila para o norte ou para o sul com o Equador térmico, quanto ao maior despejo de ar frio, de origem polar, durante o inverno.

A precipitação pluviométrica está associada à velocidade, à intensidade das frentes e à quantidade de vapor d'água, à estabilidade estática das massas de ar, assim como à intensidade das correntes de convecção térmica e à distribuição vertical de temperaturas. De uma maneira geral, períodos de alta freqüência pluviométrica estão associados à maior instabilidade do ar e à presença de perturbações atmosféricas, sendo que estes períodos se concentram mais nos meses de primavera e verão, conforme constatado durante a pesquisa.

A umidade relativa do litoral como um todo, é quase sempre superior a 80%, embora apresente alterações durante o decorrer do dia devido à ação das brisas terrestres e marítimas. Esta alta taxa é causada pela intensa evapotranspiração existente na área e ainda pelas invasões de massa de ar de origem polar e a existência da Serra do Mar que funciona como uma barreira.

A dinâmica atual, responsável pelos fenômenos de movimentação de sedimentos

arenosos junto à costa, no litoral paulista, está intimamente relacionada aos processos de circulação atmosférica do continente sul-americano. Esta inter-relação que se manifesta através das correntes de deriva litorânea, geradas a partir da interação dos trens de ondas incidentes com a topografia de fundo da plataforma continental interna, constitui a base para a compreensão da origem e do sentido de deslocamento das correntes litorâneas na costa.

Os dois sistemas principais de correntes litorâneas, com sentidos de propagação opostos, para NE e para SW, são gerados a partir de trens de onda provenientes, respectivamente, dos quadrantes SE e NE. Estes são responsáveis pela redistribuição dos sedimentos que recobrem a plataforma atual, bem como os de origem continental, carregados para a região litorânea e constitui uma das causas originárias de formação de toda a planície arenosa, a qual recebe a denominação de restinga.

No período entre os meses de dezembro e março, a costa é afetada pela penetração pelo fundo da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), que induz à saída da Água Costeira (AC) rica em material em suspensão originário do aporte dos rios, sendo que nos períodos de maiores precipitações pluviométricas, adquirem capacidade e competência para lixiviar as áreas submersas.

Entre os meses de abril e novembro, período em que a ACAS recua e que são mais freqüentes os fenômenos de incidência de frentes frias, tem-se a homogeneização da coluna d'água e os processos de ressuspensão de sedimentos anteriormente depositados.

4.4 - Localização das estações e pontos de amostragens

Foram selecionadas três estações de coleta de amostras no Rio Itanhaém.

A estação de coleta 1 , representada pelas Figuras 3 e 4 , revela os manguezais do entorno, que recebem esgotos sanitários *in natura* dos bairros Belas Artes e Cibratel, trazidos pelo Rio do Poço.



Figuras 3 e 4 - Rio do Poço com esgoto doméstico desembocando no Rio Itanhaém (margem direita).



Figura 5 - Ribeirão Campininha com esgoto doméstico desembocando no Rio Itanhaém (margem esquerda).

Na estação de coleta **2** (Figuras 5), os manguezais recebem esgotos sanitários *in natura*, trazidos do bairro Ivoty, pelo afluente Ribeirão Campininha.

A estação de coleta **3**, onde os manguezais de entorno não recebem diretamente o lançamento de esgotos, funcionou como controle para a comparação e interpretação dos resultados das análises obtidas nas estações de coleta.

Os pontos de amostragens nas estações de coletas foram escolhidos principalmente em função da facilidade de acesso, variações do nível de maré, proximidade dos pontos de lançamento de esgotos (Figuras 6 e 7) e integridade dos bosques de mangues, quanto à sua estrutura.

As Figuras 8, 9 e 10 localizam as sub-estações de coleta de sedimentos e de

acompanhamento do crescimento das plântulas.

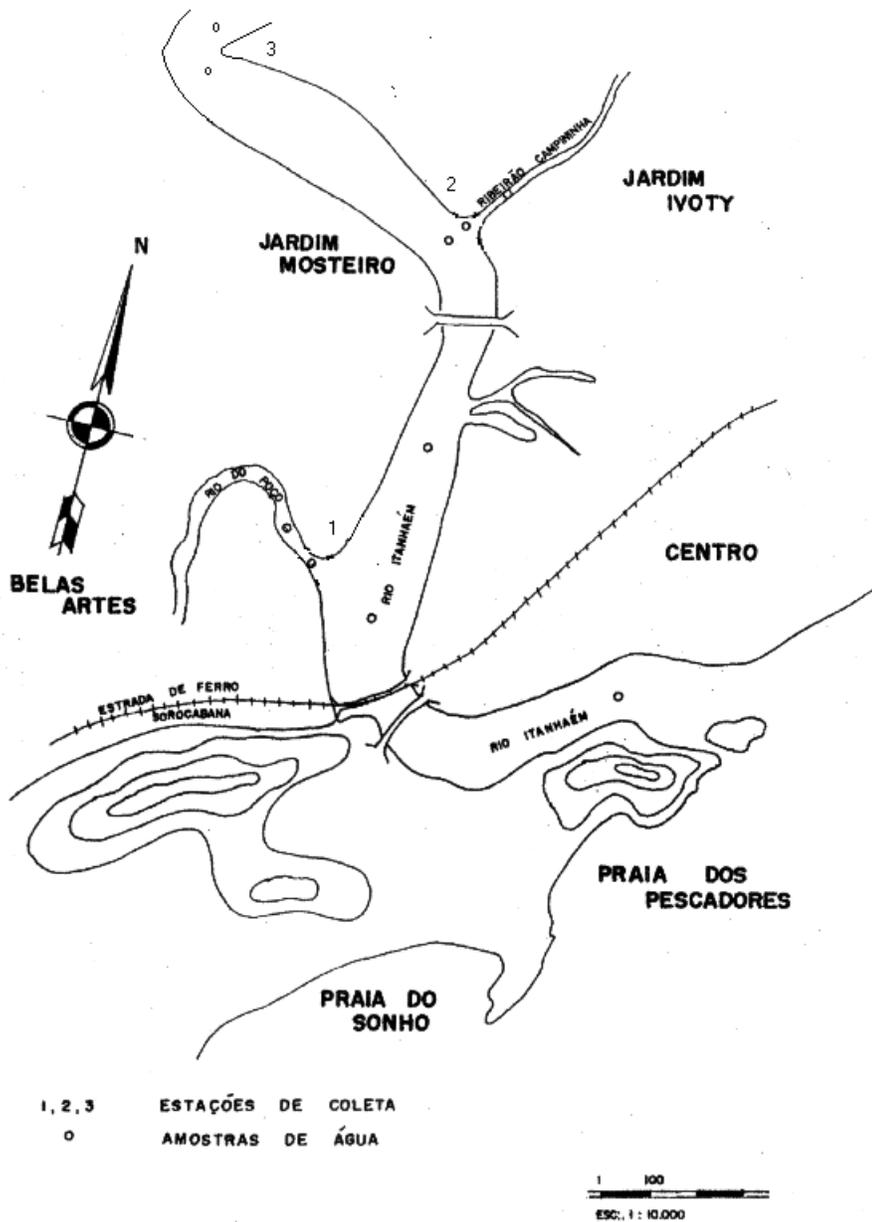


Figura 6 - Localização das estações de coleta no Rio Itanhaém.



Figura 7 – Fotografia aérea da área de estudo (sem escala).

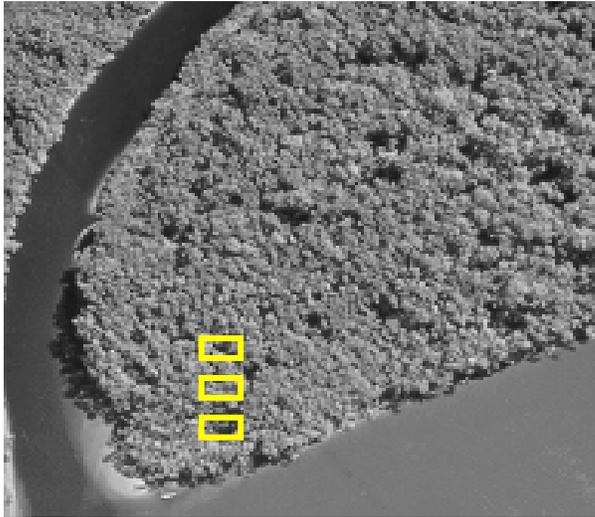


Figura 8 – Localização da estação de coleta 1.

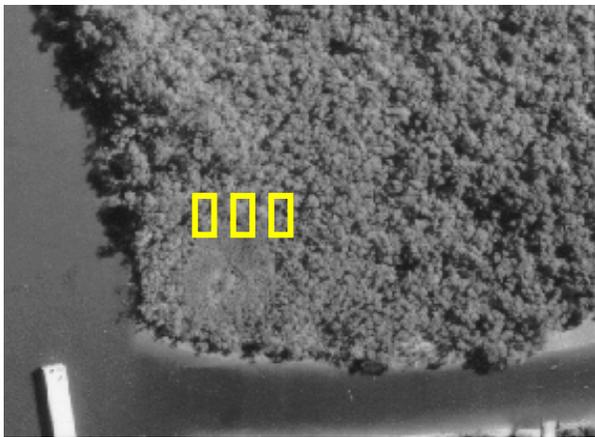


Figura 9 – Localização da estação de coleta 2.

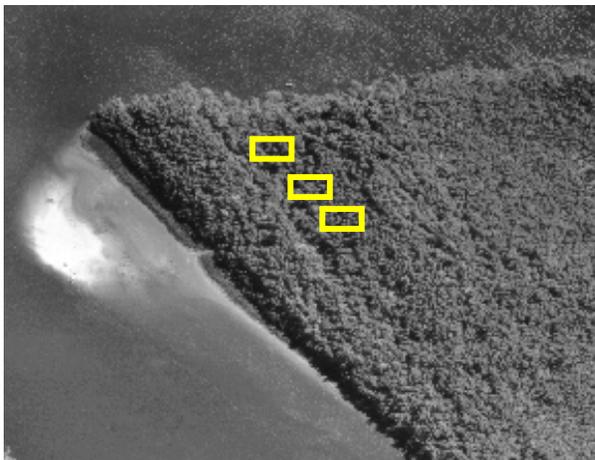


Figura 10 - Localização da estação de coleta 3.

4.5 - Método de coleta, natureza das amostras e procedimentos analíticos

A seleção dos parâmetros analíticos foi determinada em função dos objetivos do estudo e do grau de dificuldade para as análises de laboratório, materiais e recursos humanos. Foram estabelecidos parâmetros físico-químicos e biológicos da água superficial e geoquímicos do sedimento.

As coletas de água foram realizadas de setembro de 1996 a agosto de 1998, mensalmente, possibilitando a caracterização do ambiente nas quatro estações do ano. As amostragens foram feitas na maré baixa e na maré alta consecutivamente, baseada na tábua de maré para Santos, conforme a Tabela 1, anexa.

4.5.1 - Água

A caracterização das águas é uma tarefa complexa, envolvendo grande número de variáveis, o que pode conduzir à elaboração de projetos e recursos super-dimensionados redundando em uma relação custo/benefício inadequada.

Estabelecer o plano de coleta de amostra foi apenas uma das etapas necessárias à caracterização de águas, porém dele dependeram todas as etapas subsequentes: análises laboratoriais, interpretação dos dados e definições quanto à qualidade da água.

Foram determinados 10 pontos para coleta na zona superficial, medidas ambientais *in situ* e coletas de amostras para caracterização físico-química e biológica do ambiente. Estes pontos foram escolhidos ao longo do corpo d'água, selecionando pontos de monitoramento quando houve diferenças de condutividade acima de 50 μ S/cm.(Tabela 2).

Para verificar o efeito de um efluente na qualidade de um rio, foi fundamental selecionar cuidadosamente os locais apropriados para os pontos de amostragens, considerando as distâncias requeridas para a mistura adequada dos lançamentos de poluentes no corpo receptor. Nesse sentido, dedicou-se uma atenção especial à mistura na

direção lateral (de uma margem para outra), pois ela ocorre, em geral, mais lentamente do que a mistura na direção vertical (da superfície para o fundo).

Tabela 02 – Estações de coleta no estuário de Itanhaém.

Locais de coleta	Pontos de coleta
Rio Itanhaém	1A
Rio Itanhaém	2A
Rio do Poço	3A
Rio do Poço	4A
Rio Itanhaém	5A
Rio Itanhaém	6A
Ribeirão Campininha	7A
Ribeirão Campininha	8A
Rio Itanhaém	9A
Rio Itanhaém	10
Rio Itanhaém	1B
Rio Itanhaém	2B
Rio do Poço	3B
Rio do Poço	4B
Rio Itanhaém	5B
Rio Itanhaém	6B
Ribeirão Campininha	7B
Ribeirão Campininha	8B
Rio Itanhaém	9B
Rio Itanhaém	10B

A = Amostra de água coletada na maré alta

B = Amostra de água coletada na maré baixa

Devido ao intervalo que geralmente existe entre a coleta das amostras e a realização das análises, foi preciso adotar métodos específicos para a preservação e o armazenamento das amostras, com a finalidade de evitar contaminação e/ou perda dos constituintes a serem examinados. Os métodos de preservação têm por objetivo retardar as alterações químicas e biológicas que inevitavelmente ocorrem após separar-se a amostra das suas condições originais.

- Coliformes fecais e coliformes totais

A coleta para exame microbiológico foi realizada sempre antes da efetuada para qualquer tipo de análise, a fim de evitar o risco de contaminação do local de amostragem, utilizando frascos estéreis, de acordo com a Normalização Técnica - Saneamento Ambiental NT-08: Análises Microbiológicas de Águas (CETESB,1978).

No laboratório foram determinados o número mais provável de coliformes, em 100 ml de amostra (NMP/100ml), para coliformes totais e coliformes fecais, utilizando a metodologia de tubos múltiplos descrito na 17^a ed. *STANDARD MÉTHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER (1989)*.

- Temperatura

Este parâmetro foi medido com um termômetro de mercúrio, de escala Celsius, da marca Corning, com variação de -10°C a 110°C, pela sua imersão em amostras de água da superfície. A temperatura do ar foi registrada no momento da coleta de água, para determinação deste parâmetro.

- Potencial hidrogeniônico (pH)

Utilizando-se o mesmo recipiente, contendo a amostra de água que foi determinado a temperatura da água, mediu-se o pH com um potenciômetro digital portátil, da marca Minipa, com precisão igual a 0,1.

- Sólidos sedimentáveis

Coletou-se nos primeiros 15 cm da superfície amostra de água em frascos plásticos com capacidade para 1 litro, que permaneceu refrigerada até a sua determinação. A medição foi realizada em laboratório, após a sedimentação, utilizando cone 'Imhoff' da marca Nalgene, durante uma hora, com o valor expresso em ml/L.

- Oxigênio dissolvido (OD)

A retirada da amostra e sua preservação exigiu cuidados especiais. Utilizou-se um cilindro de PVC conhecido como “garrafa de OD” ou “batiscafo”, com frasco de OD enchendo o recipiente de amostra, sem borbulhar e extravasando o volume cerca de duas vezes. Retirou-se o frasco, preservando-se a amostra com 2 ml de sulfato manganoso e 2 ml de reagente azida iodeto alcalino. O frasco foi tampado e bem agitado após cada adição de reagente. Refrigerou-se em temperatura ligeiramente inferior à do ambiente e determinou-se o teor de oxigênio dissolvido pelo método de Winkler, descrito na *17^a ed. STANDARD MÉTHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER*.

Para a determinação de DQO, os teores de N-NO₃, N-NH₄ e P-PO₄ em amostras de água, utilizaram-se frascos de 1500ml de polietileno, com os seguintes cuidados:

- Antes de se iniciar a coleta, enxaguou-se o frasco 3 vezes com a própria amostra;
- Evitou-se aeração excessiva da amostra no momento da coleta;
- Procuraram-se pontos representativos da massa líquida, evitando-se coletar amostras nas proximidades das margens e do fundo do canal, ou ainda em áreas estagnadas;
- Para minimizar a contaminação da amostra, procurou-se coletar as amostras com a boca do frasco contra a correnteza;
- Preservação da amostra de água com ácido sulfúrico, até obter pH menor que 2,0.
- Refrigeração a 4°C.
- Demanda química de oxigênio (DQO)

Por ser grande a dificuldade na determinação laboratorial dos diversos componentes da matéria orgânica nas águas, em face da multiplicidade de formas e compostos em que ela pode apresentar, foi utilizado o método indireto para quantificar a matéria orgânica, ou do seu potencial poluidor, por intermédio da demanda química de oxigênio (DQO). A

DQO corresponde a uma oxidação química da matéria orgânica, obtida a partir de um forte oxidante (dicromato de potássio) em meio ácido. Uma das vantagens da DQO sobre a DBO é que permite respostas em tempo muito menor: (2 horas).

- N-NO₃⁻

Determinado (em mg/L) pelo método colorimétrico, com leitura no espectrofotômetro Coleman, com comprimento de ondas 410nm.

- N-NH₄⁺

Determinado (em mg/L) pelo método colorimétrico de Nessler, com leitura em Água-Tester da Hellige, com disco próprio para nitrogênio amoniacal.

-P-PO₄³⁻

Foi determinado (em mg/L) pelo método colorimétrico, com leitura no espectrofotômetro Coleman, com comprimento de ondas 620nm.

Para analisar a DBO, a cor, a turbidez, e teor de cloretos em amostras de água, utilizaram-se frascos de 2000ml de polietileno, com os mesmos cuidados tomados com os frascos de 1500ml, mas com a diferença de que estas amostras não precisaram ser acidificadas.

- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

Avalia a quantidade de oxigênio dissolvido (OD, em mg oxigênio/ litro) que foi consumida pelos organismos aeróbios ao degradarem a matéria orgânica. O teste é realizado à temperatura de 20°C, durante 5 dias, no escuro, sem fonte externa de OD, com diluições e sementeiras apropriadas. Por durar 5 dias, os resultados são expressos em termos de DBO₅, a 20°C.

O teste de DBO é geralmente usado para determinar o grau de poluição de esgotos

domésticos e industriais. Esta técnica consiste em adicionar pequenas quantidades do esgoto ou resíduo orgânico a um determinado volume de água saturada de oxigênio, deixando a solução em um frasco fechado, em uma incubadora a 20°C, durante 5 dias, e medir quimicamente a quantidade de oxigênio que restou após esse período de incubação. Conhecendo-se a concentração inicial de oxigênio, obtém-se, por diferença, a quantidade de oxigênio consumido durante aquele tempo, pelo volume de esgoto ou efluente urbano adicionado.

- Cor

O método de avaliação da unidade de cor é o da comparação visual da amostra com discos de vidro corados com a solução de cobalto-platina, ou seja, é a cor produzida por 1mg de platina/L. Os resultados são expressos convencionalmente em unidade de cor, e não em mg/L. Utilizou-se o colorímetro Hellige Tester.

- Turbidez

Para a determinação da turbidez utilizou-se a análise nefelométrica, baseando-se na comparação da intensidade de luz espalhada por uma suspensão padrão de referência. Quanto maior a intensidade da luz espalhada, maior é a turbidez da amostra. A turbidez é expressa em unidade nefelométrica de turbidez (UNT).

O turbidímetro consiste de um nefelômetro com uma fonte de luz para iluminar a amostra e um ou mais detectores fotoelétricos espalhados em ângulo reto ao caminho da luz incidente. Foi utilizado o turbidímetro B250, da marca Micronal.

- Cloretos

O método utilizado para a quantificação dos íons cloreto foi o Argentométrico, com detecção visual do ponto de equivalência. Esse procedimento é também conhecido como

Método de Mohr, em que o haleto é titulado com uma solução de nitrato de prata, utilizando-se cromato de potássio como indicador. No ponto final, quando a precipitação de cloreto for completa, o primeiro excesso de íons prata reage com o indicador, ocasionando a precipitação do cromato de prata (cor vermelha). Na prática, o ponto final ocorre um pouco além do ponto de equivalência, devido à necessidade de se adicionar excesso de íons prata para precipitar o cromato de prata, em quantidade suficiente para ser notada visualmente na solução amarela que já contém a suspensão de cloreto de prata. Este método requer que uma titulação em branco seja feita, para que se possa corrigir o erro cometido na detecção do ponto final.

4.5.2 - Sedimento

Para verificar a influência dos esgotos nos manguezais de Itanhaém, é muito importante realizar análises físico-químicas dos solos (sedimentos) em diferentes áreas.

As características dos sedimentos que compõem seu substrato, estão intimamente associadas à sua origem e à dinâmica atual. Este estudo caracterizou os sedimentos superficiais e sua distribuição no ecossistema, contribuindo para o conhecimento sedimentológico e estrutural do manguezal, fornecendo subsídios que viabilizem futuros projetos interdisciplinares de proteção ambiental, uso e ocupação racional, bem como vislumbrando as potencialidades desse material, altamente ativo do ponto de vista biológico, na estabilização de matérias poluidoras procedentes do esgoto das cidades.

Os sedimentos dos manguezais possuem características variáveis devido às suas diferentes origens. Esses substratos podem ser originados no próprio ambiente, pela decomposição de folhas, galhos, restos de animais (solos semelhantes à turfas). Podem

ainda ser formados a partir dos produtos da decomposição de rochas de diferentes naturezas, associados a materiais vulcânicos, graníticos, gnáissicos ou sedimentares unidos a restos de plantas e de animais, trazidos de fora do ambiente por ondas, ventos, correntes litorâneas ou fluxo dos rios.

Os substratos dos manguezais, de um modo geral, têm muita matéria orgânica, alto conteúdo de sal, são pouco consistentes e possuem cor cinza escuro, com exceção dos embasamentos de recifes de coral e ambientes dominados por areia.

A própria cobertura vegetal pode modificar as características do substrato, devido à maior ou menor contribuição em matéria orgânica. As condições ambientais, como precipitação, marés, correntes, ondas, aporte dos rios, tormentas, ventos fortes, podem alterar suas características. Embora os manguezais também possam se desenvolver em diferentes substratos, como os constituídos por partículas grosseiras (recifes de coral, areias), eles se desenvolvem melhor em locais onde o substrato se apresenta menos consistente, com baixa declividade e granulometria fina.

Cintron & Schaffer (1983) citados em ROSSI & MATTOS (1992) descrevem que os solos de mangue são formados por sedimentos que podem ser autóctones ou alóctones, e que esses ambientes em geral são de baixa energia havendo preponderância de acúmulo de frações finas (argilas e limos), com grande quantidade de matéria orgânica e água, podendo estarem presentes em vários metros de profundidade.

Os manguezais mais produtivos desenvolvem-se ao longo de deltas ou de estuários, em ambientes de baixa energia, sobre solo de granulometria fina composto por areia, silte e argila e com alta concentração de matéria orgânica. O sedimento anaeróbico não constitui problema para as espécies de mangue, ao contrário, exclui a competição com outras

espécies vasculares.

Os sedimentos foram retirados nas proximidades dos manguezais de cada estação de coleta, nos meses de agosto de 1996, 1997 e 1998, com o auxílio de um amostrador cilíndrico (trado) com 120 cm de comprimento e 8 cm de diâmetro. As amostras de substrato foram retiradas na profundidade de 0-25 cm, andando em zigue-zague, até formar uma amostra representativa. As amostras foram preservadas em freezer para posterior determinação.

O processamento e análises preliminares das amostras, assim como as técnicas empregadas na análise granulométrica, foram executadas segundo os procedimentos técnicos de sedimentologia.

- Sólidos totais fixos e voláteis

As amostras foram postas a secar em estufa a 45°C, homogeneizadas e passadas em peneira de 2 mm.

Para obtenção dos sólidos totais fixos, foram pesados 2 gramas de cada amostra de sedimento, levando à estufa a 100°C por 3 horas, para perda de umidade. A seguir colocou-se a amostra em forno mufla a uma temperatura de aproximadamente 550°C, durante 4 horas e pesou-se o resíduo calcinado. A diferença entre os sólidos totais e os sólidos fixos forneceu o valor dos sólidos totais voláteis. A metodologia utilizada foi de SUGUIO (1973).

-Granulometria da fração grosseira

Como as amostras apresentaram mais de 5% de matéria orgânica, houve a necessidade de receberem um tratamento prévio apropriado, para deixá-las em condições de processamento da granulometria. Colocou-se uma amostra de 10g de sedimento

destorroada e passada em peneira de 2,0mm (terra fina seca ao ar-TFSA) em béquer de 800ml. Adicionaram-se 50 ml de água oxigenada 30% e 100ml de solução de pirofosfato de sódio 0,1M, deixando em repouso durante a noite. No dia seguinte aqueceu-se em banho maria a 40°C, durante 8 horas, agitando com bastão de vidro a cada 2 horas. Para eliminar o excesso da água oxigenada, elevou-se a temperatura para 80°C até próximo da secura. Lavou-se a amostra centrifugando 2 vezes com água destilada e eliminou o sobrenadante. Após eliminar a matéria orgânica, essa amostra foi transferida para uma garrafa de Sthomann de 500ml, adicionando-se 50ml de solução dispersante (20g de NaOH dissolvidos em 5 litros de água destilada e 50g de hexametáfosfato de sódio). Agitou-se a 40 rpm por 12 horas. Transferiu a suspensão para uma proveta graduada de 500ml, passando por uma peneira de malha 0,053mm. Esse material retido na peneira foi transferido para um béquer de 400ml e secou-se em estufa a 105°C.

O material em suspensão na proveta foi completado até 500ml. Agitou-se a suspensão por 30 segundos com um bastão de vidro e a seguir anotou-se o tempo de sedimentação. Transcorrido o tempo de sedimentação da argila + silte fino, pipetou-se 10ml a 10cm de profundidade, relacionando tempo e temperatura e transferiu para um béquer devidamente pesado e, a seguir, secou-se em estufa a 105°C. Realizou-se o mesmo procedimento para a fração argila, pipetando a 5cm de profundidade. Após 24 horas, retiraram-se os béqueres da estufa, transferindo-se-os para o dessecador, para pesagem. O silte grosso foi obtido por cálculo (por diferença de 100%). Esta metodologia é uma adaptação de CAMARGO et al 1986.

4.5.3 - Crescimento arbóreo

Delimitaram-se três parcelas de 5 x 10m em cada estação de coleta, com fitas plásticas de cores brilhantes.

Para o acompanhamento do crescimento das árvores, foi medida a altura das plântulas presentes em cada estação de coleta e marcadas com um fitilho plástico. As medidas foram efetuadas com uma trena em 1996, 1997 e 1998, sempre no mês de agosto, conforme Tabela 18.

4.5.4 - Presença de fauna

Entre agosto de 1996 e setembro de 1998 foram anotadas as ocorrências de animais marinhos que vivem toda sua fase adulta no mangue (caranguejos, ostras) e de animais que se utilizam desse ecossistema durante sua fase jovem, como vários peixes e espécies de aves marinhas e terrestres.

5- RESULTADOS E DISCUSSÃO.

5.1 - Aspectos climatológicos

Os aspectos climatológicos da região influenciaram diretamente o corpo d'água, provocando sensíveis alterações no seu metabolismo. Num período de maior precipitação pode ocorrer um aumento na turbidez em função do grande aporte de material que é carregado pelas chuvas para o corpo d'água em questão. O vento pode provocar uma mistura na água, ocasionando uma ressuspensão de nutrientes das partes mais profundas, principalmente em rios de planície, como no caso presente, em que o escoamento se dá muito lentamente.

A precipitação pluviométrica acumulada de setembro a dezembro de 1996 foi de 385,2mm. A precipitação pluviométrica anual em 1997 foi de 1309,9mm. De janeiro a agosto de 1998 foi de 2111,1mm.

A distribuição das chuvas na região mostrou ser influenciada pela sazonalidade, com uma precipitação mais intensa nos meses de verão e um período de baixa ocorrência no inverno. O mês mais chuvoso foi março/1998 com 546,0mm, enquanto que julho/1997, com 18,1mm, foi o mês mais seco, (Tabela 3).

Os meses com maior índice pluviométrico, próximo ao período das coletas de campo, foram: setembro/1996; março/1998; abril/1998 e maio/1998, proporcionando maior arraste de material sedimentológico para a foz. Em julho de 1996 e 1997 houve baixo índice pluviométrico.

5.2 – Características físico-químicas e biológicas da água no estuário.

Na amostragem e caracterização da água do estuário pesquisado, foram levadas em conta as seguintes considerações de ordem geral:

- no Brasil, assim como em todo o Hemisfério Sul, encontram-se estuários em processo de evidente preenchimento sedimentar. O estudo da hidrodinâmica, morfologia e sedimentação vem permitindo a investigação da formação do substrato e a avaliação dos diferentes graus de influência marinha e continental.

- os estuários são ambientes tão produtivos quanto vulneráveis; são áreas naturalmente férteis, que recebem subsídios energéticos naturais. São dominados por material alóctone, dependente de entradas bióticas e abióticas, principalmente na região de entradas dos rios e oceanos.

- servem para reter as marés nos rios, impedindo que o mar, quando em ressaca, invada o litoral e constituem também reservatórios de sedimentos trazidos pelos rios. Também servem de abrigo para vários animais: moluscos, crustáceos, peixes, aves e mamíferos. Além disso, é utilizado como maternidade e rica fonte de alimentos para milhares de animais.

- as fontes de energia externa de um sistema de estuário são: a água doce dos rios e a água salgada do oceano que vem com a maré. O estuário recebe energia cinética (movimento) da água; a maré entra, se mistura com a água do rio, e vai embora. As ondas formadas pelo vento ajudam na mistura de água doce com água salgada, e assim fornecem energia cinética ao estuário. A energia cinética aumenta a produtividade do estuário por causa da circulação de nutrientes, plâncton e larvas.

- os estuários tem uma “explosão” de produtividade na primavera e uma alta taxa de crescimento no verão.

- medidas da concentração e transporte de elementos biologicamente importantes, tais como carbono, nitrogênio e fósforo, nas águas dos rios, indicam a produtividade biológica de estuários e águas costeiras, determinada pela magnitude da adição de nutrientes pelo rio, sendo a eutrofização uma consequência direta do funcionamento excessivo desses nutrientes.

A amostragem desses parâmetros foi, assim, fundamental para o conhecimento das condições ambientais do ecossistema considerado.

Embora fosse interessante efetuar uma análise estatística dos dados obtidos, esse procedimento foi inviável nesta pesquisa. Todas as vezes que, em trabalhos científicos, for necessário apresentar um resultado obtido por meio de uma estimativa estatística, é conveniente fornecer além da estimativa, uma medida de precisão desta última. Portanto, sendo ainda pequeno o número de amostras, seria temerário qualquer tratamento estatístico dos dados.

Entre os fatores físicos e químicos, foram considerados importantes por sua ação sobre a distribuição dos organismos estuarinos: temperatura, substratos dissolvidos e partículas em suspensão, pH, condutividade-salinidade, oxigênio dissolvido, demanda de oxigênio (DBO e DQO) e os nutrientes. Os nutrientes, especialmente os fatores em mínimo, determinam a fertilidade potencial de massas de água. A alta produtividade primária é dependente da contínua disponibilidade dos mesmos. O fitoplâncton necessita não só de dióxido de carbono, como também de vários nutrientes para um crescimento saudável; dentre os mais importantes estão nitrogênio (como nitrito, nitrato e amônio), fósforo, além do silicato, que é importante para a formação das diatomáceas (SARTORI & NOGUEIRA, 1998).

A variação de salinidade observada no estuário em estudo, ao mesmo tempo em que cria grandes dificuldades de adaptação para plantas e animais, gera um ambiente físico-químico todo especial. Alguns organismos do estuário estão especialmente adaptados para resistir às constantes variações de salinidade. Devem sobreviver a níveis de salinidade de 0 mg/L na água doce a 36 mg/L na água tropical dos oceanos. Como são necessários grandes gastos de energia para a adaptação às variações de salinidade, a biodiversidade é reduzida, de tal forma que existem menos espécies nos estuários que nos rios ou no mar aberto. No entanto, por causa da alta fertilidade, existe uma maior produção das espécies presentes. Esse grande número de indivíduos pertencentes a poucas espécies é, aliás, uma característica de todos os ambientes agressivos.

5.2.1- TEMPERATURA

As coletas de números 1A a 10A foram realizadas sempre à tarde, na lua nova, com maré alta. As de números 1B a 10B sempre pela manhã nas mesmas datas, com maré baixa.

O maior valor obtido para a temperatura da água foi verificado no verão (01/12/98), no afluente Rio do Poço (32,5°C) durante a maré alta. Aliás neste dia, tanto a temperatura do ar como da água, registraram os maiores valores. (Tabela 4). Já o menor valor encontrado na água ocorreu em 04/01/98, no ponto 10, durante a maré alta (17,5°C).

Esta diferença de temperatura aparentemente não afetou a presença dos organismos aquáticos, pois conseguem sobreviver nesta faixa de temperatura na água do estuário.

Dependendo da hora, a temperatura do ar pode ser muito maior que a da água, especialmente no inverno, em que a temperatura pode subir bastante de dia e cair à noite, ao passo que a água, com muito mais calor específico, tende a conservar a temperatura mais estável, conforme mostrado na figura 11.

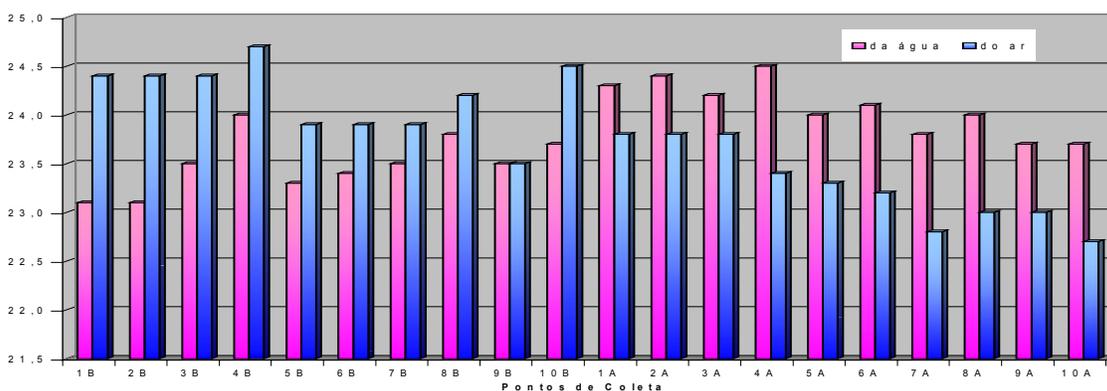


Figura 11: Médias de temperatura da água (°C) e temperatura do ar (°C) no estuário de Itanhaém-SP

Os valores de temperatura da água nos afluentes (Rio do Poço e Ribeirão Campininha) são maiores, por virem do solo da cidade e também por causa da atividade biológica devida à poluição por esgotos, conforme figura 12.

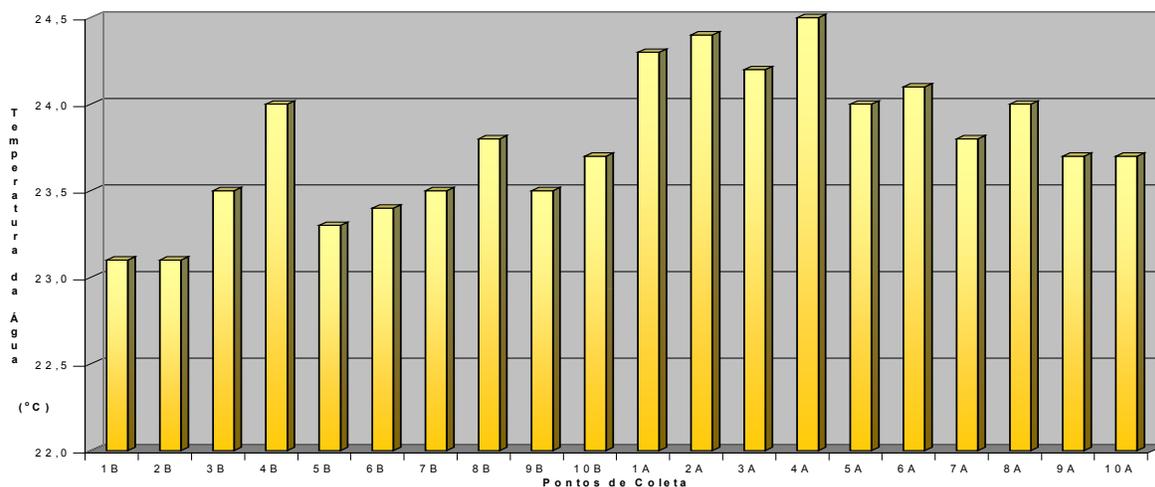


Figura 12: Médias da temperatura da água (°C) no estuário de Itanhaém-SP

Apesar da água do mar ser, em geral, mais fria, ela não se mistura muito na água do rio (é mais densa), e dependendo da profundidade, pode ocorrer em algum ponto estratificação térmica. Mais comum, entretanto, é a “estratificação química” devida à maior densidade da água salgada.

5.2.2 - SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS, COR E TURBIDEZ

Não foi possível a medida de sólidos sedimentáveis pelo método corrente de sedimentação em cones de Imhoff, uma vez que o valor era sempre inferior a 0,1ml/L, mesmo no período de intensas precipitações pluviométricas, quando devido à maior entrada do material alóctone, a presença destes sólidos na água tornou-se mais evidente. Esse fato é corroborado pelos valores de turbidez, sempre muito baixos, indicando a pouca presença de materiais particulados em suspensão. Essa é uma tendência geral, nos estuários e rios de planície. Sendo a velocidade de escoamento muito lenta, há a tendência à precipitação de partículas por efeito da gravidade. No caso do estuário essa tendência é ainda acentuada pela aglomeração das partículas causada pela presença dos sais marinhos, originando flocos de maior densidade. Como consequência, formam-se os sedimentos lodosos nos manguezais.

Em contrapartida, a cor é elevada, como em todos os rios que atravessam áreas de grande densidade de cobertura vegetal, no caso, a extensa faixa de matas de restinga, em solos ácidos e os próprios manguezais.

Os maiores valores foram encontrados nos afluentes Rio do Poço e Ribeirão Campininha, durante a maré baixa. Estes valores podem ser resultados da influência da decomposição de folhas (ácidos húmicos ou ácidos amarelos do solo) e do próprio mangue percorrido por esses corpos d'água. Com a elevação da maré, esses materiais

ficam retidos nos afluentes. Além disso, o ácido sulfídrico, presente nos esgotos em decomposição, produz a precipitação do ferro na forma de sulfetos, de cor negra.

Em 06/07/97, o valor para cor, obtido no ponto 8 na maré baixa, foi igual a 200 unidades de cor. O menor valor foi de 20 unidades de cor, verificado em vários pontos principalmente na foz do Rio Itanhaém (Tabela 5).

Nos pontos localizados em áreas não poluídas, às vezes a cor aumenta na maré alta (figura 13). Este aumento pode ser devido alguma influência local, ou a influência da elevação do pH que tende a acentuar a cor da água, segundo BRANCO, 1986.

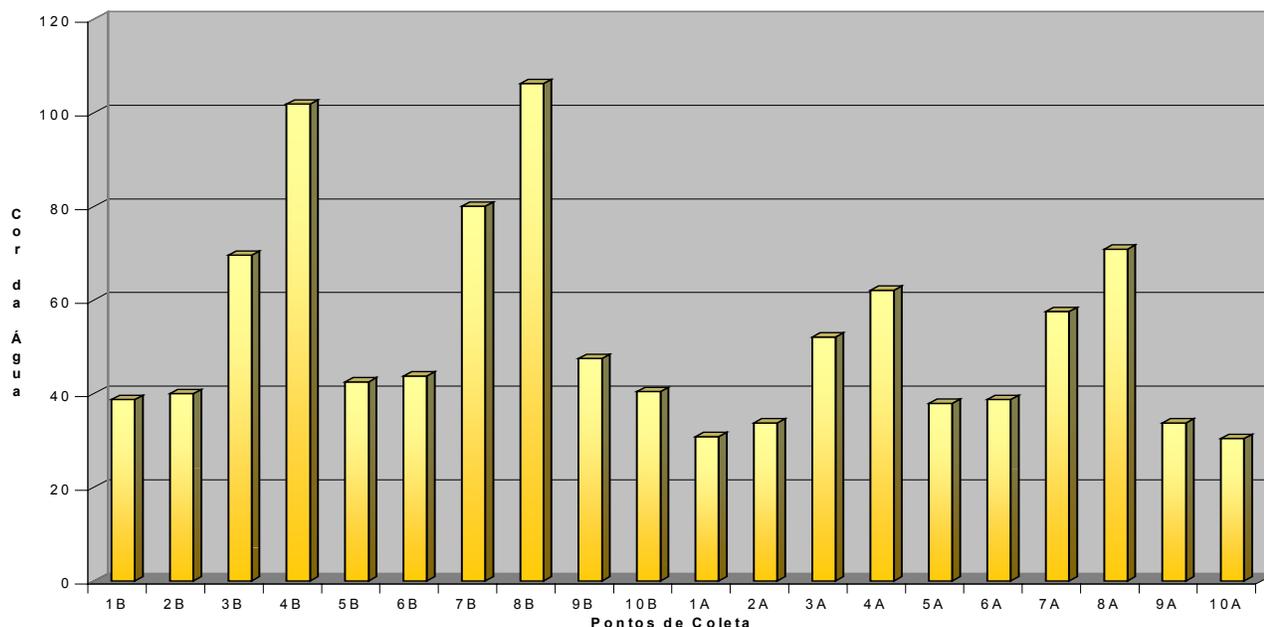


Figura 13: Média das unidades de cor da água no estuário de Itanhaém-SP.

A turbidez determinada nos pontos de coleta é baixa (Tabela 6). No rio deve ser mais alta na época das chuvas, pelo efeito do desmatamento das margens a montante.

Nos rios poluídos, é mais alta, pois os esgotos têm turbidez alta (mais no Ribeirão Campininha que no Rio do Poço). Nestes, reduz-se com a maré alta, por diluição.

ARAÚJO & MACIEL (1979) verificaram que 40% dos detritos encontrados em suspensão nas águas dos estuários procede do manguezal.

O maior valor para turbidez foi encontrado no ponto 8 em 06/07/97 (14,4 UNT) e o menor valor (1,2 UNT) foi determinado no ponto 5 em 26/04/98, coletados respectivamente no Ribeirão Campininha e no Rio Itanhaém, na maré baixa, conforme figura 14.

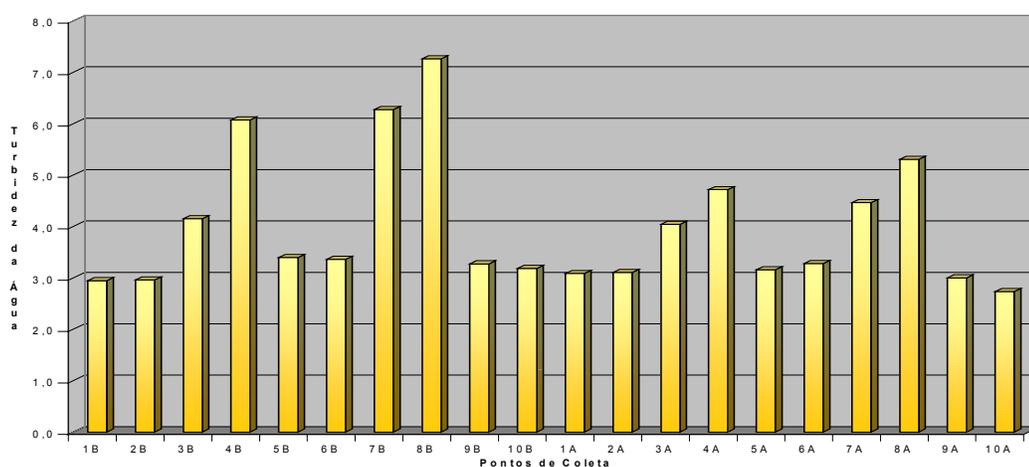


Figura 14: Média das unidades de turbidez (UNT) da água no estuário de Itanhaém-SP.

Através do histograma (figura 15), verificou-se que os maiores valores para cor coincidiram com os maiores valores para turbidez.

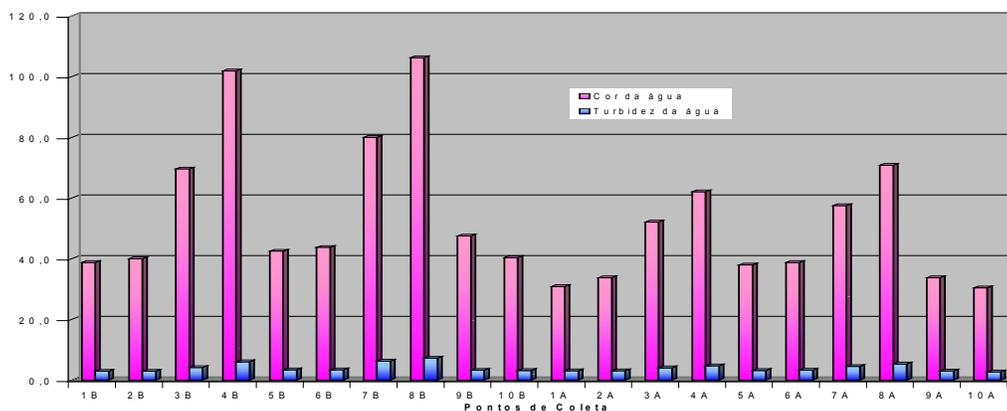


Figura 15: Médias referentes à unidades de cor e turbidez (UNT) da água no estuário de Itanhaém-SP.

5.2.3 - pH

O pH tende a elevar-se com a subida da maré, uma vez que o pH da água do mar, em Itanhaém, é da ordem de 8,5. Com a maré baixa, o pH desce por influência do próprio rio, que atravessa áreas de densa vegetação, que por decomposição, o enriquece em ácidos húmicos. As próprias águas freáticas da região fornecem pH próximo de 5,0. Assim o pH dos diversos pontos do estuário está, primariamente, na dependência do grau de mistura proporcionado pela maré.

Nas 24 campanhas, a primeira coleta foi realizada na maré baixa e a segunda na maré alta, sendo que os valores de pH encontrados na maré baixa foram sempre menores que os da alta (Tabela 7). A variação do pH pode ocorrer pela presença da água das chuvas, pelos dejetos urbanos, pela matéria orgânica produzida no estuário e principalmente pela influência da maré.

Nos afluentes Rio do Poço e Ribeirão Campininha, independentemente da maré, verificou-se valores de pH menores, quando comparados aos demais pontos de coleta no Rio Itanhaém. Tais valores foram ocasionados pela influência do esgoto urbano e pela dificuldade de invasão da água salina. Águas com pequena capacidade de tamponamento sofrem facilmente queda de pH, devido à produção de gás carbônico nas atividades microbianas resultantes da poluição.

Geralmente verificou-se uma diminuição do valor de pH do ponto 1 (mais próximo à zona litorânea) ao ponto 10 (mais distante).

Mesmo com a variação de pH durante as marés baixa e alta, não houve impedimento da vida aquática neste estuário, pelo contrário, por ser uma ambiente com águas apresentando valores de pH variando de 5,3 a 8,8, há uma maior visitação dos peixes de água doce (principalmente Rio Branco, Rio Preto e o próprio Rio Itanhaém) e

também a presença de organismos marinhos que utilizam este local para a procriação e busca de alimentos.

O maior valor de pH foi determinado durante a maré alta, em 08/06/97, na foz do Rio Itanhaém, ponto 1 (8,8). Na maré baixa, o maior valor de pH também foi determinado neste mesmo local em 10/11/96 (8,3), demonstrando a forte influência marinha (figura 16).

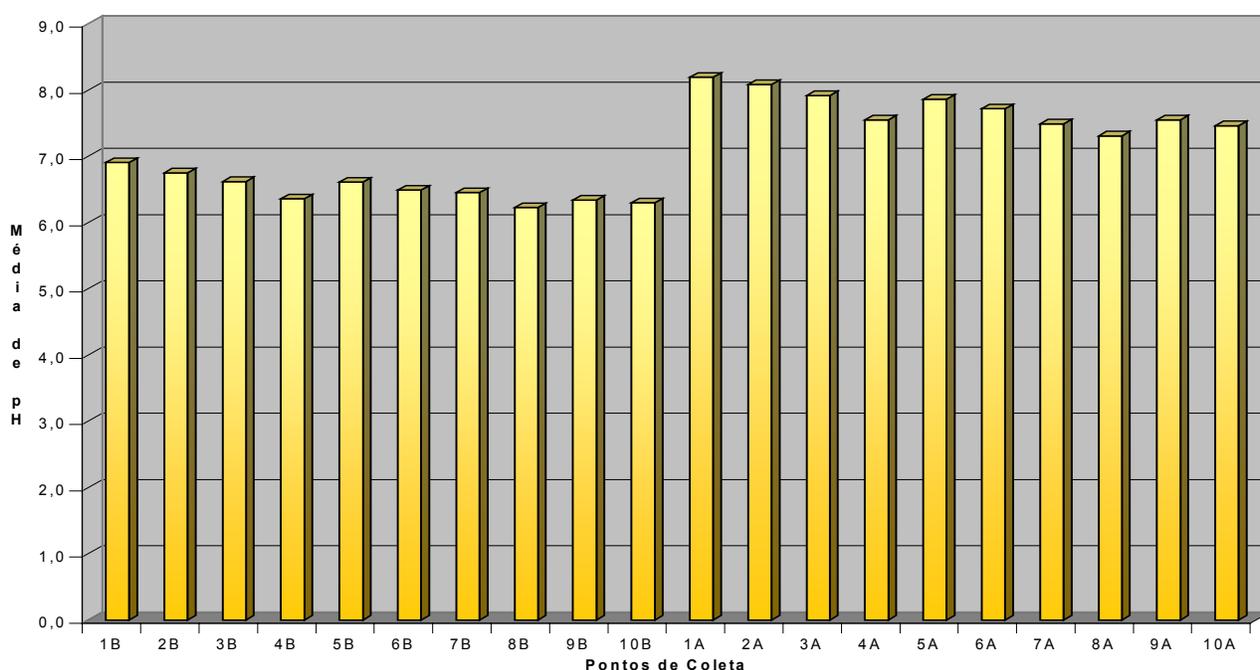


Figura 16: Média de pH da água no estuário de Itanhaém-SP.

O menor valor de pH (5,3) foi verificado nos pontos 9 e 10, na maré baixa, em 15/09/96.

Esgotos frescos geralmente possuem pH elevados, porque a água de abastecimento tem pH igual ou maior que 7, uma vez que é corrigido com cal, para não ter efeito corrosivo nas tubulações. Também a presença de sabões e lixívias pode influir no pH. Por outro lado, a atividade biológica devida à presença de matéria orgânica tende a baixar o

pH através da produção de gás carbônico, de modo que no esgoto em decomposição, o pH tende a baixar muito.

Além disso, o lodo do manguezal é um ambiente de alta atividade biológica, produzindo gás carbônico, ácido sulfídrico, ácidos orgânicos, tendendo a baixar o pH na maré baixa.

Os pontos de coleta com pH mais baixos parecem ser os de oxigênio dissolvido mais baixos, conforme figura 17. O oxigênio segue curva inversa à do gás carbônico, pois o consumo de oxigênio leva à formação de gás carbônico nos processos de respiração e degradação aeróbios.

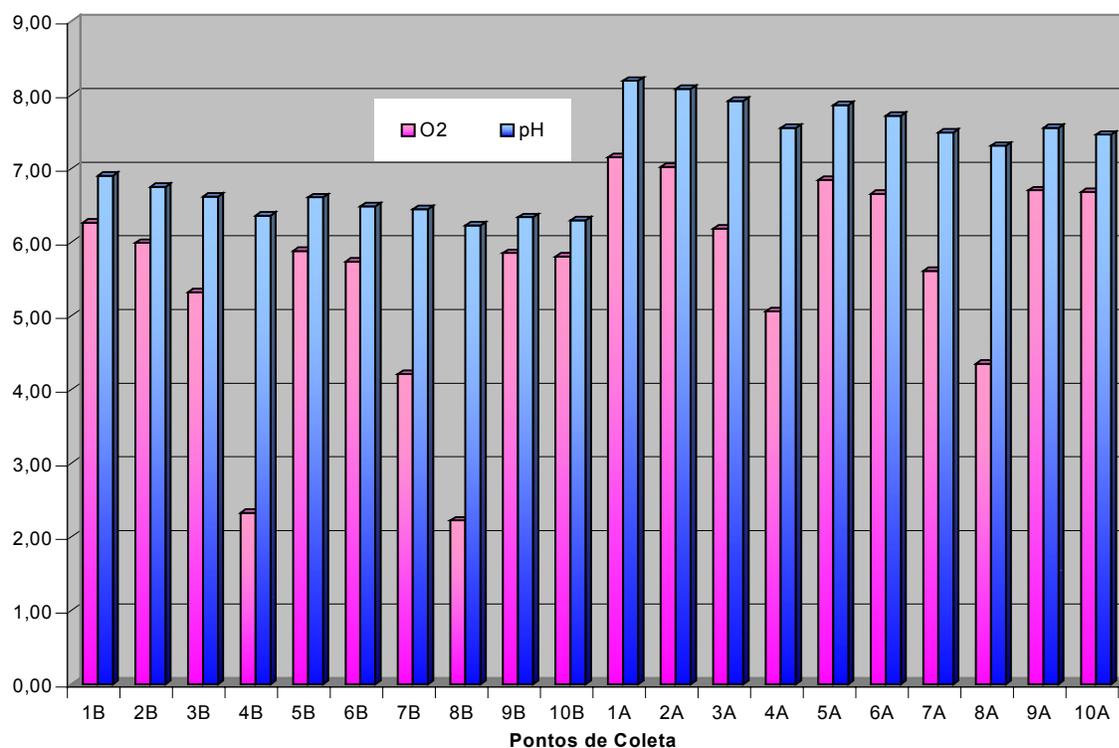


Figura 17: Médias dos valores de pH e oxigênio dissolvido (mg/L) na água do estuário de Itanhaém-SP.

A tolerância de peixes e dos organismos que compõem um ecossistema está diretamente condicionada às alterações de pH e temperatura, sobretudo à rapidez com que se processam as alterações.

As variações do pH relacionam-se também com os teores de oxigênio e gás carbônico dissolvidos e conseqüentemente, estão relacionados à decomposição de matéria orgânica. Assim uma grande absorção do gás carbônico durante a fotossíntese na zona eufótica, podem elevar o pH; porém a liberação do mesmo durante a decomposição da matéria orgânica na água, resulta no abaixamento do pH (CETESB, 1978), constatando que solos de *Rhizophora* apresentam pH mais baixos que os solos de *Avicennia*, quando estão saturados de água.

A variação dos parâmetros analisados na área de estudo é relacionada, principalmente, com a morfologia do estuário, proporcionando rápida ação dos processos de mistura de massa de água, em função da atuação dos ventos predominantes. Somam-se a esses fatores, a penetração das correntes de marés pela foz, assim como os aportes de água doce para o sistema, que são função do ciclo anual da precipitação.

5.2.4 - SALINIDADE (medida em concentração de cloretos)

Medidas de salinidade da água por densidade (salinômetro) seriam pouco precisas, dada a baixa concentração relativa de sais existentes na água do estuário. Por exemplo, entre 6.000 e 10.000mg/L, a amostra de água apresenta densidade específica variando entre 1.004 e 1.006, difícil de ser apreciada num salinômetro comum. Por isso foi preferida a medida química da concentração de cloretos, sempre predominante e proporcional à concentração total de sais. Os dados revelam a interferência da maré. Este parâmetro foi usado para indicar a proporção de mistura da água do mar na água do rio, no momento da coleta.

Água doce, no planalto, tem praticamente valor zero de cloreto. O limite para potabilidade é 250mg/L, começando a produzir gosto com este valor (PARLATORE & BATTALHA, 1977). Os valores mínimos nos diferentes pontos de coleta são de 2000mg/L. Isso influi na solubilidade do oxigênio: assim com a maré alta e alta salinidade, embora o oxigênio seja mais alto, ele é ainda mais baixo, do que se a água não contivesse sais, à mesma temperatura e pressão.

Quanto ao teor de cloretos, notou-se que houve uma diminuição neste parâmetro, no período das chuvas (verão), podendo estar associada à diluição da quantidade de íons em função da entrada de uma grande quantidade de água proveniente das chuvas (Tabela 8).

O menor valor foi determinado no afluente Ribeirão Campininha em 08/06/97 (2300 mg/L), na maré baixa, conforme figura 18. Os pontos coletados nos afluentes, como era de se esperar, apresentaram teores de cloretos menores que o Rio Itanhaém, principalmente na maré baixa. O teor mais alto foi determinado no ponto 1, foz do Rio Itanhaém (35500 mg/L), durante a maré alta em 09/03/97.

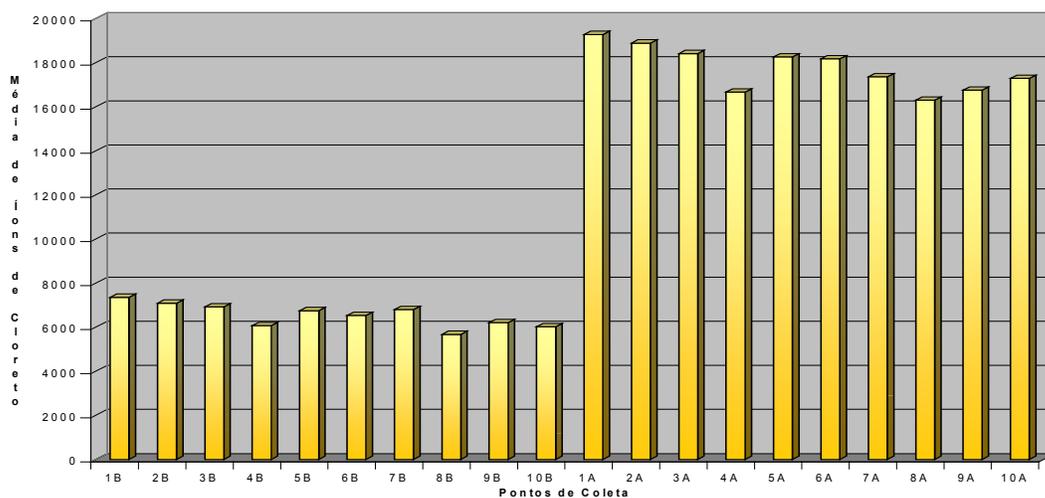


Figura 18: Média dos teores de cloreto (mg/L) na água do estuário de Itanhaém-SP.

Os valores de salinidade, obtidos na zona do estuário, foram relativamente baixos durante todo o período de estudos, tendo-se em conta a proximidade do mar. Isso pode ser devido ao fato das medidas terem sido realizadas sempre em amostras coletadas na superfície, uma vez que, devido à diferença de densidade, a água salgada, que vem do mar, fica embaixo da água doce superficial (cunha salina).

5.2.5 - OD, DQO e DBO

O oxigênio dissolvido (OD) constitui o principal indicador químico da qualidade do ambiente aquático, dele dependendo toda a vida aeróbia. Sua concentração depende diretamente da pressão atmosférica (tendendo, pois, a ser máxima ao nível do oceano) e indiretamente da temperatura da água (com tendência, pois, a reduzir-se no verão). No oceano e nos estuários a concentração pode, ainda, ser influenciada pela salinidade, tendendo a haver redução nas águas de maiores concentrações de cloretos. Finalmente, ele pode sofrer enormes variações locais em relação à presença de população de microrganismos respirando aerobicamente.

Esgotos domésticos, assim como outros tipos de despejos orgânicos, biodegradáveis, constituem alimento carbonáceo, estimulando a proliferação de microrganismos decompositores. Por essa razão, quanto maior for a concentração de compostos orgânicos lançados a um corpo d'água, maior será a população de microrganismos, e maior o consumo de oxigênio. Essa relação levou ao estabelecimento da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) como parâmetro ideal para a avaliação e a previsão do consumo de oxigênio realizado por esgotos orgânicos. Inversamente, sua medida na água permite o conhecimento aproximado da quantidade de matéria orgânica biodegradável que esta água recebe.

Assim sendo, os valores de oxigênio dissolvido encontrados em cada ponto do estuário constituem o resultado de interações entre: o valor de saturação de oxigênio nas condições vigentes de temperatura, pressão e salinidade e, do outro lado, as demandas químicas e biológicas de oxigênio na oxidação dos redutores presentes. Entre esses redutores, destacam-se os produtos solúveis da degradação de matéria vegetal e animal no solo dos manguezais e os esgotos e lixo lançados através dos pequenos tributários efluentes das áreas povoadas. Esses compostos redutores, sejam provenientes do mangue, seja dos esgotos, tendem a sofrer diluições significativas com a subida das marés, havendo tais variações tanto dos teores de OD como de DQO e DBO entre as marés máximas e mínimas.

Através dos dados (Tabela 9) verifica-se que os valores estão bem coerentes. O teor de oxigênio dissolvido (OD) é mais baixo nos locais mais poluídos (Rio do Poço e Ribeirão Campininha), mas aumenta com a diluição provocada pela maré, cuja água é mais rica em oxigênio (figura 19).

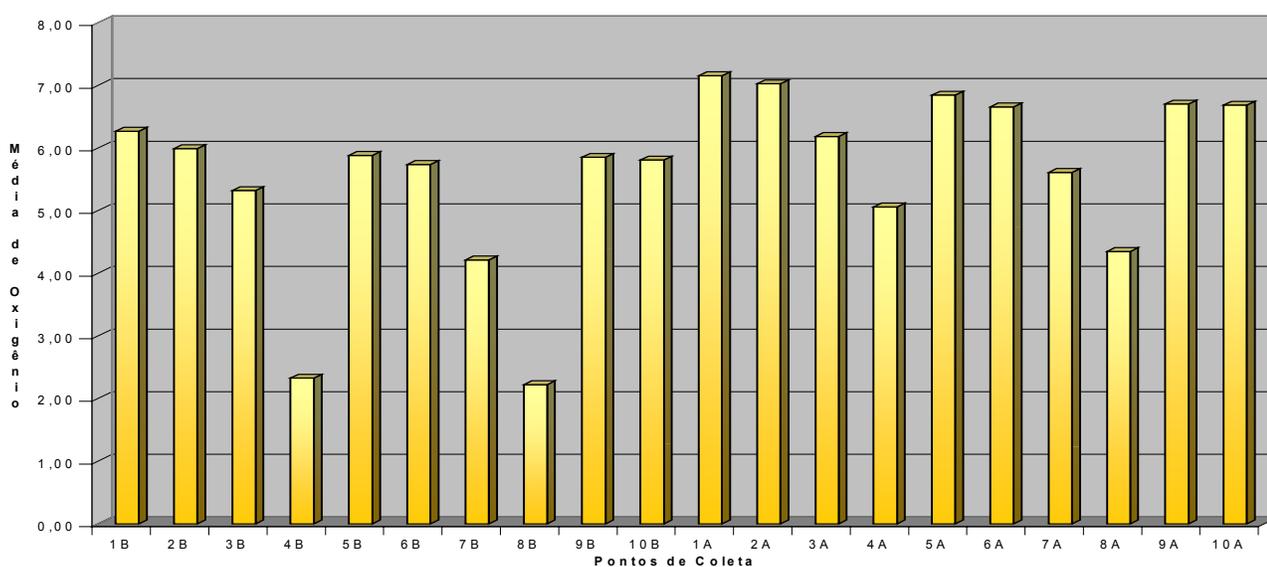


Figura 19: Média dos teores de OD (mg/L) na água do estuário de Itanhaém-SP.

Do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido é uma variável extremamente importante, pois é necessário para a respiração da maioria dos organismos que habitam o meio aquático, bem como para os próprios habitantes da superfície do solo dos manguezais. A quantidade de oxigênio dissolvido em um corpo d'água sofre grandes reduções com a introdução de matéria orgânica, sendo particularmente pobres desse gás, as águas que recebem forte contribuição de esgotos. Segundo BRANCO (1986), a oxidação da matéria orgânica é realizada graças à ação catalisadora de inúmeros microrganismos, entre os quais predominam bactérias aeróbias e esse processo demanda certa quantidade de oxigênio.

Nos lagos, a presença de íons cloretos (em mg/L) também influencia na solubilidade do oxigênio disponível, e quanto maior o teor deste íon, menor será o teor de oxigênio dissolvido (mg/L), para idênticas condições de temperatura e pressão, BRANCO (1986).

No estuário em estudo verificou-se que na maré alta, o aumento dos íons cloretos não promoveu diminuição do teor de oxigênio dissolvido, devido principalmente à intensa movimentação das águas, permitindo uma constante troca deste gás com a atmosfera.

Os valores de concentração de oxigênio dissolvido estiveram entre 0,40 e 8,72mg/L, durante o período de amostragem. Os menores valores foram encontrados nos afluentes durante a maré baixa. Os valores mais altos foram encontrados nos pontos de coleta, próximo à foz.

Nos trabalhos realizados por SARTORI & NOGUEIRA, 1998, foi verificado que os teores de OD variaram de 6,0 a 9,0 mg/L. Eles perceberam uma flutuação sazonal em que os valores são mais baixos no período do verão, e mais elevados no outono e inverno. Este padrão reflete, provavelmente, o efeito negativo das maiores temperaturas da água sobre a dissolução desse gás. A variação de OD também pode ocorrer pela maior entrada de

material alóctone, incluindo matéria orgânica (particulada e/ou dissolvida), devida à ação das fortes chuvas de verão, contribuindo para um aumento do consumo de oxigênio para suprir processos metabólicos internos, como a decomposição.

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) constitui uma aproximação da DBO, utilizada em geral por ser mais prática e expedita. Em geral, nesse processo (que é uma oxidação química pelo dicromato de potássio) outras matérias redutoras não biodegradáveis (ou de lenta biodegradação, como a celulose de folhas e outras partes vegetais) são oxidadas ao lado da matéria orgânica, o que faz com que a DQO seja sempre superior à DBO.

A região de Itanhaém apresenta apenas a indústria Agro Industrial IDERGE Ltda, que produz ração a partir de restos de peixes, descarregando uma carga remanescente de 30,79kg DBO₅/dia, na sub-bacia do Rio Itanhaém.

Os valores de DBO e DQO são altos nos rios que recebem poluição, com posterior redução, através da diluição com a maré alta.

A concentração de matéria poluidora lançada a um rio poderia ser medida por uma complexa análise química, onde poderiam ser determinados todos os seus constituintes orgânicos e a quantidade que cada um deles exigiria de oxigênio da água para sua completa estabilização ou assimilação. Conhecendo-se também a concentração de oxigênio disponível na massa d'água, pode-se calcular a massa que restaria dele depois de algum tempo; porém esta análise seria onerosa, devido à sua complexidade, e foi substituída por uma determinação simples e prática que revelaria a quantidade de oxigênio que foi “absorvida” pela oxidação bioquímica dos despejos orgânicos.

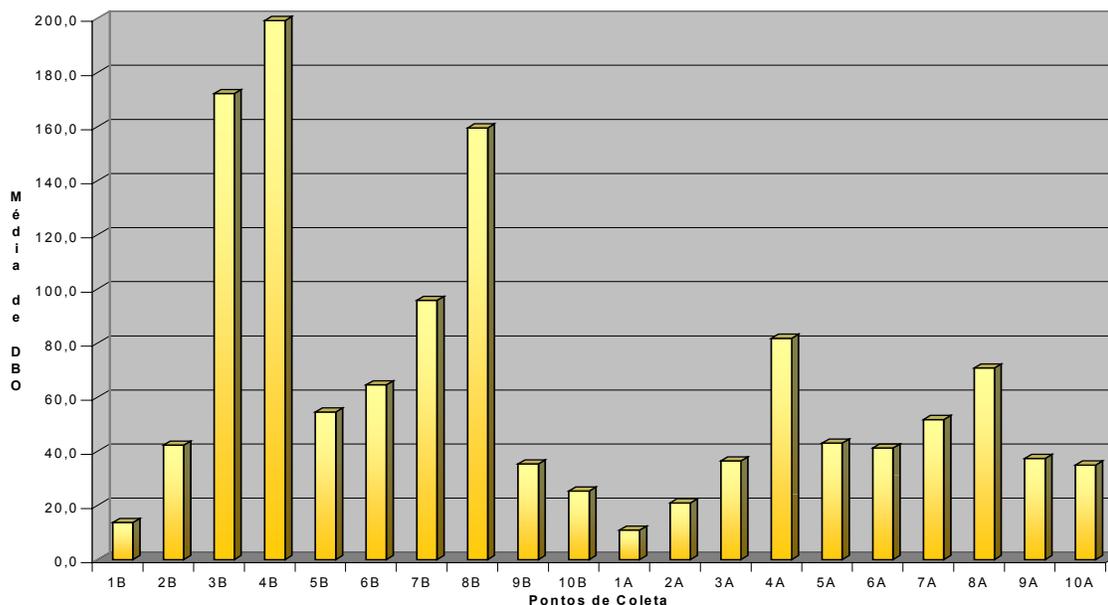


Figura 20: Média dos valores de DBO (mg/L) na água do estuário de Itanhaém-SP.

O maior valor para DBO (228,6 mg O₂/L) foi determinado no ponto 4 (conforme figura 20), no Ribeirão Campininha, durante a maré baixa e o menor valor (8,0 mg O₂/L), foi determinado na foz (ponto 1) em 08/12/96, na maré alta (Tabela 10).

A DBO não é nociva à saúde do homem. Muitas bebidas como a cerveja, refrigerantes e vinhos possuem DBO altíssimas. Porém é nociva aos peixes e outros seres aeróbicos que habitam o meio aquático por reduzir os teores de oxigênio que lhes são necessários.

Outro método usado para medir o conteúdo de matéria orgânica de águas residuárias e águas naturais é a DQO (Demanda Química de Oxigênio). Ela é da ordem de 5 vezes a DBO em geral. Mas nos pontos onde já houve maior depuração (Rio Itanhaém a jusante), a relação DQO/DBO é de 6 vezes. Isso é normal, porque à medida que se processa a auto-depuração, vão sendo consumidas mais depressa as substâncias mais biodegradáveis. A DQO, além das substâncias biodegradáveis, oxida também algumas de mais difícil

decomposição. Estas últimas tendem a aumentar proporcionalmente no rio à medida que as primeiras são consumidas. Em esgotos brutos a proporção costuma ser 3x1 ou 4x1. O mangue também influencia diretamente, uma vez que seus sedimentos fornecem alta DQO e DBO.

Para muitos despejos é possível correlacionar a DQO com a DBO. Isto é vantajoso, pois a DQO é determinada em apenas três horas, ao passo que a determinação da DBO leva 5 dias.

O maior valor encontrado de DQO (1021,4 mg O₂/L) foi no ponto 4, durante a maré baixa, em 01/02/98. Esta época é alta temporada em Itanhaém, e a presença de esgoto aumenta consideravelmente (Tabela 11). O menor valor encontrado para DQO foi em 05/10/97 na maré alta (36,5 mg O₂/L).

Com a maré alta os valores encontrados nos rios se reduzem muito, devido à grande diluição ocorrida (figura 21).

O mesmo acontece com a DBO/DQO, porém em menor proporção, o que significa que a água de diluição não é isenta de matérias orgânicas (algas, detritos trazidos das regiões a montante), uma vez que o rio atravessa espessas regiões de matas e mangues.

No Rio Itanhaém, a montante (pontos 10 e 9) os valores de DBO/DQO tenderam a manter-se, quer na maré baixa, quer na alta. O mesmo aconteceu com o OD. Estes resultados significam a ausência de matérias poluidoras trazidas pelo Rio Itanhaém e que sejam diluídas pelas águas quando sobe a maré.

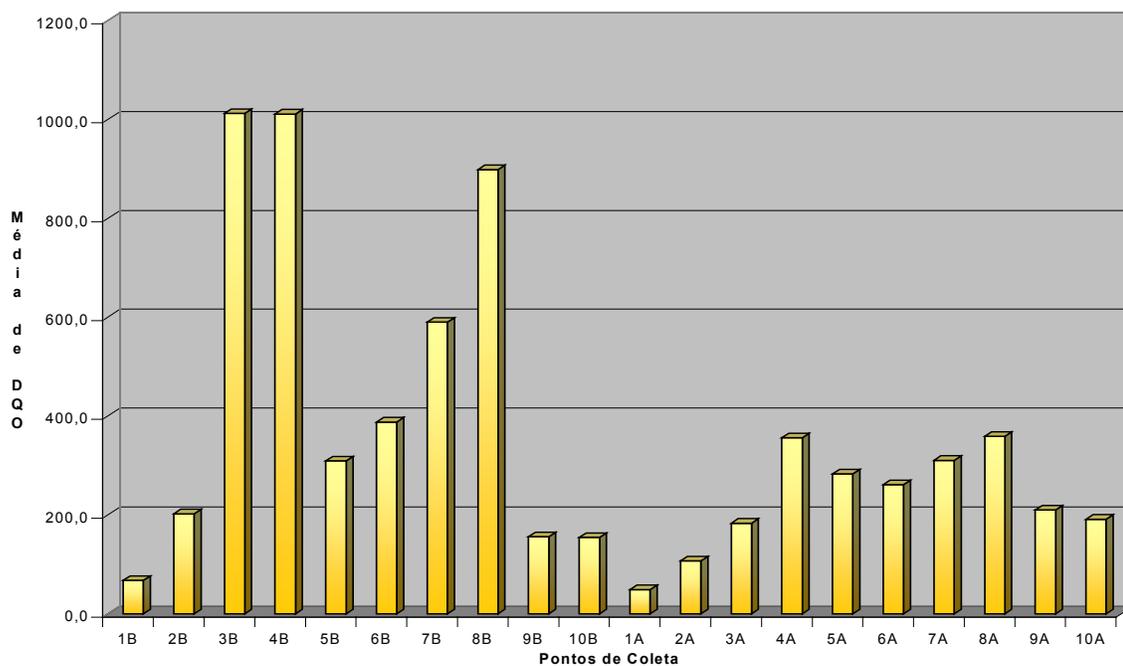


Figura 21: Média dos teores de DQO (mg/L) na água no estuário de Itanhaém-SP.

No ponto 6 houve um aumento da DBO/DQO bem mais significativo na maré baixa (quando a diluição é menor) que na alta. Entretanto o OD manteve-se inalterado. Esse aumento parece ser devido à presença de matéria decomposta do solo do manguezal e não da influência do esgoto do Ribeirão Campininha.

Do ponto 6 para o ponto 5, houve um pequeno decréscimo de DBO/DQO, na maré baixa, não ocorrendo o mesmo na maré alta. Parece haver uma auto-depuração moderada, que, porém, não levou a um decréscimo perceptível do oxigênio.

Do ponto 5 para o ponto 2, continuou a decrescer a relação DBO/DQO, não denotando influência do rio do Poço nesse último ponto, tanto na maré alta quanto na baixa, dado o grande volume do rio principal (Itanhaém). O OD permaneceu invariável.

Do ponto 2 para o ponto 1, prosseguiu-se a auto-depuração, com queda de DBO/DQO, porém sem alterações do OD, tanto na maré alta quanto baixa (figura 22).

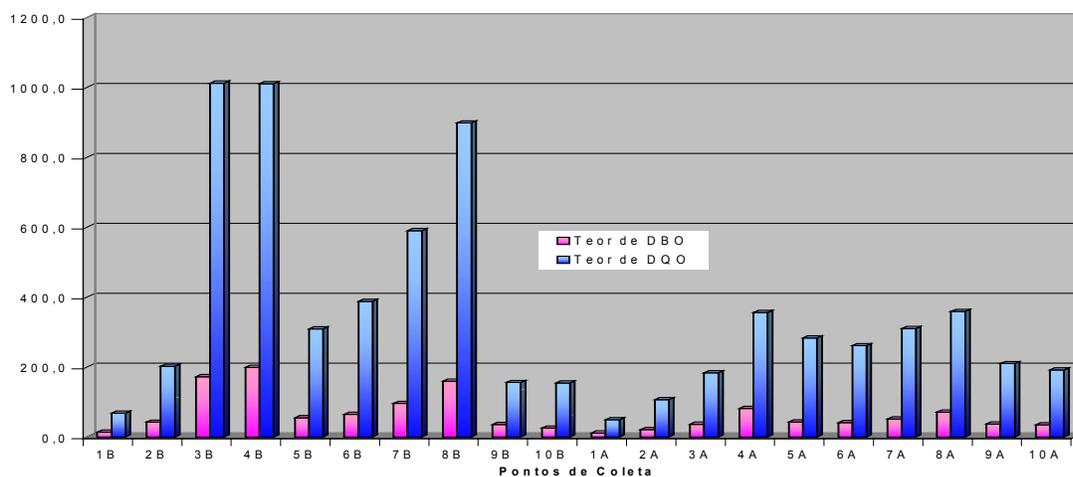


Figura 22: Médias dos valores de DQO (mg/L) e DBO (mg/L) na água no estuário de Itanhaém-SP.

Através destas considerações, conclui-se que ao longo do Rio Itanhaém houve um processo de lenta recuperação caracterizada pela degradação progressiva da matéria orgânica (na forma de DBO e DQO), processo este que foi drasticamente interrompido no ponto 6, por uma elevação de valores desses parâmetros.

Essa elevação da matéria orgânica no ponto 6 não foi, entretanto, acompanhada de elevação proporcional da concentração de coliformes fecais, sugerindo, mais uma vez, que a mesma não é provocada por poluição por esgotos através do Ribeirão Campininha, mas sim por produtos da degradação orgânica do solo do manguezal. Essa suposição é confirmada, pelo fato da elevação da DBO/DQO ser muito mais acentuada com a baixa da maré, situação em que há um verdadeiro “arraste” de materiais do mangue para o rio.

Em relação às variações de DQO, DBO e OD nas embocaduras dos afluentes, notou-se que do ponto 4 para o ponto 3, com a maré baixa, não houve redução da DQO. A redução da DBO foi bem pequena. Mas o aumento do OD foi bastante significativo. Isso significa que o acréscimo de oxigênio não é proporcionado por reaeração superficial, em contato com a atmosfera, (pois esta seria então proporcional ao “déficit” de oxigênio da água, caso em que o aumento do OD seria rigorosamente proporcional à queda desse déficit). Com a maré alta, a queda da DQO foi, ao contrário, bem acentuada, assim como a DBO. Mas o aumento do OD não foi tão notável. Neste caso, o que se verificou foi mais uma diluição da DBO/DQO pela água do Rio Itanhaém do que uma satisfação da demanda à custa do oxigênio.

Do ponto 8 para o 7 houve um decréscimo sensível da DQO e da DBO (na mesma proporção), com a maré baixa. O aumento do OD foi acentuado, porém não tanto como nos pontos 4 e 3, significando que, no Ribeirão Campininha (pontos 8 e 7), houve realmente, consumo do oxigênio para satisfação da demanda. Com a maré alta, o decréscimo de DQO/DBO foi pequeno, bem menor que de 4 para 3 (embora os valores iniciais fossem idênticos para ambos os parâmetros, nos dois locais). O OD aumentou na mesma proporção que em 4 e 3 (inclusive apresentando os mesmos valores). Isso significa que o efeito da diluição foi maior no Rio do Poço que no Ribeirão Campininha, o que pode ser explicado pelo fato daquele situar-se mais a jusante, bem como ter uma secção maior, caracterizando-se quase como uma lagoa.

Já a degradação no Rio do Poço é menor que no Ribeirão Campininha, provavelmente pela influência de uma maior área coberta por mangue, cujo solo acelera o processo de decomposição, uma vez que o lodo que o constitui é muito rico em bactérias decompositoras. Essa observação confirma a hipótese de serem os solos de manguezais

locais propícios à estabilização de efluentes diluídos ou pré-tratados de esgotos domésticos.

Verificando os histogramas das médias de OD, DBO e DQO, notou-se que os menores valores determinados para OD nos afluentes, apresentaram os maiores valores para DBO e DQO. Estes pontos de coleta localizados nos afluentes, por serem próximos ao mangue, exercem efeito de consumo mais rápido de DQO e DBO, com mais consumo de OD, tendo em vista a enorme quantidade de microrganismos decompositores ativos existentes no lodo.

Esse fato não ocorreu nos pontos de coleta do Rio Itanhaém, onde foram verificados altos teores de OD, com baixos valores de DQO e DBO.

Os esgotos domésticos, bem como muitos tipos de resíduos industriais, são constituídos preponderantemente de matérias orgânicas, servindo como alimento para microrganismos e animais nas fases: larval e adulta.

À medida que a matéria orgânica aumenta, começará um desequilíbrio no consumo da mesma, pois os microrganismos se beneficiam quando há excesso de alimento, proliferando de forma mais rápida, sendo que a população de peixes não aumentará em igual velocidade.

O desequilíbrio aumenta também na medida em que o consumo de oxigênio no ambiente passa a ser maior, e a reposição através da superfície líquida (que é muito lenta) ou através da fotossíntese de vegetais verdes microscópicos (algas) não for suficiente.

O esgoto lançado escurece o ambiente líquido dificultando a penetração dos raios luminosos indispensáveis à realização da fotossíntese.

Quanto maior o volume de esgotos em um rio, maior será o consumo de oxigênio, ou seja, quanto maior for a concentração de matéria orgânica, maior será a proliferação de

bactérias, maior a atividade total de respiração e maior, por conseguinte, a demanda de oxigênio.

O resultado disso é a redução das concentrações de oxigênio a um nível incompatível com as necessidades respiratórias dos peixes, o que causaria a morte de todos.

Porém, o que se observou foi a presença de grande número de peixes no local de lançamento dos esgotos. O motivo é que os esgotos contêm grande quantidade de compostos e partículas que servem de alimento aos peixes, e como nesse ponto inicial ainda não houve tempo suficiente para que uma maciça população de bactérias aeróbias se desenvolva e retire o oxigênio da água, os peixes não terão restrições com relação às suas necessidades respiratórias. Somente algumas dezenas ou centenas de metros abaixo (dependendo da velocidade, desnível e outros fatores do curso d'água) do ponto de lançamento dos esgotos é que os efeitos nocivos da poluição começam a se fazer sentir, pois durante este trajeto ocorrerá a multiplicação desordenada de bactérias que consumirão o oxigênio disponível.

Assim o lançamento de esgotos urbanos no estuário de Itanhaém, tem provocado a deterioração do mesmo, devido à queda do nível de oxigênio dissolvido.

Se diminuirmos o lançamento deste excesso de matéria orgânica, através do tratamento dos esgotos e efluentes lançados, o rio, com o tempo, se auto-depurará, podendo existir novamente o “equilíbrio do ecossistema”.

O padrão de qualidade para ÁGUAS SALOBRAS (CONAMA/1986), determina que o teor de OD, em qualquer amostra, não pode ser inferior a 5 mg/L O₂, e a DBO 5 dias a 20° C até 5 mg/L O₂. Pelos resultados, nota-se que os pontos seriamente

comprometidos estão nos afluentes, regiões estas onde foi registrada a presença de crianças utilizando-as como área recreativa.

5.2.6 - NITROGÊNIO (NH_4^+ e NO_3^-)

O nitrogênio existente no estuário de Itanhaém pode estar: na forma de proteínas, constituindo parte da matéria viva vegetal ou animal, tal como: folhas, frutos e sementes de plantas de mangue, peixes e outros organismos aquáticos do plâncton ou do fundo; aminoácidos e amônia, como produtos primários da decomposição aeróbia e anaeróbia, seja desses organismos, seja dos componentes de esgotos domésticos ou industriais, assim como o esterco e outros produtos arrastados pelas águas de escoamento superficial. Sendo muito instáveis, em presença de oxigênio, esses compostos tendem a ser rapidamente degradados por bactérias nitrificantes (estritamente aeróbias) que transformarão a amônia em nitritos (também muito instáveis) e estes rapidamente em nitratos. Assim sendo, a presença de nitrogênio nas formas instáveis, de amônia ou de nitrito tendem a ser transitórias e a sua permanência indica que a água está recebendo novas contribuições no momento analisado, ou seja, a água está sendo poluída. Finalmente, na forma de nitratos, o nitrogênio é estável, embora sua concentração possa variar em consequência de absorção por vegetais fotossintéticos, ou pelo fenômeno de desnitrificação, que entretanto exige condições anaeróbias (circunstância que pode ocorrer na superfície dos solos lodosos do manguezal). Além dessa fonte de nitratos (degradação de matéria orgânica), estes podem ser fornecidos significativamente, a um rio, pela atividade agrícola, que adiciona NPK ao solo, quando parte do qual é lixiviado pelas chuvas. Finalmente, pode haver uma contribuição direta representada por outros organismos aquáticos (cianobactérias) que têm a capacidade de fixar nitrogênio do ar diretamente, tal como certas bactérias do solo.

O esgoto doméstico apresenta 600mg/L de sólidos totais, onde 60% é de matéria orgânica (proteínas, carboidratos, gorduras, óleos e graxas), e 40% corresponde à matéria inorgânica. O nitrogênio e o fósforo, quer sob a forma de matéria orgânica quer inorgânica, comparece respectivamente com cerca de 40mg/L respectivamente, na constituição dos esgotos domésticos (NUCCI et al 1978).

Nitrato é conservativo, exceto quando há muita atividade fotossintética, consumindo-o, o que parece não ocorrer, pois a cor é geralmente alta, ou quando há desnitrificação, na situação já especificada. Já o teor de amônia é muito instável, tendendo a existir em maiores quantidades, onde há decomposição e poluição recentes. A nitrificação só ocorre em ambientes ricos em oxigênio, pois as bactérias nitrificantes são aeróbias, e não muito ricas em matéria orgânica (que é inibidora do processo). São bactérias autótrofas, que usam a reação de oxidação como fonte de energia.

Os dados estão coerentes com os demais, com altos teores nos afluentes, durante a maré baixa (figura 23).

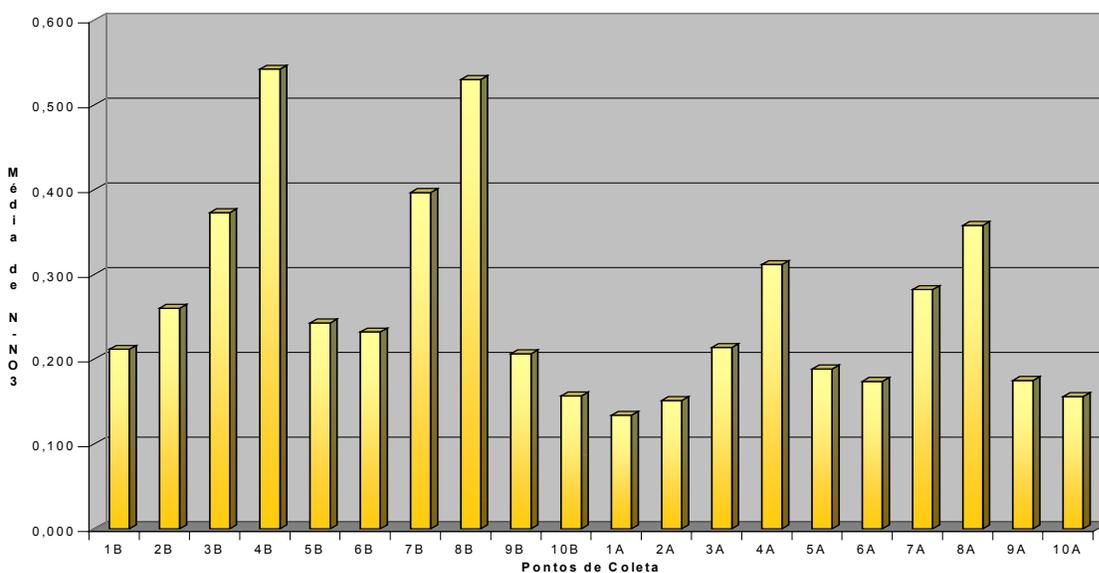


Figura 23: Média dos teores de N-NO₃ (mg/L) na água no estuário de Itanhaém-SP.

O nitrato é geralmente mais alto nos rios poluídos, mas pode se manter alto em locais que não sofreram diluição, porque é conservativo.

Através da Tabela 12, nota-se que o maior valor para íons nitrato ocorreu no Ribeirão Campininha, ponto 4 na maré baixa (0,98 mg/L), e o menor, no ponto 1 (foz), na maré alta (0,03 mg/L).

Com relação aos nutrientes químicos dissolvidos observou-se que as concentrações são em geral baixas, conferindo uma condição oligotrófica ao sistema. Nos trabalhos realizados por SARTORI & NOGUEIRA, 1998, os maiores valores de nitrato ocorreram no inverno (0,27mg/L na maré baixa). Na Índia, estes autores observaram uma relação inversa entre as concentrações de nitrato na região do estuário e a salinidade, o que indica uma maior entrada de nitrato para o estuário vinda de fontes de água doce.

O teor de amônia é alto nos rios poluídos e diminui com a maré alta, acompanhando bem a curva de DBO e DQO e oposto ao oxigênio dissolvido (figura 24).

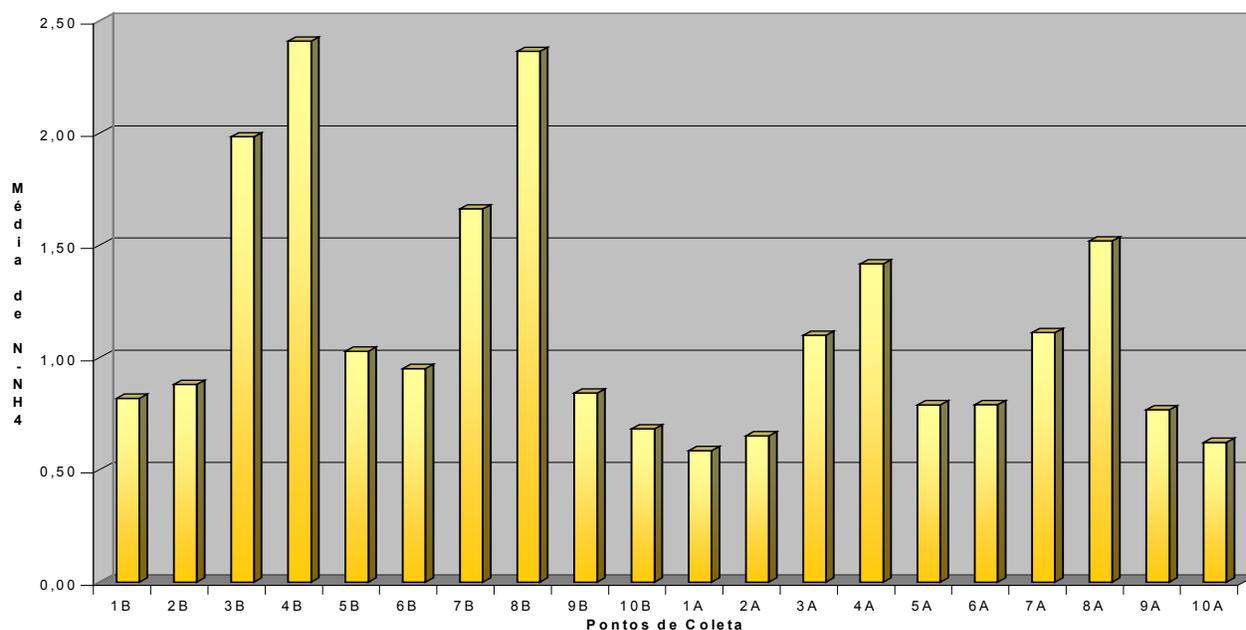


Figura 24: Média dos teores de N-NH₄ (mg/L) na água no estuário de Itanhaém-SP.

Durante a pesquisa, os maiores valores foram determinados nos afluentes, chegando a 3,16 mg/L no dia 04/01/98 no ponto 8 (Ribeirão Campininha), durante a maré baixa. O menor teor de íons amônio (0,32 mg/L) ocorreu no ponto 1, próximo à foz na maré alta (Tabela 13). Estes valores são decorrentes do esgoto doméstico, rico em nitrogênio e também das proximidades do mangue, que através da sua ação auto-depuradora elimina fontes de nitrogênio (figura 25).

Amônia e nitritos, que são os primeiros produtos da degradação aeróbia dos compostos orgânicos nitrogenados, seguem normalmente a curva de variação da DBO/DQO, em todos os pontos.

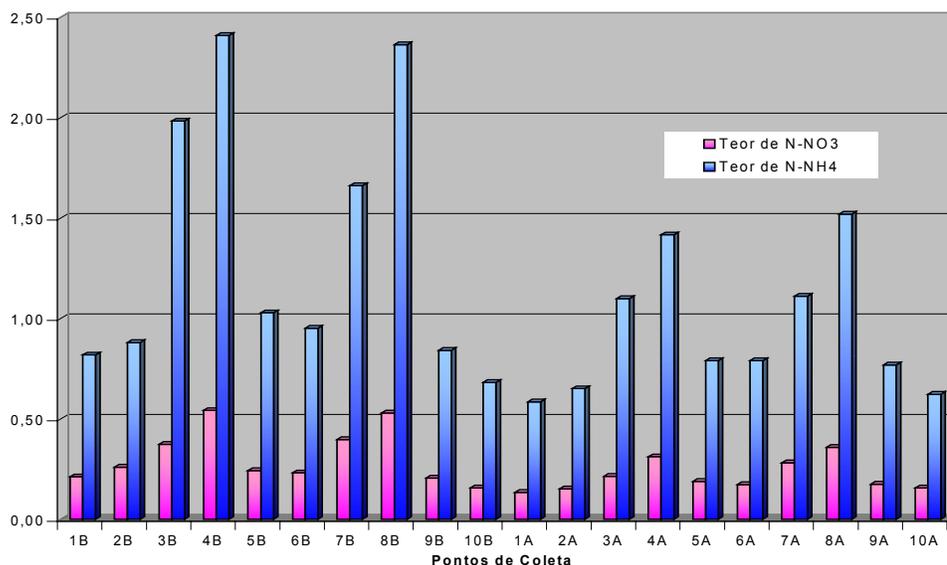


Figura 25: Médias dos teores de N-NH₄ (mg/L) e N-NO₃ (mg/L) na água no estuário de Itanhaém-SP.

Há uma pequena elevação do ponto 10 para o 9, tanto na maré baixa quanto alta, indicando decomposição mais ativa de compostos orgânicos nitrogenados, com formação de amônia e nitritos. No ponto 6, aumentou em correspondência com o aumento da

poluição orgânica geral. De 6 para 5, mantém-se pela mesma razão que de 10 para 9, e finalmente, de 5 para 2 e para 1, os decréscimos ocorrem à medida que se verifica a auto-depuração. Com a maré baixa, o ponto 2 recebe ainda alguma influência do Rio do Poço. No Ribeirão Campininha e no Rio do Poço, decresce em direção a jusante, como era de se esperar, sendo que, com a maré alta, os valores são menores por causa da diluição. O efeito da diluição parece ser maior no Rio do Poço que no Ribeirão Campininha, como no caso da DBO/DQO.

Comparando com o histograma de OD, verificou-se que os maiores valores de íons amônio e nitrato correspondem aos menores valores de OD.

Concentrações relativamente elevadas no verão e outono podem ser um reflexo do processo de decomposição do material alóctone, provavelmente dissolvidos, transportado para os rios durante o período chuvoso ou do manguezal.

Os estuários geram mais energia do que podem usar (a fotossíntese excede a respiração), resultando a exportação de nutrientes e detritos orgânicos para o oceano, aumentando a produtividade das águas costeiras, (ODUM, 1971).

WALSH (1967) relatou que grandes quantidades de íons nitrato e fosfato foram removidos de água correntes através de manguezais, provavelmente devido à constituição do solo lodoso, associado com a alta capacidade de absorção de nutrientes.

Com relação aos nitratos, é possível que haja desnitrificação, junto ao lodo anaeróbio. Em certas ocasiões verificou-se o desprendimento de pequenas bolhas de nitrogênio do fundo das áreas inundadas pela maré.

5.2.7 - FÓSFORO (PO_4^{3-})

Na região estudada, o fósforo tal como o nitrogênio é, via de regra, fornecido à água por decomposição, seja de folhas (no mangue), seja de esgotos. As águas de lagos e rios

preservados em geral, não apresentam mais que 0,1 a 0,2 mg/L de NO_3^- , (ou NO_3^- somado à NH_4^+ e NO_2^-) e não mais que, 0,1mg/L de PO_4^{3-}). Acima dessas concentrações a água começa a sofrer o processo conhecido como eutrofização, ou seja, aumento significativo da produtividade potencial. Para lagos e represas, com águas paradas, mais propícias à proliferação de algas, estas chegam a formar populações muito densas, originando problemas de desequilíbrio ecológico. Para águas correntes é mais difícil acontecer. No caso do Rio Itanhaém acresce a dificuldade de penetração da luz (água muito escura), o pH baixo e a salinidade variável.

Notou-se que os valores encontrados são bem altos. Em águas sem poluição, costuma ser menor que 0,1 mg/L aumentando com a poluição. O esgoto puro contém bastante e o esgoto com detergentes biodegradáveis mais ainda. Também pode haver contribuição significativa das plantações (bananais), pois como a terra é pobre, geralmente coloca-se superfosfato em excesso. Talvez por isso o rio já venha com teores elevados. Há também a possibilidade deste íon ser uma contribuição do mangue.

Os maiores valores para íons fosfato foram determinados nos afluentes, principalmente pela presença de esgoto, rico em fósforo, conforme figura 26.

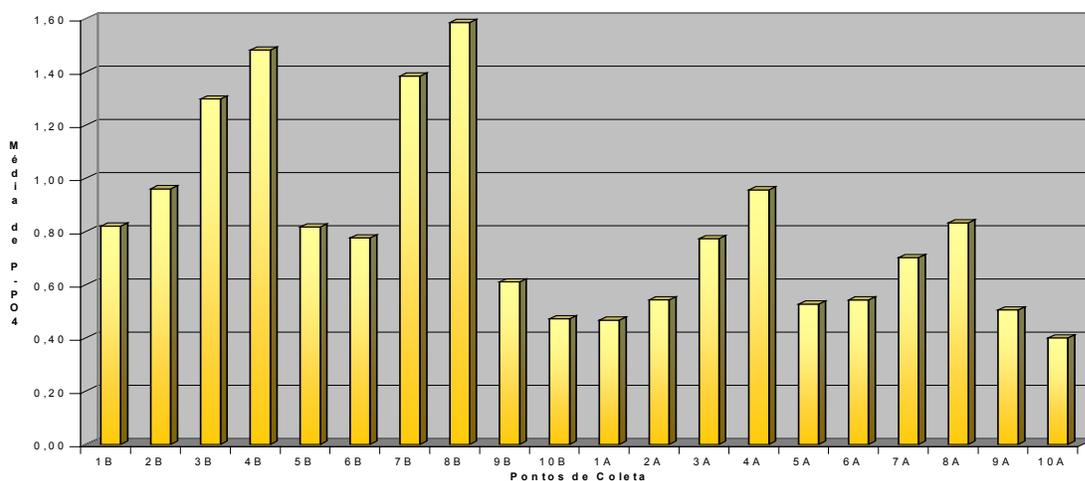


Figura 26: Média dos teores de P-PO₄ (mg/L) na água no estuário de Itanhaém-SP.

Em 04/01/1998, na maré baixa, obteve-se um teor de 2,48 mg/L no ponto 8 (Ribeirão Campininha).e de 2,36 mg/L no ponto 4 (Rio do Poço). Aliás, nesta data em que a cidade estava repleta de turistas, os teores de fosfato foram os mais altos em todos os pontos de coleta. O menor teor foi encontrado na maré alta, no ponto 2 do Rio Itanhaém (0,26mg/L), de acordo com a Tabela 14.

Através dos histogramas, pôde-se notar que os pontos de coleta com os maiores valores de íons fosfato coincidiram com os maiores valores de DQO e DBO, e conseqüentemente um maior consumo de OD, provavelmente pela ação dos microrganismos decompositores aí presentes.

De uma maneira geral, os valores de fósforo total foram relativamente altos nos afluentes, principalmente na maré baixa. Após chuvas intensas valores significativamente mais altos de fósforo total foram encontrados, devido principalmente ao grande aporte de fósforo orgânico particulado.

5.2.8 - COLIFORMES FECAIS E TOTAIS

A única análise biológica realizada nesta pesquisa foi a contagem de coliformes.

O termo “coliformes” não tem significado específico. Por definição são bactérias que se reproduzem em meio de “caldo lactosado”, metabolizando a lactose e produzindo gás carbônico. Várias bactérias do intestino têm essa propriedade, mas nem todas são exclusivamente intestinais. As que não são exclusivas do intestino, não têm valor como indicadores de matéria fecal pois, reproduzindo-se também em solos orgânicos, podem manter-se em grande número que não indica necessariamente a origem intestinal. Assim, o simples teste de caldo lactosado (teste presuntivo) nem sempre é satisfatório. Mas pode ser usado, por exemplo, em águas destinadas ao consumo, em que nenhuma bactéria é desejável. Esses são os “coliformes totais”.

A partir do teste presuntivo, são realizados outros testes (se o resultado for positivo) para verificar se as bactérias que fermentaram a lactose são obrigatoriamente fecais ou qual a proporção de fecais obrigatórios está presente no teste de coliformes totais.

As bactérias do grupo “coli” são habitantes normais do intestino humano ou de outros animais homeotérmicos, onde vivem saprofiticamente, não causando, em geral, nenhum dano ao hospedeiro. São, entretanto, importantes, uma vez que a sua presença na água indica a contaminação desta por fezes ou esgoto doméstico.

Os coliformes totais são formados pelos seguintes gêneros: *Escherichia coli*, *Citrobacter spp*, *Enterobacter spp*, *Klebsiella spp*. Já os coliformes fecais são formados, pelos gêneros *Escherichia coli* e *Klebsiella spp*.

Num rio pode se encontrar o mesmo número de totais e fecais, significando que todas são intestinais e que, portanto, a origem dos mesmos é de esgoto doméstico ou de hospitais. Ou pode se encontrar um número maior de coliformes totais que de fecais, indicando a presença também de bactérias coliformes que podem existir fora do intestino, portanto que não dependam necessariamente do esgoto.

A concentração de coliformes na água (principalmente fecais) indica a ocorrência de contaminação recente, pois morrem em poucas horas na água. Essa concentração deve ser mais ou menos paralela à da DQO (e DBO), pois o esgoto é a origem tanto dos coliformes quanto da matéria biodegradável. Se não houver esse paralelismo, é porque a matéria biodegradável tem outra origem que não o esgoto doméstico. Pode ser: resíduo industrial orgânico, material em decomposição do mangue ou lixo orgânico.

O contrário, isto é, coliformes sem matéria orgânica, não pode ocorrer: Só talvez, em esgoto tratado e não desinfetado, o que não é o caso.

Através dos resultados notou-se que os maiores números de coliformes fecais foram encontrados nos afluentes (figura 27), principalmente na maré baixa, devido à influência direta dos esgotos domésticos, chegando a $9,5 \times 10^5$ NMP/100mL, no ponto 8, Ribeirão Campininha em 09/03/97.

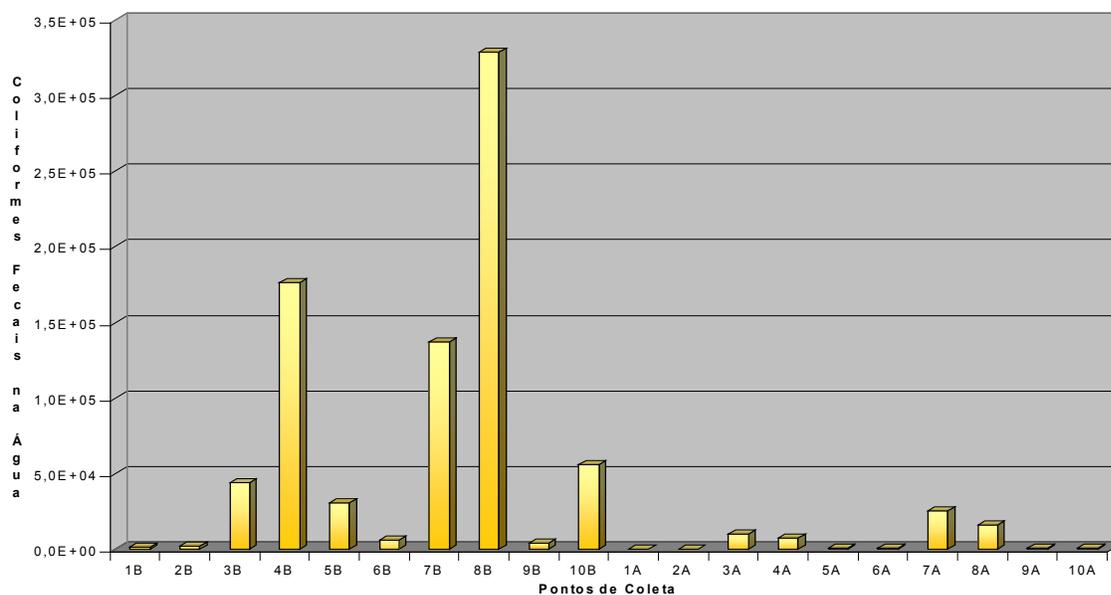


Figura 27: Média de números de coliformes fecais em 100mL de água, no estuário de Itanhaém-SP.

Os menores valores foram encontrados na maré alta, devido à maior diluição, principalmente na foz ($2,0 \times 10^1$ NMP/100mL de água) em 03/08/97, 30/11/97 e 26/07/97 (Tabela 15). Além dos altos valores de coliformes fecais nos dois rios poluídos, na maré baixa, notou-se uma elevação anômala no ponto 10, o que pode ser explicado pela sua localização ao fundo do bairro Oásis, com ausência de redes de esgotos.

Para coliformes totais, o menor valor encontrado foi em 09/03/97, no ponto 2, Rio Itanhaém na maré alta ($2,0 \times 10^1$ NMP/100mL de água). Já o maior valor ($3,0 \times 10^7$ NMP/100mL de água) ocorreu em 12/01/97 no afluente Ribeirão Campininha (ponto 4), durante a maré baixa (Tabela 16).

Ao se comparar os histogramas das médias de coliformes fecais, coliformes totais, DBO, DQO, N-NH₄ e de P-PO₄, verificou-se que os maiores valores ocorreram nos mesmos pontos, ou seja, nos afluentes Rio do Poço e Ribeirão Campininha, durante a maré baixa. Mesmo com a ação depuradora do manguezal, nestes pontos de coleta não foi possível haver uma redução no número de coliformes (figura 28).

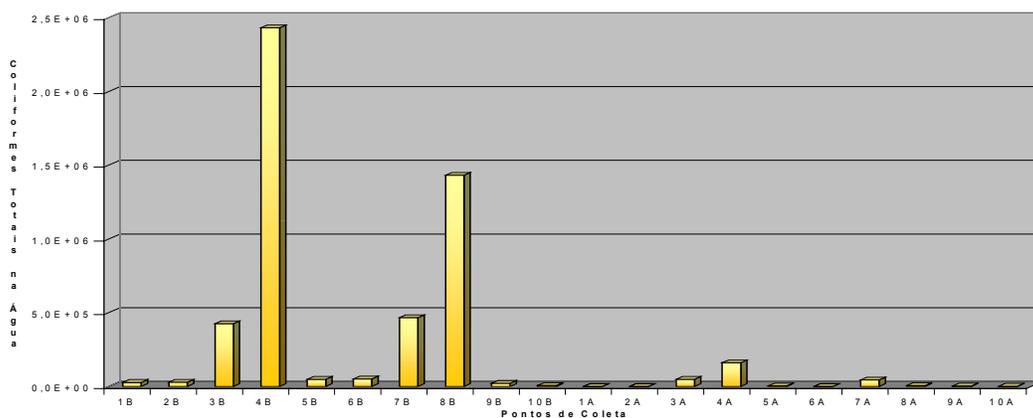


Figura 28: Média de números de coliformes totais em 100mL de água no estuário de Itanhaém SP.

Durante o verão, os números de coliformes fecais e totais foram os mais altos, conforme figura 29.

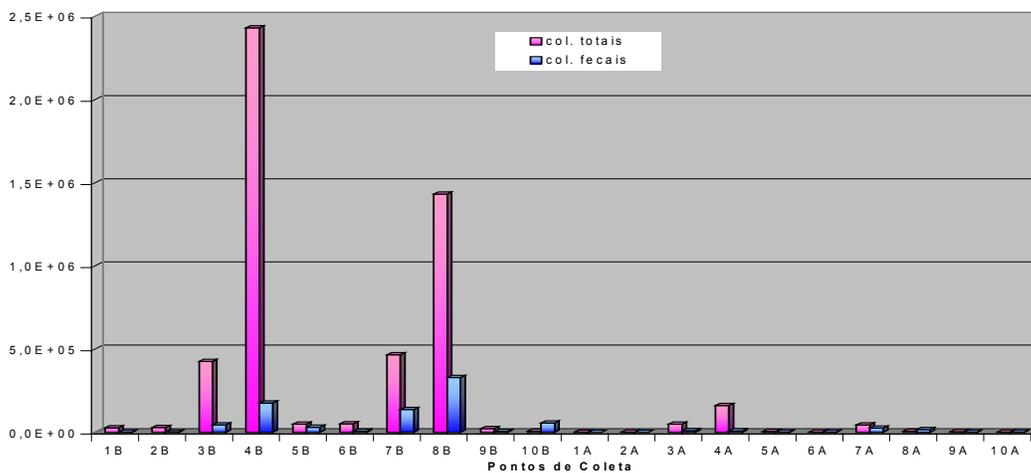


Figura 29: Médias de números de coliformes fecais e números de coliformes totais em 100mL de água no estuário de Itanhaém-SP.

Os maiores valores de coliformes fecais e totais obtidos nas estações de coleta, também estão perfeitamente coerentes com os determinados nestes mesmos pontos, confirmando a influência direta do esgoto na qualidade da água deste estuário.

Segundo CONAMA/1986, o padrão de qualidade para ÁGUAS SALOBRAS para recreação deve seguir os seguintes critérios:

Art. 10 - Para as águas de Classe 7, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

h) coliformes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o art. 26 desta Resolução. Para o uso de criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana e que serão ingeridas cruas, não deverá ser excedido uma concentração média de 14 coliformes fecais por 100 mililitros com não mais de 10% das amostras excedendo 43 coliformes fecais por 100 mililitros. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais, colhidas em qualquer mês; no caso de não haver na região, meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de até 5.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais, colhidas em qualquer mês.

Através dos resultados obtidos durante as coletas de água, nota-se que, em relação à presença de coliformes, a qualidade da água do estuário está seriamente comprometida, devido aos seus altos valores registrados, tornando inadequado este local, como área recreativa.

Assim sendo, é essencial haver um tratamento prévio deste esgoto, para posteriormente ser eliminado nos corpos d'água.

O investimento na área de saneamento melhorará a qualidade de vida, e conseqüentemente haverá menores gastos com a saúde pública.

5.3- Aspectos sedimentológicos no estuário.

5.3.1- Sólidos Totais Fixos e Voláteis

A análise de matéria orgânica do sedimento superficial em cada estação de coleta teve pouca variação ao longo dos três anos. Os maiores teores foram encontrados nas estações 1 e 2, principalmente nas margens do Rio Itanhaém (pontos 1.1 e 2.1), as quais estão diariamente recebendo o esgoto doméstico dos afluentes. Quanto mais distante da margem, menor foi o teor de matéria orgânica determinado, segundo Tabela 17 anexa.

A matéria orgânica é um componente muito importante para o desenvolvimento dos manguezais, contribuindo na fixação do solo e como fonte de nutrientes.

O conteúdo da matéria orgânica contribui para a formação de sedimentos escuros ou cinzas, especialmente de condições redutoras. Os sedimentos que contêm material orgânico e compostos ferrosos geralmente são escuros, cinza-azulados ou esverdeados. No ambiente dos manguezais, é importante a concentração de sulfetos e de matéria orgânica, pois compostos de enxofre com S^{2-} e HS^- e várias substâncias orgânicas, como fenóis, polifenóis e ácidos tânico (taninos), reduzem compostos férricos (Fe^{+3}) para várias formas de sulfetos ferrosos (Fe^{+2}). Neste processo o ferro atua como catalisador para a oxidação da matéria orgânica.

A quantidade de matéria orgânica no solo determina a existência e a composição da endofauna quanto à disponibilidade de alimentos, (SCHAEFFER & CINTRÓN, 1986). O sedimento libera material dissolvido para as águas estuarinas, servindo de alimento principalmente para camarões, caranguejos e tainhas que aí se alimentam.

As marés revolvem o fundo lodoso dos estuários e transportam para o mar nutrientes e matéria orgânica assimilável. Geralmente é na maré vazante que o mar recebe uma carga significativa de nutrientes e matéria orgânica. Outro fator que influencia o

aporte desse material para o mar é a chuva. Altos índices pluviométricos significam, além de um aumento de água doce no estuário, um aumento considerável na remoção de matéria orgânica desse ecossistema. SCAHEFFER et al (1990) verificaram que na região de Cananéia, quando há influência mais pronunciada das águas dos rios, os sedimentos contêm mais matéria orgânica e substancialmente mais carbono orgânico, salientando também, que estes segmentos são na maioria finos e muito finos.

Não só a presença do esgoto doméstico, mas também o tipo de vegetação influenciou diretamente a deposição do material orgânico, uma vez que nas margens das estações de coleta, predominam as espécies do mangue vermelho (*Rhizophora mangle*). Segundo Lacerda (1994) in REITERMAJER (1998) et al, a quantidade de matéria orgânica depende além da estrutura vegetacional, da maré e da geomorfologia regional.

CINTRON & SCHAEFFER (1981) apresentaram dados relativos à matéria orgânica em sedimentos de *Rhizophora* de até 41,21%, nos bosques de *Avicennia*, 10,58% e nos bosques de *Laguncularia*, 9,73%.

Já em 1990, SCHAEFFER et al encontraram teores médios de matéria orgânica no sedimento de bosques de mangue em Cananéia, variando de 1,99 a 14,53%, dependendo das espécies que dominavam a cobertura vegetal.

Em trabalhos desenvolvidos por REITERMAJER (1998) et al, no estuário do Rio Sauípe, no município Entre Rios, litoral norte da Bahia, determinaram teores de matéria orgânica no substrato dos manguezais variando de 2,38 a 29,66%.

Ao se analisar o teor de matéria orgânica no estuário do Rio Tavares, Ilha de Santa Catarina, nota-se que os valores de matéria orgânica nos sedimentos, encontrados por OLIVEIRA et al (1998) variaram de 1,51 a 27,01%.

Santos, (1997) *in* ARAÚJO 1998, pesquisando sedimentos de manguezais do estuário do Rio Joanes, localizado na Região Metropolitana de Salvador-BA, sugeriu que os elevados teores de matéria orgânica poderiam estar associados ao acelerado crescimento urbano desordenado, aliado ao fato da ausência de uma rede de esgoto sanitário que acompanhasse esse crescimento. No estuário do Rio Itanhém na Bahia, os valores de matéria orgânica variaram de 8,63 a 17,89%.

MACEDO (1986) verificou que os maiores teores de matéria orgânica foram determinados em manguezais desenvolvidos nas proximidades do lançamento de efluentes, revelando uma eventual capacidade do sedimento quanto à assimilação de esgotos.

Comparando os teores de matéria orgânica com as literaturas citadas, nota-se que o estuário de Itanhaém-SP apresentou os maiores valores, concordando com os resultados obtidos por LAMBERTI, ao estudar esta região em 1969.

5.3.2- Granulometria

A análise granulométrica realizada no campo através do tato, revelou que o sedimento era formado por uma pequena porção de partículas arenosas (áspera e com partículas visíveis) e grande porção de lodo (ligeiramente plástico quando úmido ao tato, e quando seco tem textura de farinha ou talco).

Esta análise caracteriza o sedimento com um máximo de subjetividade, permitindo comparações entre amostras e interpretando as condições ou características sedimentológicas das diferentes unidades florestais.

O tipo de sedimento, ou seja, a fração granulométrica do mesmo, determina o tipo de ambiente sedimentar, caracterizando o biótopo da endofauna quanto à retenção de

água, de matéria orgânica, penetração de oxigênio, etc. Da mesma forma que o tipo de sedimento pode influenciar na endofauna presente, a mesma, por sua vez pode mudar as propriedades desse sedimento.

No ambiente estudado, observou-se uma sensível homogeneidade da matéria orgânica no corpo dos sedimentos, ressaltando-se que, em áreas com predomínio de sedimentos grosseiros, há uma maior concentração na superfície e que, zonas constituídas por sedimentação mais fina, a matéria orgânica é consideravelmente melhor distribuída em profundidade, com um leve aumento de teores, à medida que se aprofunda no substrato.

A influência antrópica se faz presente neste ecossistema, através de aterros clandestinos, especulação imobiliária, além do lançamento direto de lixo orgânico e inorgânico, alterando todo funcionamento hidrodinâmico do manguezal atingindo, principalmente, sua estrutura sedimentar.

Análises granulométricas realizadas por ADAIME (1985) com amostras de sedimento coletadas ao longo da Gamboa Nóbrega em Cananéia (SP), revelaram uma boa correspondência entre a espécie de mangue e o tipo de substrato. A espécie *Rhizophora mangle* é encontrada preferencialmente em solos mais lodosos, enquanto que *Laguncularia racemosa* em solos mais arenosos. Concluiu ainda que *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle* podem se estabelecer em qualquer tipo de solo, enquanto que *Laguncularia racemosa* ocorre preferencialmente, em substratos mais arenosos.

Em 1969 LAMBERTI analisou amostras coletadas a 20cm de profundidade em manguezais de Itanhaém, e através de análises granulométricas, determinado pela tabela de ATTERBERG, caracterizou-os como pertencentes à classe Textural Areno-Barrenta

com 35% de limo e 42% de areia fina. A matéria orgânica também apresentou-se alta, levando o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), uma das instituições que realizaram as análises, a classificar esses solos como Turfa de Manguezal, com teor de umidade muito elevado.

No laboratório de Solos da FEAGRI-UNICAMP obteve-se uma classificação granulométrica, predominando partículas de areia, com pequenas variações, dependendo da sub-estação coletada.

Pela análise da tabela 17, verificou-se a presença de quase 50% de areia fina, em todas as estações de coleta. Uma das explicações para este resultado é de que o mar, em tempos remotos tocava a base da serra. Os sambaquis oferecem uma das provas mais evidentes do avanço da linha da costa em trechos do litoral sul do Brasil, e os de Itanhaém ainda mais, por apresentarem um molusco fóssil chamado “Azara Prisca” que já não vive mais nos mares. Além dos sambaquis espalhados pelas margens dos Rios Aguapeú, Branco e Preto, existem outros indícios do levantamento deste trecho da costa. A cerca de 4,5km da praia, no ponto de encontro das águas dos Rios Branco e Preto, foi encontrada uma ocorrência de areias marinhas que formaram um pequeno terraço com 5m de altitude, apoiado numa colina cristalina de 25m.

A Tabela 17 ainda revelou que os teores de silte grosso variaram de 22 a 26%, de silte fino (11 a 14%) e de argila (15 a 18%) nas diferentes sub-estações de coleta.

5.4- Flora no estuário

O primeiro contato com o manguezal pode deixar muitas pessoas desapontadas pelos aspectos estéticos, porém seu reconhecimento como um local tão cheio de vida, pode conduzir a uma visão completamente diferente. Quem compartilha diariamente as riquezas de um manguezal, sabe o quanto é importante a sua preservação.

O manguezal de Itanhaém está localizado entre as margens dos cursos d'água e a vegetação de restinga. Antigamente existia mangue dos 2 lados do Rio Itanhaém. Com a invasão antrópica, alguns trechos da margem esquerda foram substituídos por marinas. Na margem direita, próximo à foz, foi contruído o IATE CLUBE com marinas, piscinas, restaurante, lanchonete.

Os bosques apresentam-se homogêneos, não sendo possível diferenciar os tipos de mangue por aerofotografia. O registro fotográfico do dossel, quando utilizado para avaliar correspondência entre diferentes feições de cobertura vegetal, onde os principais elementos de discriminação (textura e tonalidade) caracterizam na resposta decorrente do espaçamento entre as copas das árvores de mangue, não foi adequada para esse fim.

Quanto ao aspecto relativo à variação altimétrica da vegetação do mangue, a fotointerpretação não se configurou como um bom indicador na identificação e discriminação de diferentes fisionomias vegetais observadas, sobretudo neste caso, em que o bosque estudado apresenta pequenas variações quanto à estatura dos indivíduos. (porte da vegetação), apresentando altura entre 6 e 10 metros.

O clima, a salinidade, as flutuações de maré, o tipo de substrato e o padrão de energia da costa, são os principais fatores que influem na distribuição dos manguezais, determinando o grau de desenvolvimento.

Embora seja um ecossistema tropical, também pode ocorrer em climas temperados, sendo normalmente substituído por outros ecossistemas mais adequados às altas latitudes, como as marismas. Quanto à temperatura, as condições ideais para desenvolvimento dos manguezais são: temperatura médias acima de 20°C e médias das temperaturas mínimas não inferior a 15°C, com amplitude térmica anual menor que 5°C. A precipitação pluvial ideal é de 1.500mm/ano, sem prolongados períodos de seca. Durante a pesquisa, a

variação de maré em um mesmo dia chegou a 1,4m. As flutuações de maré são as responsáveis pelo desenvolvimento de *Rhizophora mangle* nas margens (fig 30), pois seu sistema radicular permite maior fixação nos sedimentos.



Figura 30: Visualização das raízes de *Rhizophora mangle* nas margens do Rio Itanhaém.

As regiões que apresentam maior desenvolvimento do ecossistema de manguezais geralmente possuem marés de grande amplitude. A caracterização do regime de marés é importante na descrição das áreas ocupadas por bosques presentes nos manguezais.

A amplitude de maré determina a renovação das águas superficiais e intersticiais, levando consigo certa quantidade de oxigênio (figuras 31 e 32).

Essa renovação tem papel importante no transporte, seleção e fixação de propágulos, bem como no transporte e distribuição de matéria orgânica particulada e/ou dissolvida (folhas, galhos, restos de animais), para as regiões adjacentes.



Figura 31: Vegetação marginal na maré baixa.



Figura 32: Vegetação marginal na maré alta.

Essa renovação tem papel importante no transporte, seleção e fixação de propágulos, bem como no transporte e distribuição de matéria orgânica particulada e/ou dissolvida (folhas, galhos, restos de animais), para as regiões adjacentes.

O desenvolvimento perfeito da vegetação do mangue exige um balanço equilibrado entre os minerais do substrato e da vegetação. O tipo de água que circunda os manguezais também é de fundamental importância para o seu crescimento e desenvolvimento. Em períodos de precipitação normal, na estação chuvosa aumenta a queda de folhas e, na estação seca, diminui. A água controla a salinidade e a disponibilidade de nutrientes e os gases para as raízes. Os manguezais alteram a qualidade da água porque a água da chuva carrega sais e nutrientes da copa das árvores. Lugo & Snedaker (1975) citado em SCHMIDT (1988) comprovaram que o gênero *Avicennia* permite uma lixiviação de maior quantidade de sais do que *Rhizophora*. Verificaram ainda que a transpiração das árvores do manguezal acrescenta nutrientes ao solo e, enquanto a água atravessa o ambiente de manguezais, ocorre modificação na qualidade da água.

A vegetação que recobre o manguezal em estudo é densa e intrincada, sendo este último caráter devido ao modo de crescimento de várias espécies que lhe são peculiares, muito semelhantes em todos os lugares em que ocorrem e, constituídas de árvores e arbustos de porte moderado que emitem raízes adventícias de diferentes partes do tronco e dos ramos, conferindo-lhe maior superfície de sustentação no solo brando em que vegetam. Este aspecto intrincado também é devido às raízes respiratórias, necessárias para a vida neste solo tão escassamente arejado. As espécies que intervêm na formação das comunidades do manguezal variam de uma para a outra, embora pertençam aos mesmos gêneros e possuam aspecto idêntico.

No litoral sul, os manguezais são os mais bem preservados do Estado de São Paulo, em função do pequeno desenvolvimento urbano e industrial, comparado com outras regiões do litoral.

Estudos realizados por PEREIRA et al (1998), relatam que o manguezal de Itanhaém está classificado na fisiografia de ribeirão, com bosque apresentando um dossel de 4-12 metros, onde as espécies se distribuem por toda a área do manguezal, sendo que *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* apresentam-se mais freqüentes.

Os bosques ribeirinhos se desenvolvem ao longo das margens dos rios, sujeito à influência das marés, sendo estes bosques mais vigorosos, devido às salinidades mais reduzidas, ao elevado fluxo de nutrientes, ao alto intercâmbio de gases no solo e à lixiviação de substâncias tóxicas pelas grandes flutuações de água doce.

Em 1983, a Prefeitura Municipal de Itanhaém constatou que a área de manguezal da cidade era de 3,75km², com uma relação da área de manguezal por município equivalente a 3,12%.

Segundo SCHAEFFER-NOVELLI & CINTRON (1986), a densidade de um bosque é função de sua idade e amadurecimento. Os bosques passam durante seu desenvolvimento de uma fase em que o terreno está ocupado por uma grande densidade de árvores de diâmetro reduzido, a uma fase de maior amadurecimento, quando o domínio é feito por poucas árvores de grande porte e volume. Assim, a densidade se reduz com o amadurecimento de um bosque.

As sementes e plântulas de *Rhizophora*, *Laguncularia* e *Avicennia*, apresentam grande facilidade de flutuação, capacidade de sobrevivência e adaptabilidade. Disseminadas pelas correntes oceânicas, tais mecanismos permitiram a fixação em ambientes costeiros inter-tropicais, grandes quantidades de propágulos que encontraram o ambiente térmico/salino apropriado ao seu desenvolvimento.

O sistema reprodutivo das espécies de manguezal é bastante característico. As espécies típicas de mangue produzem embriões que só se desligam da planta-mãe quando

já se tornarem pequenos indivíduos completos, os propágulos. A nova planta pode começar o seu desenvolvimento imediatamente ao cair e se fixar na lama, ou pode permanecer flutuando até encontrar local próprio para o seu crescimento. De abril a agosto pode-se observar uma grande quantidade de propágulos de mangue vermelho pelas praias da cidade em estudo (figura 33).



Figura 33: Desenvolvimento de propágulos de *Rhizophora mangle*.

Na franja do bosque pôde-se observar que existe um aumento estrutural em relação ao bosque de transição com terra firme.

Em SCHAEFFER-NOVELLI & CINTRON (1986) estão descritas as características dos gêneros *Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia* que ocorrem no estuário de Itanhaém-SP.

Rhizophora mangle: Espécie pertencente à família tropical das rizoforáceas. Conhecida como mangue vermelho, encontra-se nas franjas em contato com o mar, ao longo dos canais, na boca de alguns rios e também em bacias interiores onde a salinidade não é muito alta. Este gênero tolera salinidades de 55 partes por mil, mas cresce melhor quando a salinidade se aproximar à do mar ou for um pouco mais baixa. Distingue-se facilmente

pela ramificação peculiar das raízes de sustentação (raízes escora), ramificadas, curvas e arqueadas que permitem que as árvores se estabeleçam em ambiente com água salgada ou salobra de pouca profundidade. Apresenta folhas ovalo-lanceoladas, de cor verde brilhante e de 15 cm de comprimento. Inflorescências cimosas, paucifloras (poucas flores), ramos da inflorescência de 3,5 a 5cm de comprimento. Flores de duas a quatro, com pedúnculo de aproximadamente 2,5cm de diâmetro quando abertas; 4 sépalas lanceoladas, grossas e coriáceas. Quatro pétalas brancas e branco-amareladas inseridas na base de um disco carnosos. Estames com 8 filamentos muito curtos. Fruto cônico com semente solitária, radícula longa, estreita, de cor verde, exceto a extremidade pontiaguda e alargada, que é de cor castanha. Hipocótilo de 15 a 20cm de comprimento, longo e claviforme perfurando o ápice do fruto e crescendo consideravelmente antes que o fruto se desprenda da árvore.

Avicennia schaueriana. Popularmente conhecida como mangue preto, da família das verbenáceas, tolera salinidade do solo muito mais alta que as demais espécies de mangue, até 90 partes por mil. Suas raízes penetram no substrato com uma porção aérea (pneumatóforos). Folhas opostas, de bordos inteiros, com extremidade arredondada. Flores são mais espaçadas nas espigas, tendo como consequência somente 1-5 pares de flores. Brácteas estipitadas e foliáceas na base da inflorescência. Estilete muito mais curto, quase ausente. Fruto oval, alongado e oblíquo, com duas valvas coriáceas, deiscente. Endocarpo prateado, com uma semente. Cotilédones grandes, carnosos e reniformes. Germinação da radícula, de forma longa, carnosa e cilíndrica, barbada por pêlos longos, dobrados para trás, o ápice é piloso. Plúmula notável, em crescimento antes da caída do fruto.

Laguncularia racemosa: Pertencente à família da terminaliácea, é comumente conhecida como mangue branco. Encontra-se em costas de baixa salinidade, e às vezes ao longo dos canais de água salobra. O mangue branco têm maior tolerância à salinidade do solo que o mangue vermelho, mas aparenta competir mais efetivamente em áreas de reduzida salinidade. Possuem expansões, que são estruturas para respiração (pneumatóforos). Como estes órgãos não são muito numerosos e não alcançam grandes elevações, o mangue branco não tolera locais com grandes flutuações no nível da água. Árvores de 20m de altura, mais freqüentemente arbustos ou árvores pequenas. Folhas opostas, pecioladas, espessas e coriáceas, oblongas, com ápices arredondados. Lâminas com 4-11cm de comprimento e 4-5cm de largura; pecíolo vermelho com duas glândulas na parte superior. As folhas sobre os galhos estão orientadas verticalmente e são de cor verde-grisáceo mais claras no avesso. As folhas são menores que as do mangue-vermelho. Muitas flores pequenas, geralmente hermafroditas, em forma de campânula, de cor cinza esbranquiçadas, no pecíolo, em espigas terminais. Brácteas e bractéolas ovais, agudas. Todo o cálice é tomentoso e em sua base leva duas bractéolas triangulares. Disco epígino; 5 pétalas orbiculares, um pouco unguiculadas, com margens ciliadas. Dez estames em duas séries. Fruto de 1,5 a 2cm de comprimento, cano-tomentoso. Exocarpo coriáceo, suberoso, inteiramente não separado do endocarpo. O fruto é de cor verde cinzento antes de amadurecer e depois é castanho. É mais largo no ápice que conserva as sépalas ainda aderidas. Semente pêndula, oblonga, sem albúmen. Embrião com os cotilédones enrolados, que envolvem a planta.

Na faixa de transição do manguezal com o ecossistema adjacente, um ambiente de terra firme, existem espécies que não são típicas de manguezal, como algumas ciperáceas e hibiscus, este bem típico de áreas de transição praticamente de todo o Brasil e muito

utilizado para ornamentação de ruas em cidades litorâneas. Em terra firme, pode-se encontrar espécies de restinga, como o jerivá (muito utilizado no paisagismo, produzindo frutinhas amarelas comestíveis) e a aroeira. Nesta faixa de transição, a salinidade é bastante baixa, devido à drenagem da água que vem da restinga. Na região do litoral sul, como a reserva da Juréia, Cananéia e a região da ilha do Cardoso, é evidente a transição da mata de restinga para o bosque do manguezal. Nesta faixa encontram-se as bromélias, identificadas como plantas epífitas que vivem sobre troncos à procura de luz, sem prejudicar o vegetal, apresentando flores coloridas para atrair pássaros, e suas folhas são em forma de roseta para acumular água.

Nas margens do estuário, a espécie mais presente na linha de água é uma gramínea marinha, de cor verde clara, que dá um recorte delicado à borda do manguezal. Trata-se da *Spartina* (*Spartina alterniflora* e *Spartina densiflora*), uma grande auxiliar nos processos de retenção de sedimentos, participando do processo de formação e sucessão do ecossistema estudado. Na franja dos bosques normalmente ficam as árvores mais desenvolvidas, devido à maior frequência de inundação e maior aporte de nutrientes.

As estações de coleta 1.1, 2.1 e 3.1 são formadas pelo domínio de *Rhizophora mangle*, com a presença de algumas plantas de *Avicennia schaueriana*.

Já nas estações de coleta 1.2, 2.2 e 3.2 o trecho do bosque está representado basicamente por *Avicennia schaueriana*, com ocorrência de algumas plantas de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*.

Nas estações 1.3, 2.3 e 3.3 há predomínio de *Laguncularia racemosa*, e a *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle* estão presentes em menor número.

Em cada estação de coleta, mediu-se a altura das plântulas presentes. Como o desenvolvimento das plantas ocorre naturalmente, verificou-se que em cada parcela não

havia a presença de uma única espécie. De acordo com a Tabela 18, pôde-se verificar que as estações 11, 1.2, 1.3, 2.1 e 2.2 apresentaram o maior número de plântulas por área. As sub-estações localizadas a montante do rio Itanhaém (estação 3), apresentaram o menor número de plântulas, porém neste bosque encontraram-se plantas mais desenvolvidas (com as maiores alturas e os maiores diâmetros).

Comparando-se os dados da vegetação com os valores obtidos na Tabela 17, onde os maiores teores de matéria orgânica encontrados foram nas sub-estações 1.1 e 2.1, localizadas próximas à margem do Rio Itanhaém e dos seus afluentes, nota-se que o sedimento também está influenciando o tipo de vegetação presente.

O que se pôde verificar é que a presença dos nutrientes vem favorecendo o desenvolvimento das plântulas, principalmente nas margens, compensando a degradação pela influência da maré e pela ação antrópica.

5.5- Fauna no estuário

As observações realizadas durante esta pesquisa revelaram que os manguezais são habitados em toda a sua extensão por diversos animais, desde formas microscópicas até grandes peixes, aves, répteis e mamíferos. Em todos os ecossistemas, cada espécie é essencial para a montagem da cadeia alimentar. O sedimento do manguezal fino, quase sempre lodoso, trazido pelos rios e pelo mar vem abrigando muita espécies. As folhas, frutos, flores e galhos que caem das árvores do manguezal servem de alimento para alguns animais que vivem nesse ambiente. As sobras são trabalhadas por organismos como moluscos, que perfuram galhos e troncos de árvores caídas, e por alguns insetos e caranguejos.

A diversidade e a quantidade de crustáceos, moluscos e peixes que vivem nos mangues, não garantem somente a alimentação dessas populações. Nove em cada dez

peixes pescados no mundo inteiro provêm de áreas costeiras e baías que, juntas, não somam 10% da superfície marinha. A responsabilidade pela concentração de cardumes nesse espaço reduzido de mar cabe aos estuários e em particular os recém-valorizados manguezais.

A vegetação dos manguezais perde folhas, frutos e flores que começam degradar-se, sendo atacada por fungos e protozoários famintos. No chão lamacento, eles se combinam com uma série de proteínas e minerais transportados pela água doce dos rios, chuvas e lençóis freáticos. O calor do sol, finalmente, ajuda milhões de microrganismos, presentes tanto no solo como na água salgada das marés, a terminarem a receita de um caldo nutritivo que alimenta, por exemplo, as algas, as larvas de camarões. As moléculas de nutrientes alimentam larvas e peixes pequenos que, por sua vez, alimentam espécies marinhas maiores.

A fartura de comida típica dos manguezais torna possível sua superpopulação. Convivem até 10.000 indivíduos entre peixes, moluscos e crustáceos por metro quadrado.

Nas estações de coleta foi realizado mensalmente um levantamento visual no sedimento e nas árvores, além de entrevistas e avaliação do desembarque do pescado.

5.5.1 - ORGANISMOS PRESENTES NO SEDIMENTO DO MANGUE

Os organismos encontrados no solo do manguezal de Itanhaém, incluem crustáceos, nematóides, algas azuis, alevinos, moluscos bivalves, etc., que mantêm a população de macroinvertebrados (caranguejos) e de vertebrados (aves e peixes) nesse ecossistema. Tais organismos chegam aos manguezais durante a maré enchente; são todos eurihalinos, isto é suportam grande variação de salinidade, uma vez que nesse ambiente as variações de salinidade são muito significativas (grande amplitude de variação).

Na estação de coleta **1** foram encontrados: camarões, incrustantes do gênero *Balanus*, perfurantes como o *Teredo*, o Gastropoda *Littorina (Scabra) angulifera*, arborícolas como o o *Goniopsis cruentata* e *Aratus pisoni*, e escavadores como *Ucides cordatus*.

Na estação de coleta **2** a fauna associada apresenta-se com a presença de camarões, ostras, incrustantes do gênero *Balanus*, perfurantes como o *Teredo*, o Gastropoda *Littorina (Scabra) angulifera*, arborícolas como *Aratus pisoni*, e escavadores como *Ucides cordatus*.

Na estação de coleta **3** encontraram-se incrustantes do gênero *Balanus*, perfurantes como o *Teredo*, arborícolas como o *Goniopsis cruentata* e *Aratus pisoni*, e escavadores como *Ucides cordatus*.

CARANGUEJOS

Dos crustáceos presentes nos manguezais, os Brachyura são os mais abundantes, estando representados pelos gêneros *Aratus*, *Goniopsis*, *Ucides*, *Uca*, *Callinectes*.

A infra-ordem Brachyura está dentro da ordem Decapoda e inclui os caranguejos. A maioria dos decápodos são marinhos, mas os lagostins, alguns camarões e muitos caranguejos invadiram a água doce.

Os membros dessa infra-ordem são os mais especializados e bem sucedidos dentre os decápodos, tem a forma curta do corpo, abdome reduzido e encurvado para debaixo do cefalotórax, a caparanga é mais larga do que longa normalmente, o que aumenta o aspecto achatado do corpo, não possuem urópodos.

A lama escura do mangue é banhada pelas águas salobras do estuário. Quando a maré recua, os caranguejos saem da toca. Eles realizam um importante trabalho de movimentação constante do sedimento do mangue, construindo galerias e trazendo para a

superfície parte dos sedimentos, rica em nutrientes, que será transportada pelas águas do estuários na próxima maré.

Cada espécie de caranguejo ocupa uma zona específica do manguezal.

Embora os caranguejos se reproduzam em boa quantidade, deve-se preocupar com o ponto de equilíbrio, buscando uma forma sustentável de explorar esse recurso deste ambiente.

Se a captura de caranguejos for superior à capacidade de reprodução das espécies, que por sua vez é função da produtividade primária, o manguezal perderá um elo muito importante da sua cadeia alimentar.

1 - Família Ocypodidae: Essa família contém alguns dos caranguejos anfíbios mais conhecidos como habitante da zona entre marés e o mais terrestre ocypode (caranguejo-fantasma). Estão descritas cerca de 62 espécies de caranguejos que vivem em praias arenosas protegidos de baías e estuários, em pântanos salobros e manguezais. Embora a maioria das espécies seja tropical e subtropical, são também encontrados nas costa leste e oeste da América do Norte. O caranguejo uçá, *Ucides cordatus*, é considerado como um dos maiores caranguejos dos manguezais do litoral brasileiro, apresentando pernas providas de grandes cerdas rijas na face interna, sua carapaça tem cerca de 10 cm de diâmetro, e as suas patas quando distendidas alcançam 30 cm de envergadura.

Vivem em galerias localizadas na zona entre-marés e, na maré baixa, saem para alimentar-se e fazer a corte. São predados mais comumente por peixes, caranguejos maiores, aves e mamíferos.

Também faz parte desta família o caranguejo conhecido como chama-maré ou uca, *Uca pugnax*. Ele costuma aparecer em grande número e correndo, ágil, pelo lodo. Pequeno, de carapaça trapezóide e garras muito desiguais, ele pára à espreita da próxima

toca, na qual se refugia ao menor sinal de perigo. A toca tem em média 5cm de comprimento com 2 a 3 cm de diâmetro e termina em galerias. Ele se alimenta de animais mortos.

2 - Família Grapsidae: Grupo ecologicamente mais diversificado. Existem espécies marinhas, de água salobra, de água doce, anfíbios e terrestres. Dentre elas a mais comum nos manguezais de região de Itanhaém, é a espécie *Aratus pisoni*, popularmente conhecido como caranguejo-arborícola ou marinheiro. Ele vive comumente nos manguezais, pois é extremamente ágil em correr entre os galhos das pequenas árvores e arbustos onde se instala. Quando se sente ameaçado, ele foge rapidamente para outro galho, correndo de um lado para outro. Esta espécie raramente desce das árvores, alimentando-se de algas e líquens presentes nos troncos.

O consumo indiscriminado, a pesca predatória e o não respeito às épocas de acasalamento (andadas) e ao tamanho mínimo, contribuem para o desaparecimento de caranguejo, principalmente o caranguejo uçá (*Ucides cordatus*), comum nas três áreas estudadas. Os meses de consumo são de maio a setembro, o verão é a época de acasalamento, devendo diminuir o consumo.

CRACAS

Os predadores dependem da maré alta para a sua alimentação, como as cracas (*Chthamalus proteus*) e outros filtradores que necessitam de plâncton para suprir suas necessidades alimentares e, além de dependerem da maré alta, dependem do estoque proveniente do estuário (esgotos urbanos).

Crustáceo marinho sésil. Faz parte da família Balanidae, vivendo fixo à rochas, conchas, madeira flutuante e outros objetos. Ela é hermafrodita. O nome do grupo está associado aos cirros utilizados para alimentação de plâncton por filtração, para reprodução

e para efetuar as trocas gasosas. No estuário em estudo é comum a presença da espécie *Balanus balanus* no casco de embarcações, podendo diminuir sua velocidade de deslocamento.

CAMARÕES

Animal invertebrado que apresenta hábito alimentar detritívoro, encontrando no manguezal um ambiente propício ao seu desenvolvimento. Eles dependem do manguezal para reprodução, proteção, crescimento e desenvolvimento. Durante o período de coleta, foi visualizado sua presença em todas as fases de desenvolvimento, sendo mais comum o sete-barbas, *Xyphopenaeus kroyeri*.

OSTRAS

As ostras também formam imensas populações sobre as raízes aéreas, na companhia de siris, camarões e uma série de moluscos como o sururu, que carrega uma concha violácea.

Animal invertebrado que vive em regiões estuarinas fixado em substratos consolidados, como rochas ou associados à raízes de árvores de mangue. Pelo fato de viver fixo, esse organismo obtém seu alimento e realiza suas trocas gasosas através da filtração. A espécie mais comum é *Cassostrea rhizophorae*, apresentando grande valor comercial, uma vez que é largamente consumido. Eventualmente verificou-se a presença de ostras na região estudada.

LITORINAS

Animal invertebrado do grupo dos moluscos gastrópodes que pode ser encontrado nos costões rochosos da costa brasileira. É um organismo móvel com o corpo recoberto por uma concha espiral, que para se alimentar raspa delicadas algas e microrganismos encontrados nas superfícies rochosas da zona entre-marés. É comum a espécie *Littorina*

(scabra) angulifera no costão rochoso, próximo à foz do Rio Itanhaém e nas estações de coleta 1 e 2.

TEREDOS

Teredo sp. é um animal invertebrado que vive associado a substratos orgânicos, principalmente madeira. Muito comum neste ambiente, participando ativamente do processo de decomposição da matéria orgânica, especificamente das árvores de mangue. Foi encontrado algumas espécies na estação de coleta 3, 2 e 1.

5.5.2- PEIXES

A região estudada, além de ser um setor econômico para a população ribeirinha, tem atraído muitos turistas, para praticar a pesca esportiva. A invasão destes pescadores amadores está incentivando a construção de muitas marinas ao longo do estuário, invadindo, até hoje, áreas de preservação ambiental.

Diversos peixes, além dos invertebrados marinhos, desovam nos mangues. Uma das razões dessa escolha é a temperatura mais elevada, ideal para o desenvolvimento dos embriões. O solo, escuro por causa da grande quantidade de material orgânico em sua composição, absorve grande parte da luz solar, liberando essa energia na forma de calor. Além disso, os manguezais podem oferecer mais segurança à prole.

O peixe é um alimento apreciável, no ponto de vista do seu sabor e valioso sob o aspecto nutritivo. A carne de peixe é um alimento de primeira ordem e, dado o preço que pode ser obtido, constitui a dieta protéica mais barata, mesmo tendo em linha de conta a porcentagem de desperdícios que ultrapassa a 35%.

Os aminoácidos formando as proteínas do músculo do peixe são os mesmos do músculo do porco e estão presentes aproximadamente na mesma proporção. As proteínas e gordura no peixe são facilmente digeridas e comparadas favoravelmente neste ponto de

vista com as da carne de boi. Além disso, a proteína coagulável da carne de peixe, tem mostrado possuir propriedades nutritivas de tanto valor como as da carne de boi. Os peixes ainda contêm uma grande quantidade de fósforo, tornando alto seu valor nutritivo.

Através de entrevistas com os pescadores, durante as coletas de campo, verificou-se a presença e captura de algumas espécies de peixes, descritas a seguir:

1 - Família Gerreidae. Representada por peixes costeiros, predominantemente estuarinos. Os jovens de várias espécies são encontrados abundantemente em certas épocas do ano em lagoas estuarinas, local ideal para procriação. Algumas formas ocorrem em ambiente marinho e de água doce. Alimentam-se em geral de pequenos organismos encontrados na areia ou lodo.

Eugerres brasilianus- Caratinga. É a espécie da família Gerreidae que alcança maior tamanho, com exemplares medindo cerca de 40cm. Muito comum em todo o litoral brasileiro, principalmente em regiões lagunares de estuário. Devido ao grande porte é utilizada como alimento, mas sua carne não é muito apreciada.

Diapterus sp. - Carapeba. Muito comum em estuários e mesmo rio acima. A desova parece ocorrer nas partes mais fundas das áreas de distribuição da espécie e os jovens se desenvolvem em águas rasas, junto às praias e canais de mangue. Alimentam-se de algas e pequenos invertebrados. Não tem muita importância comercial, embora os grandes exemplares, cerca de 40cm, às vezes são encontrados no mercado.

2 - Família Ariidae. Compreende os bagres, peixe de couro, marinhos e de água salobra. Algumas formas invadem a água doce. Ocorrem na zona litorânea, em águas pouco profundas, em fundo lodoso ou arenoso e em geral procuram a desembocadura dos rios e regiões lagunares na época da desova. Após a desova, os machos, e mais raramente as

fêmeas, incubam os ovos na cavidade bucal até que complete todo o desenvolvimento. De importância econômica, são pescados com redes e linhas de fundo.

Arius spixii- Bagre-amarelo. Corpo acinzentado na parte superior e esbranquiçado na inferior na fase jovem; cor amarelada quando em vida adulta. É talvez o bagre mais comum do litoral brasileiro. Cresce pouco, os maiores com cerca de 30cm. Ocorrem em grande número nas águas estuarinas; alimentam-se de moluscos, crustáceos e outros organismos de fundo. Penetra nos rios na época da desova.

3 - Família Mugilidae. Pertencem à essa família, as tainhas e os paratis. São peixes costeiros que formam cardumes, encontrados em abundância nos ambientes estuarinos. Grupos numerosos de pequenos exemplares são comuns em água de pouca profundidade nas praias arenosas, principalmente perto da desembocadura de rios. Alimentam-se principalmente de matéria vegetal retirada do lodo ou areia e de algas presentes na superfície. São pescados com rede de arrasto. No sudeste do Brasil, ocorre apenas o gênero *Mugil*, representado por 6 espécies.

Mugil brasiliensis- Tainha. Tem formato sub-cônico, comprimida posteriormente. Boca interior apontada para frente. Cor olivácea no dorso, e cor prateada nos flancos e branca na parte inferior. Abundante em águas estuarinas, a tainha cria-se em água doce, passando depois para o mar. É a maior de nossas tainhas chegando às vezes a alcançar 1m e pesar 6kg.

Mugil curema- Parati. Possuem o corpo prateado mais escuro no dorso. As nadadeiras são amareladas, sendo a segunda dorsal enegrecida, a caudal e peitoral com pigmentos escuros esparsos. É a espécie mais comum do litoral brasileiro, porém não atingem grandes dimensões (máximo de 45cm). Vive em cardumes.

4 - Família Centropomidae. Corpo alongado, comprido, geralmente com perfil dorsal acentuadamente convexo. Vivem em águas costeiras e estuarinas e penetram na água doce. São particularmente abundantes em lagoas estuarinas. Alimentam-se principalmente de peixes e crustáceos. São considerados de primeira qualidade, com grande aceitação no mercado. São pescados com rede, anzóis utilizando camarão vivo como isca.

Centropomus undecimalis- Robalo-Peba. Corpo mais alto, menos escuro na parte dorsal e linha lateral menos pigmentada. Extremidade da nadadeira pélvica geralmente atingindo a origem do ânus. Nadadeiras dorsais, caudal e parte anterior enegrecidas; peitorais e pélvicas claras, com vestígios de pigmentação escura. Pode atingir até 20kg e mais de 1m de comprimento.

5- Família Diodontidae. Forma oblonga e moderadamente comprimida. Corpo de 60 a 90cm de comprimento, coberto de longos espinhos pontiagudos, que se deitam e levantam sob a vontade do peixe. Alimentam-se de pequenos crustáceos, moluscos e algas, e vive nadando e boiando pelos mares tropicais e subtropicais, caindo nas redes e arrastões de praia. Todas as espécies são venenosas, especialmente na época da reprodução.

Diodon hystrix- Baiacu-de-Espinho. Sua pele externa goza da faculdade de se distender sob a ação do divertículo interno e tal distensão provoca a ereção dos numerosos espinhos que lhe revestem certas partes do corpo. Quando este peixe se enche de ar, o seu centro de gravidade desloca-se e ele passa a boiar de barriga para cima. Apresenta dorso pardo claro, com pequenas manchas circulares negras e barriga branca.

6- Família Engraulidae- Apresentam boca inferior e ampla, com saliência evidente na parte anterior da cabeça ou focinho. Seu comprimento varia de 7 a 25cm. Os peixes desta família emigram periodicamente, na época da reprodução e penetra nos cursos fluviais,

para desovar. Na época da migração é que se procede a pesca desse peixe, pois fora desse período ele se apresenta tão magro, que não possui nenhum valor comercial.

Anchoiella brasiliensis Hildebrand- Manjuba. Comum no litoral sul do estado de São Paulo, principalmente na região do Rio Ribeira de Iguape. A pesca é feita em larga escala, começando geralmente pouco depois das primeiras chuvas de setembro e prolongando-se até o mês de abril.

As comunidades do estuário de Itanhaém ainda encontram-se preservadas, apesar da proximidade de um centro urbano-turístico.

5.5.3- AVIFAUNA

A avifauna observada no manguezal de Itanhaém caracteriza-se por agregar espécies de vários nichos ecológicos.

A maioria das aves procura os manguezais para a aquisição de recursos alimentares; algumas alimentam-se exclusivamente de moluscos e crustáceos retirados do lodo na franja do mangue como colheireiros, guarás, maçarico, biguá, garça branca. Alimentam-se dos peixes dos rios e estuários que banham os manguezais, outras aves, como os carcarás, são predadores de topo e os urubus, que são saprófagos de animais da fauna ao redor.

As florestas de mangues servem de maternidade não apenas para espécies marinhas: fêmeas de aves como pelicano de outros países e o guará passam a viver nos manguezais, durante a época de reprodução. Outros animais fixam sua residência nesses bosques litorâneos para o resto de sua vida.

As aves presentes em manguezais apresentam hábitos característicos: canário do mangue (fauna terrestre), pelicano do mangue (fauna periférica); trinta réis e maçarico (migratórias); colheireiro, frango d'água azul e garça branca (fauna periférica).

Durante os 24 meses de coleta no estuário, foram observadas algumas espécies de aves, as quais encontram-se descritas a seguir:

Ordem Ciconiiformes: inclui as garças, de aparência extremamente elegante. Possuem pernas e dedos compridos, pescoço fino e bico pontiagudo. São difamadas como destruidoras de ictiofauna, o que é injusto, pois os peixes são apenas parte de sua dieta. Apanham igualmente insetos aquáticos (imagos e larvas), caranguejos, moluscos, anfíbios (até sapos do gênero *Bufo*) e répteis. Voam devagar com o pescoço encolhido e as pernas esticadas como todas as aves pernalongas.

Diversas espécies são ativas tanto de dia como nas horas do crepúsculo; todas gostam de dias chuvosos e escuros, encontrando-se então à vontade tanto espécies noturnas como diurnas. Fazem ninhos sobre árvores (às vezes 10 ou 20 m de altura) ou arbustos nos brejais, em ilhas de mata, nos campos inundáveis e manguezais. Associam-se geralmente em colônias freqüentemente mistas, compostas por várias espécies. A metade dos gêneros que aqui ocorrem existem também no Velho Mundo, às vezes até com as mesmas espécies.

As populações de quase todas as espécies de garças flutuam. Vários representantes são migratórios, até mesmo em larga escala.

1 - Garça moura-socó - grande maguari - *Ardea cocoi*. Com 125cm de altura, 180cm de envergadura e pesando cerca de 3,2kg, é a maior garça de nossas espécies. Cinzenta uniforme, pescoço branco, alto da cabeça, rêmiges e algum desenho das partes interiores negro; bico amarelado, pernas anegradas. Geralmente solitária. Ocorre do Panamá ao Chile e Argentina e em todo o Brasil.

2 - Garça branca-grande - *Casmerodius albus*. Branca, com cerca de 88cm de comprimento, a filigrana pode estender-se para trás tal qual um curto véu; tais penas

chegam ao comprimento de 50cm ou mais. Bico e íris amarelos, o loro pode ser esverdeado, pernas e dedos pretos. Comum à beira de lagos, rios e banhados. Migratório. Ocorre da América do Norte ao estreito de Magalhães, em todo o Brasil, e também no Velho Mundo.

3 – Garça branca-pequena - *Egretta thula*. A espécie mais conhecida junto com a anterior, possui 54cm de comprimento. Totalmente branca; bico e tarsos negros, loro, íris e dedos amarelos chamando a atenção em vôo; em plumagem nupcial com as egretas mais desenvolvidas, com as pontas viradas. Imaturo, com a planta do tarso esverdeada. Bem menor que *Casmerodius* voando, conseqüentemente com maior freqüência de batidas de asa que a daquela espécie, com a qual muitas vezes está associada, sendo porém menos abundante. Vive tanto na água doce como em água salobra e até mesmo na praia para capturar presas que o mar lança na areia.

Ocorre na maior parte da América do Sul e em todo o Brasil; setentrionalmente até o sudeste dos EUA e Antilhas. Têm índole menos confiada do que a garça azul, e imaturo semelhante.

4 - Garça-azul - *Egretta caerulea*. Coloração totalmente ardósia, tingindo-se de violácea no pescoço e cabeça; bico, tarso e dedos anelardes, 52cm de comprimento. Imaturo branco lembrando a espécie anterior (*Egretta thula*); muda sucessivamente para a plumagem adulta, tornando-se igual aos pais em um ano de idade. Tem movimentos mais lentos do que muitas outras garças. Presentes nos lamaçais do litoral, zona intertidal, é a garça mais adaptada à exploração dos lamaçais da vazante. Do sul dos EUA e América Central ao Peru, Colômbia e Brasil, acompanhando o litoral até o Rio Grande do Sul; também Mato Grosso e Uruguai. Ocorre, raros híbridos entre *E. caerulea* e *E. thula* os quais despertam a atenção pelo padrão mesclado que não altera-se pela muda.

5 - Savacu-de-coroa - *Nyctanassa violácea*. Espécie de hábitos noturnos e crepusculares. Bico e pernas maciços, olhos grandes. O branco da cabeça torna-se mais vistoso no luscofusco, alongadas penas nucais brancas. Imaturo, pardo manchado com as coberturas superiores e rêmiges pardas, cada qual com distinta nódoa apical esbranquiçada ou creme. Gosta de aquecer-se ao sol da manhã pousando nas copas dos manguezais. Presente do litoral dos EUA ao norte do Peru e Brasil meridional até o litoral norte do Rio Grande do Sul. Atingem cerca de 60cm de comprimento.

Família Threskiornidae: Bico longo, curvo ou em forma de colher, pernas de Ciconiformes. Macho e fêmea parecidos, com uma tendência do macho ser de maior porte. O imaturo pode ter colorido bem diferente, sendo seu bico mais curto. Alimentam-se de pequenos crustáceos, responsáveis pela intensa pigmentação vermelha que algumas aves apresentam em estado selvagem (guarás e colhereiros). Voam de pescoço levemente curvado para baixo; as asas dispendo-se côncavas como grandes conchas.

São sociáveis, mas os bandos de diversas espécies mantêm-se segregados. Chamam a atenção quando se reúnem para dormir ou quando se deslocam para postos distantes, para se alimentarem.

1. Guará - *Eudocimus ruber*. Uma das aves mais espetaculares, típica para os manguezais da costa atlântica setentrional da América do Sul. Sua magnífica plumagem vermelha carmesim decorre do carotenóide cantaxantina, 58 cm. Andam vagarosamente na água rasa, com a ponta do bico submersa, abrindo e fechando as mandíbulas aceleradamente em busca de caranguejos, caramujos e insetos. O alimento básico em sua dieta são pequenos caranguejos tais como “chama-maré” ou “sará”, “uçá”, “uca” e o “maraquani” abundantes na zona intertidal; *Uca* é abundante também em rios e lagos salobros. Antes de devorá-los, o guará extirpa-lhes a quela maior.

Surgem sempre em bandos; para dormir e nidificar procuram densa vegetação, por exemplo, extensos manguezais (*Rhizophora*) e siriúbas (*Avicennia*). São meio nômades, mudando constantemente suas colônias e se afastando para longe de seus locais tradicionais.

Por questões alimentares o hábitat preferido dos guarás são os manguezais, cuja degradação é ampla.

2. Colheireiro ou ajajá - *Platalea ajaja*. Único pela forma do bico, atingem 87cm de comprimento, possuem plumagem rósea devido à presença dos carotenóides cantaxantina (o mesmo do guará) e astaxantina; seu colorido é intenso apenas durante a época de reprodução. A faixa vinácea na asa é adquirida por uma muda nupcial. O macho é maior que a fêmea.

Aos bandos, procuram alimento na água rasa mergulhando e sacudindo a “colher” do bico lateralmente, peneirando a água; apanha assim animais aquáticos tais como peixes, insetos, moluscos e crustáceos, inclusive “cracas”(*Balanus* na forma larval e adulta).

Habitam praias lamacentas no interior ou no litoral, nos manguezais. Habita a região neotropical, do sul dos EUA à Argentina, grande parte do Brasil, inclusive toda a região Sul.

Família Cathartidae. Os urubus possuem a cabeça e o pescoço nus, o que facilita a higiene após seus banquetes repugnantes; um denso colar de penas é geralmente interpretado como um obstáculo à descida do repasto meio líquido à plumagem. Narinas vazadas. Bico e unhas menos possantes do que nas aves de rapina. O macho pode ser maior que a fêmea. Locomovem-se no solo às custas de longos pulos elásticos. As pernas são relativamente longas. Mudos, não possuem siringe, sabem porém bufar fortemente, substituindo muito

bem a voz. Para termorregulação abrem as asas e defecam sobre as pernas. Os urubus têm o hábito de esticar as asas quando descansam.

Como consumidores de carne em putrefação desempenham importante papel saneador, eliminando matérias orgânicas em decomposição. São imunes aparentemente ao botulismo. Quando são alimentados em cativeiro com carne fresca são limpos e sem mau cheiro. Há muitos deslocamentos de urubus que constituem mesmo migrações.

1. Urubu-de-cabeça-preta - *Coragyps atratus*. Possuem cerca de 62cm de comprimento, 143cm de envergadura e peso aproximado de 1,6kg. Uma das aves que mais chama a atenção de qualquer observador no Brasil; comumente associam-se ao homem. Cabeça e pescoço nus, cinza-escuro. Voa pesadamente, alternando algumas rápidas batidas de asa com o planeio, no qual são mestres; suas asas são largas, sendo suas extremidades mantidas abertas durante o vôo. Habita da América do Norte até a Argentina e Chile.

Ordem Anseriformes

Família Anatidae. Bico equipado com lâminas transversais as quais, junto com a língua grossa e muito sensível, formam aparelho próprio para coar da água ou da lama, alimento minúsculo. Pernas curtas; palmípedes, dedos providos de membranas natatórias. Os anatídeos voam através de rápidas batidas de asa, não planando senão quando vão aterrizar, mantendo o pescoço horizontalmente esticado. São aves sociáveis que podem ocorrer em grandes concentrações.

Alimentam-se de pequenas sementes e folhas, apanham vermes, larvas de insetos e pequenos crustáceos. Todas as nossas espécies necessitam de água rasa (eutrófica) para se alimentar. As marrecas são freqüentemente crepusculares, favorecidas pela sensibilidade do bico, que permite o ato da alimentação sem controle visual. Das numerosas espécies de Anatidae que são registrados no extremo sul do Brasil (RS), com seus vastos banhados

litorâneos, 20 espécies ao todo, pelo menos 4/5 ali se reproduzem, as outras aparecem apenas como visitantes. A área de reprodução de uma dada espécie meridional pode ser bastante ampla.

Quase todas as nossas espécies são migratórias por razão de ordens diversas, por exemplo, tróficas: alimentação propriamente dita e alterações no nível d'água; ou procura de locais seguros tanto para dormir como para muda. Os anatídeos tornam-se assim meio nômades.

Os Anatidae constituem importante reserva econômica para o país, na medida que representam alimento apreciado e fonte de renda do comércio ligado à cinegética.

1. Marreca-touinho, *Anas bahamensis*. Representante de vasta distribuição, facilmente reconhecível pelos lados da cabeça brancos assim como a garganta, pela canela da cauda pontiaguda e da borda posterior da asa (tanto no macho como na fêmea) e pelo bico azul de base vermelha. Fêmea semelhante ao macho, sendo mais franzina e com mancha vermelha do bico e o branco das bochechas menos berrantes; mergulha; alcança 37cm de comprimento.

Ocorre das Índias Ocidentais ao Chile e Argentina; localmente no Brasil leste setentrional e oriental (Rio de Janeiro, inclusive), excepcionalmente no Rio Grande do Sul.

2. Pato-do-Mato, *Cairina moschata*. Possui 85cm de comprimento, com uma envergadura de 120cm; peso do macho adulto selvagem 2,2kg, domesticado chega a 4,5kg; a fêmea alcança pouco mais que a metade. Espécie da maior importância na medida em que originou ao pato do místico sul-americano. É a única ave domesticada pelos aborígenes desse continente. Ambos os sexos distinguem-se dos outros Anatidae pela cabeça grande e alta, como que intumescida no vértice, o que se deve à presença de um topete ereto, maior

no macho que na fêmea. Plumagem negra com algum branco na asa, estando este reduzido ou mesmo ausente na fêmea, que por sua vez também, quase não tem carúnculas na base do bico, faltando-lhe completamente o topete frontal. Em ambos os sexos o bico é atravessado medianamente por uma faixa esbranquiçada.

Empoleira-se sobre galhos desfolhados (embaúbas) para observar os arredores, descansar e pernoitar; seu poleiro noturno, onde podem reunir-se vários indivíduos, é denunciado pelo acúmulo de dejeções no solo. Tem unhas compridas e afiadas, com as quais se agarra nos galhos, utilizando-se também durante as brigas nos violentos golpes. Voando em bandos os sexos costumam segregar-se. Ocorre do México ao norte da Argentina, e todo o Brasil.

Ordem Falconiformes

Família Falconidae. Família pouco homogênea; os falcões são os voadores mais elegantes que se pode imaginar. Dimorfismo sexual quanto ao tamanho.

Os falconídeos são aves de rapina com a forma mais aerodinâmica que se conhece. Suas asas são estreitas e pontudas, menos adequadas para planar.

1- Carrapateiro - *Mivalgo chimachima*. Possui 40cm de comprimento e 74cm de envergadura. Provavelmente o mais conhecido gavião do país. Cabeça, pescoço e partes inferiores branco-amarelados; uma curta faixa negra pós-ocular; face nua e alaranjada; asas longas com nítida área branca. Quando não encontra gado come lagartas (inclusive as mais cabeludas), pesca, caça cupins em revoada; patrulha estradas e praias (quer de água doce ou salgada) à procura de cadáveres; come detritos, fezes e trutas, saqueia ninhos de pássaros.

Ocorre da América Central ao norte do Uruguai e Argentina setentrional; todo o Brasil inclusive no Rio Grande do Sul.

2. Carcará - *Polyborus plancus*. Com 56cm de comprimento e 123cm de envergadura é uma espécie grande e muito conhecida; face nua, pernas altas, tarsos amarelados; desenhos da asa semelhante ao do carrapateiro.

Onívoro, come tanto animais mortos como vivos e de toda qualidade; encontra-se freqüentemente nas estradas e queimadas, também à beira-mar, às vezes em grupo; saqueia ninhos de garças e colheiros (Pantanal do Mato Grosso). Anda pelo chão como uma galinha, pula, suja-se no pegajoso capim-gordura. Esgravata o solo com os pés à procura de amendoim e feijão, colhe os frutos de dendê; ataca cordeiros recém-nascidos, valendo por isso, localmente, como animal daninho. Segue tratores que aram os campos para tirar minhocas, inclusive o minhocoçu.

Habita qualquer região, onde é freqüentemente o único gavião que aparece. Ocorre da Flórida à Terra do Fogo, e em todo o Brasil.

Ordem Gruiformes

Família Raleidae. Porte variável. Pernas e dedos longos sem membranas natatórias, à exceção dos carquejas, *Fulica*, que possuem lobos natatórios laterais em adaptação ao nado; cauda curta; o comprimento considerável do bico, pescoço e pernas muitas vezes tornam a indicação do “tamanho total” vaga ou mesmo ilusória.

Pela aparência externa podem ser divididos em dois grandes grupos: as saracuras (que se movimentam sobretudo andando, embora nadem muito bem) e o frango d’água azul. Parece que a vida silvícola pode ser considerada o estágio originário, enquanto a adaptação aquática seria uma especialização secundária.

Os sexos são geralmente semelhantes, o macho geralmente maior, com o bico mais longo e de forma ligeiramente diferente. Imaturo com o bico menor e de colorido pouco distinto, sua plumagem pode ser diversa daquela do adulto.

Voam bem, embora tenham a tendência de não fazer durante o dia. Quando espantados, seu vôo é curto, desajeitado e de pernas pendentes.

Várias espécies vivem na região de água salobra litorânea, em mangues e ambientes correlatos; são desenvolvidas suas glândulas nasais, cuja função é a excreção de sal.

São onívoros, gostam tanto de capim e brotos de milho quanto de pequenas cobras-d'água; tiram insetos e larvas do estrume de gado depositado perto de brejos, caem em arapucas e ratoeiras cevadas com milho ou aveia. As espécies grandes (*Aramides*) pilham ovos de outras aves aquáticas. Os ralídeos cospem pelotas.

Uma distribuição disjunta pode ser simulada por falta de ambiente adequado ou por simples falta de registro de aves tão dificilmente visíveis.

1. Três-potes ou saracura, *Aramides cajanea*. É a saracura mais conhecida neste país, pelo seu canto forte, muito popular e devido ao seu grande porte (39cm). Cabeça e pescoço cinzentos; coberteiras inferiores das asas amarelo-ferrugíneas barradas de preto; abdome negro; bico verde. Cantam freqüentemente em dueto ou coro com indivíduos mais distantes, podendo durar vários minutos. Vive nos pântanos com vegetação alta; manguezais; margens de rios, lagos e igarapés; mata úmida e alta, às vezes distante da água; plantações de cana, etc. Também próximo às cidades. Ocorre do México à Bolívia e Argentina, e em todo o Brasil.

2. Frango-d'água-comum - *Gallinula chloropus*. Tem o escudo vermelho com faixas brancas, grande “farol traseiro” dividido em dois e pernas verdes com uma “perneira” vermelha. Imaturo pardo-anegrado com abdome meio esbranquiçado, bico, escudo e pernas sem cores vivas. Nada cabeceando, de bico muito abaixado. Atingem 87cm de comprimento. Freqüenta inclusive lagunas salobras. No inverno aumenta de número no

sul do Brasil. Ocorre na maior parte do continente e em todo o Brasil. Amplamente distribuída, existe na América do Norte e no Velho Mundo.

Ordem Columbiformes

Família Columbidae. Homogênea e singular: cabeça pequena e redonda; bico fraco, na base coberto pela “cera” a qual é intumescida no pombo. Corpo pesado; plumagem cheia e macia sendo rica em pó que mantém elástica a estrutura microscópica da pena, substituindo assim a secreção da glândula uropigiana, a qual freqüentemente está ausente. Quando pombas tomam banho, a superfície da água logo se cobre com o pó das suas penas. As penas desprendem-se ao menor impacto. Pernas e dedos moles e geralmente vermelhos. Sexos usualmente semelhantes, macho de cor mais viva.

Possuem um desenho pronunciado na asa, o pescoço às vezes destaca-se por apresentar belíssimos reflexos metálicos. Normalmente alimentam-se de frutas. Ocorrem em larga escala aos locais de terra “salina”, os barreiros (Brasil Central, Paraná).

São ávidos por beber, afluindo às margens dos rios e lagos, “sugam” a água sem levantar a cabeça, ao contrário da maioria das aves, processo mais rápido e eficiente. Voam bem. Produzem um ruído sibilante, em parte pela presença de rêmiges sonoros.

1 - Anu-preto - *Crotophaga ani*. É uma das aves que mais se vêem em regiões cultivadas; sempre em bandos. Preto uniforme, de bico surpreendentemente alto. Aproveita-se regularmente do gado para espantar insetos. Vive nas paisagens abertas com moitas e capões e jardins; ao longo das rodovias costuma ser quase a única que sempre se vê em pequenos grupos. Prefere lugares úmidos. Voador fraco, mal resiste à brisa, qualquer vento mais forte o leva para longe. Ocorre da Flórida à Argentina e todo o Brasil.

Ordem Apodiformes

Família Trochilidae. Entre os beija-flores temos os menores vertebrados homeotérmicos do mundo. O comprimento relativamente longo de diversas espécies provém da extensão do bico e da cauda, que freqüentemente excede o comprimento do corpo. Todos os beija-flores têm pele grossa e pernas resistentes. De bico longo e fino, boca estreita, porém podendo abrir-se bastante. Língua muito comprida e extensível, é bífida e capilar na ponta. O comprimento do bico é adaptado à profundidade dos cálices explorados. A asa é longa. Pés pequenos com dedos muitos fortes e unhas longas afiadas em gancho; agarram-se bem a galhos finos mas não servem para andar. As esplêndidas cores são de tons metálicos, resultando da difração e reflexão da luz pela micro-estrutura das penas. Os machos novos costumam assemelhar-se às fêmeas.

A base de sua alimentação é o açúcar. A voracidade dos beija-flores é bem conhecida. Os artrópodes (insetos e aracnídeos) garantem a eles as proteínas necessárias, absolutamente indispensáveis ao crescimento dos jovens. Pegam insetos no vôo (borrachudos e mosquitos) em quantidade, inclusive vetores de doenças tropicais como febre amarela, malária e leishmaniose, portanto uma contribuição sanitária notável.

1 - Beija-flor-de-garganta-verde - *Amazilia fimbriata*. De vasta distribuição, no Brasil discernem-se 5 raças geográficas, uma delas “grande” e litorânea (*A.fimbriata tephocephala*, do Espírito Santo ao Rio Grande do Sul), o “beija-flor-da-praia”, de barriga branca. Ocorre na capoeira, restinga, também no norte da América do Sul, em todo o Brasil até o Paraguai e Bolívia.

Família Phalacrocoracidae. Vive em lagos, grandes rios e estuários, não se afastam da costa para se aventurarem ao mar. Ocorre no México e na América do Sul.

Biguá – *Phalacrocorax olivaceus*. Mede 75cm, seu peso é de 1,3 kg. Plumagem escura-preta, saco gular amarelo. Na época da reprodução apresenta penas brancas beirando a garganta nua e com um tufo branco atrás da região auricular. Quando imaturos, apresentam cor fuligem. São ótimos mergulhadores, realizando grandes mergulhos e reúnem-se para pescarias coletivas e estratégicas; todos nadam lado a lado no mesmo sentido, bloqueando um canal ou uma enseada fluvial. Descansam pousando na beira da água, sobre pedras, árvores, estacas. Esticam as asas como os urubus. Quando mergulham ficam totalmente molhados. São piscívoros, apanham freqüentemente presas sem valor comercial, como peixes providos de acúleos. O suco gástrico desta ave é capaz de desagregar espinhas. Nidifica sobre as árvores em matas alagadas, matas ciliares, às vezes entre colônias de garças. Ovos pequenos cobertos por uma crosta calcária branco-azulada. Incubação em torno de 24 horas. Apresentam manifestações sonoras, e o coro de muitos indivíduos soa ao longo como o ruído de um motor.

Comparando-se as 3 estações de coleta, notou-se que, houve uma maior quantidade de organismos no sedimento nas estações de coleta 1 e 2, ou seja, nas áreas de manguezal que receberam esgotos diretamente dos afluentes.

De uma maneira geral, a presença da fauna durante esta pesquisa revelou que, o ambiente apresenta-se em equilíbrio, não afetando o seu desenvolvimento.

6 – CONCLUSÕES

Os solos dos manguezais estudados apresentaram teores de matéria orgânica que variaram de 15 a 37%, sendo que a temperatura e a umidade elevadas constituem condições favoráveis à decomposição bastante rápida .

Os teores de matéria orgânica mais altos foram determinados nas estações de coleta 1 e 2, próximas dos afluentes, caracterizando o solo mais fértil, o que pode ter propiciado maior desenvolvimento das plântulas.

As estações de coleta que apresentaram maior número de plântulas por área, foram as que receberam esgotos *in natura* diretamente dos afluentes, havendo predomínio de mangue vermelho, nas sub-estações com maior teor de matéria orgânica.

Os aspectos climatológicos influenciaram diretamente no corpo d'água: maior precipitação proporcionou maior turbidez, em função do grande aporte de material que foi carregado pelas chuvas para o corpo d'água.

A variação da temperatura determinada na superfície da água não afetou os organismos presentes. A presença da cor elevada foi resultado dos caminhos percorridos pelas águas em áreas de grande densidade de cobertura vegetal, carregando consigo partículas em decomposição.

Apesar da variação do pH (5,3 a 8,8), não houve impedimento da vida aquática neste estuário.

Os menores valores de OD foram determinados nos afluentes na maré baixa, devido à maior poluição. Os valores de DBO e DQO foram altos nos rios que receberam

poluição. A DQO apresentou valores maiores que a DBO, pois à medida que houve a auto-depuração, as substâncias biodegradáveis foram consumidas mais depressa.

O teor de N-NO_3^- e de N-NH_4^+ foram altos nos rios poluídos, o que é normal, pois o esgoto é rico em nitrogênio. Quanto maior o teor N-NH_4^+ , maior foi o teor de N-NO_3^- , uma vez que os íons amônio são os primeiros produtos da degradação aeróbia dos compostos orgânicos, transformando-se em nitrito e finalmente em nitrato.

Em todos os pontos de coleta, encontraram-se altos valores de P-PO_4^{3-} , podendo ser decorrente do uso de fertilizantes fosforados nas plantações acima, uma vez que o solo é muito pobre. Os maiores valores ocorreram nos rios poluídos, principalmente pela presença do esgoto, rico em fósforo.

Os maiores números de coliformes fecais e totais foram encontrados nos rios poluídos, na maré baixa, devido à presença do esgoto *in natura*, rico em bactérias. A presença destas bactérias indica a ocorrência de contaminação recente, e junto com elas podem existir microrganismos patogênicos que causam sérios problemas à população ribeirinha, que utiliza estes locais como áreas de subsistência e de recreação. Quanto aos organismos que vivem neste ecossistema, e servem de alimento, até os dias de hoje, não houve um estudo que comprovasse contaminação.

A qualidade da água coletada nos afluentes, durante a maré baixa, apresentou-se comprometida. Mas por se tratar de corpos d'água, houve uma diluição no rio principal.

Durante os 24 meses de coleta verificou-se que a presença de esgoto *in natura* não prejudicou a fauna aquática da região, pois mesmo na ausência de oxigênio, alguns peixes invadiram os afluentes em busca de alimento, retornando posteriormente para o rio principal. Como não se realizou um levantamento quantitativo das espécies presentes

neste ecossistema, não se pode concluir como o estuário influenciou no desenvolvimento dos organismos.

Com os resultados, pôde se concluir que o sistema ambiental foi capaz de depurar o esgoto, contribuindo como fonte de alimento aos organismos que o utilizaram.

No intercâmbio que se verifica entre o manguezal e a água do estuário, verifica-se que o lodo, que constitui parte preponderante do solo do manguezal, sede de intensa atividade biológica decompositora, exerce influência significativa no processo de estabilização dos componentes dos esgotos. Reciprocamente, esse componentes do esgoto contribuem para uma maior produtividade do manguezal.

Entretanto deve-se estabelecer uma capacidade limite de assimilação, como parâmetro fundamental no planejamento deste tipo de solução.

7 – RECOMENDAÇÕES

Com base nas conclusões apresentadas e considerando a velocidade com que vem se processando a expansão e especulação urbana nas cidades litorâneas, entende-se da maior importância:

- que sejam adotadas providências urgentes no sentido de um programa de tratamento de esgotos, capazes de preservar e controlar o ambiente estuarino e os manguezais;
- a necessidade urgente do estabelecimento de legislação específica para os estuários, visando manter a qualidade das águas compatíveis com os usos benéficos.
- a delimitação dos terrenos de Marinha, protegendo os manguezais contra a ocupação desenfreada dos especuladores imobiliários, mantendo a vegetação natural e até mesmo desenvolvendo a aquacultura, desde que se atenda aos requisitos legais, institucionais, de saúde e às características técnicas inerentes,
- novas pesquisas correlacionando as vazões do rio Itanhaém, com os resultados de análises sedimentológicas ao longo do ano, para verificar o depósito superficial no sedimento do estuário.
- continuidade e aprofundamento nos estudos sobre a utilização de sistemas naturais, visando diminuir os prejuízos e aumentando os benefícios de certas cargas de nutrientes em ambientes de manguezal, desde que não ultrapasse sua capacidade limite

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDON, M.M. et al. Avaliação das áreas de manguezal do sistema estuarino dos rios Piauí e Real (SE) através de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE SENSORIAMENTO REMOTO. IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Resumos dos trabalhos apresentados... Gramado-RS, 10 a 15/08/1986. v. 1, p. 710-714.
- ADAIME,R.R. Produção do bosque de mangue da Gamboa Nóbrega (Cananéia/SP-Brasil) IO, U.S.P. Tese (Doutorado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 1985. 172p.
- AFONSO, C. M. **Uso e ocupação do solo na zona costeira do Estado de São Paulo: uma análise ambiental.** São Paulo. Editora Annablume: FAPESP.180p, 1999.
- AGUDO, E. G. Identificação das fontes de esgoto que convergem para a Baía de Santos. Seminário sobre uma síntese do conhecimento sobre a Baixada Santista, CETESB, SP, 10 a 14 de fevereiro de 1983, vol. I, p. 73-76.
- ALMEIDA,F.F.M. Os fundamentos geológicos do relevo paulista. São Paulo. *Boletim Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo*, 41:169-263, 1964.
- ANDRADE, M.A.B.; LAMBERTI, A. A vegetação da Baixada Santista. Aspectos geográficos. In: AZEVEDO, A de. **A vegetação.** São Paulo: EDUSP, 1965, v.1, p.151-200.
- APHA/AWWA/WPCF. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 17.ed., 1989.
- ARAÚJO, J.R. A Baixada do Rio Itanhaém: Estudo de Geografia Regional. Tese (Doutorado). São Paulo: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, 1950. 74p.
- ARAÚJO,D.S.D & MACIEL,N.C.. Os manguezais do Recôncavo da Baía de Guanabara. R.J. FEEMA. **Série Técnica nº10.** 1979.
- ARAÚJO, B.R.N et al. Caracterização geoquímica do manguezal do estuário do rio Itanhém, Alcobaça, BA: resultados preliminares dos teores de matéria orgânica (M.O.), carbono orgânico (C) e suas relações com parâmetros físico-químicos. In: IV SIMPÓSIO DE ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 1998, Águas de Lindóia, SP. **Anais.** v. 1, Manguezal, p. 117-123.

- ATERROS sanitários em manguezais na Baixada Santista. São Paulo: CETESB, 1977. 30p. (Arquivo Técnico).
- AZEVEDO Netto, J.M.N. Novos conceitos sobre a eutrofização. **Revista DAE**, v.48, n.151, p. 22-28, 1988.
- AZNAR, C.E. et al. Impacto dos efluentes domésticos nas águas adjacentes à cidade do Rio Grande. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA, 1994, Serra Negra, SP. **Anais...** São Paulo: ACIESP, 1994. v.1, Manguezais e Marismas, p. 274-283.
- BAIXADA Santista: estudo dos manguezais. São Paulo: CETESB, 1983. 116 p+ anexos. (Relatório Técnico).
- BATRES, V.S.K. A foz do Rio Itanhaém e áreas adjacentes. Estudo da geomorfologia costeira. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas-Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, Dissertação (Mestrado) 1978. 134p.
- BECKER, B. Políticas e planejamento do turismo no Brasil. In: YÁZIGI, E. et al. *Turismo: Espaço, paisagem e cultura*. São Paulo, 1996, p. 181-193.
- BELLOTTO, V.R.; CARMOUZE, J.P. Decomposição de matéria orgânica e ciclagem de elementos biogênicos em sedimentos lagunares associados a um banco de algas. Publicação Especial do Instituto Oceanográfico, São Paulo, 1995, n.11, p. 65-71.
- BERNARDES Jr., C. Resíduos sólidos do Porto de Santos. In: SEMINÁRIO SOBRE UMA SÍNTESE DO CONHECIMENTO SOBRE A BAIXADA SANTISTA, 1983. CETESB, São Paulo: CETESB, v. 1, 7p.
- BRANCO, S.M.; ROCHA, A.A. **Ecologia: educação ambiental, ciências do ambiente para universitários**. 1.ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1984. Cap. 12: O ambiente marinho e os mangues. p. 135-143.
- BRANCO, S.M. **Hidrologia aplicada à engenharia sanitária**. 3.ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986. 616p.
- BRANCO, S.M., et al. **Hidrologia Ambiental**, EDUSP, 1991. Coleção ABRH de recursos hídricos.
- CAMARGO, O.A. et al. Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas. *Boletim Técnico nº106*. IAC - Campinas. Outubro/1986. 94p.
- CARMO, T.M.S. Os manguezais ao norte da Baía de Vitória, Espírito Santo. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, 1, 1987, Cananéia. Síntese de conhecimentos. São Paulo: ACIESP, 1987. V.1, P. 173-194.

- CAZZOLI, S.V. Dinâmica sedimentar atual das praias de Cibratel e Itanhaém-Suarão, município de Itanhaém, Estado de São Paulo. Instituto Oceanográfico-Universidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado). 1997.
- CONSIDERAÇÕES ecológicas sobre mangues da Baixada Santista. São Paulo: CETESB, 1979. 46p. (Relatório Técnico).
- CINTRON, G., SHAEFFER, N. Proposta para estudo dos recursos de marismas e manguezais. Relatório Interno do Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 1981, n.10, p. 1-13.
- CINTRON, G. & SCHAEFFER, Y. Los manglares de la costa brasileña – revisión preliminar de la literatura. II Los manglares de Santa Catarina. Informe Técnico preparado para UNESCO e Universidade Federal de Santa Catarina. 67p. 1981.
- COELHO, C. Jr. Manguezal, desenvolvimento estrutural da cobertura vegetal ao longo de gradientes de inundação – Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil. Instituto Oceanográfico-Universidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado). 108p, 1998.
- COSTA, N.R., et al. Estudo da poluição orgânica nas águas que rodeiam a cidade do Rio Grande. **Revista Engenharia Sanitária** v.21, n.2, p. 222-231, 1982.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. Editora Edgard Blücher LTDA. 1ª edição. 1999.
- DUTRIEUX, E.; DENIS, J.; POPULUS, J. Application of SPOT data to a base-line ecological study of the Mahakam delta mangroves (East Kalimantan, Indonésia). **Oceanologia Acta**, v.13, n.3, p. 317-326, 1990.
- ESPÍNDOLA, C.R.S. Avaliação dos dados MSS/LANDSAT para o estudo de manguezais. **Ciência e Cultura**, v.37, n.7, p. 562-563, 1985.
- ESTEVES, F.A. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro. Editora Interciência Ltda.1988.
- ESTUDO dos manguezais da Baixada Santista. São Paulo:CETESB, 1984. (Relatório Anual).
- ESTUDO dos manguezais da Baixada Santista. São Paulo: CETESB, 1988. 70p. (Relatório Técnico Final).
- ESTUDO da viabilidade de recuperação dos manguezais em Cubatão. São Paulo : CETESB, 1995. 18p. (Relatório Técnico).

- EVERITT, J.H.; JUDD, F.W. Using remote sensing techniques to distinguish and monitor black mangrove. (*Avicennia germinans*). **Journal Coastal Research**, v.5, n.4, p. 737-745, 1989.
- FUTEMA, E. **O ecossistema marinho**. Série: Investigando o meio ambiente. Editora Ática. 64p + anexos. 1998.
- GIANNINI, P.C.F. Sedimentação quaternária na planície costeira de Peruíbe-Itanhaém (SP). Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado). 2 volumes. 1987.
- GRASSO, M. Avaliação econômica do ecossistema manguezal: complexo estuarino-lagunar de Cananéia, um estudo de caso: IO, U.S.P. Dissertação (Mestrado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 1994. 171p.
- HESSE, P.R. The decomposition of organic matter in a mangrove swamps soil. **Plant and Soil**, v.14, n.3, p. 249-263, 1961.
- HERZ, R.; JASKOW, A. Remote sensing of mangrove areas on the Brazilian Coast. **Coastal Zone**, v.2, p. 1382-1389, 1985.
- HERZ, R. **Manguezais do Brasil**. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 1991, 233p.
- HOLMES, M.G. Monitoring vegetation in the future: radar. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.108, p.93-109, 1992.
- IBGE. X. Recenseamento Geral (1991) – Censo Demográfico. Rio de Janeiro, RJ: FIBGE, 1993.
- IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) - Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo. PROMOCET/PRÓ-MINÉRIO. 2 vol. 1981a.
- LACERDA, L.D. Manguezais: Florestas de Beira-Mar. **Revista Ciência Hoje**, v.3, n.13, p. 63-70, 1984.
- LACERDA, L.D. Pesquisas brasileiras sobre ciclagem de nutrientes em ecossistemas brasileiros: identificação de prioridades. **Acta Limnológica**. Brasil, v.1, p. 3-27, 1986.
- LAMBERTI, A. Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas do manguezais de Itanhaém. Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras da Universidade de São Paulo, 217, série botânica, v.23, p.1-27, 1969, Instituto Oceanográfico.
- LAMPARELLI, C.C. Dinâmica da Serapilheira em Manguezais de Bertioga, Região Sudeste do Brasil. São Paulo: FSP, U.S.P., 1995. Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 138p + anexos.

- MACEDO, L.A.A.; ROCHA, A.A. Estudo do sistema lagoa-mangue para controle da poluição causada por esgotos nos estuários da ilha de São Luís-Maranhão. **Revista DAE**, v.44, n.139, p. 301-307, 1984.
- Lançamento de esgotos em manguezais: considerações sobre aspectos ecológicos sanitários na Ilha de São Luís, Maranhão. **Revista DAE**, v.45, n.140, p. 67-72,1985.
- MACEDO, L.A.A. Assimilação de esgotos em manguezais. São Paulo: FSP, U.S.P., 1986. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública, 1986. 111p.
- MACHADO, A.L. Análise da cobertura vegetal de um manguezal impactado por óleo através da fotointerpretação. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA, 2, 1994. Serra Negra, SP. **Anais...** São Paulo: ACIESP, 1994. vol. 1, Manguezais e Marismas, p. 68-86.
- MACIEL, N.C. Manguezal: por que preservar? **Revista Engenharia Ambiental**, v.5, p. 31-36, 1989.
- Os MANGUEZAIS da Baixada Santista: uma proposta para classificação. São Paulo: CETESB, 1990. 20p + anexos.
- MARCELLI, M.P. Ecologia dos líquens dos manguezais do Brasil, com especial atenção ao de Itanhaém(S.P.). São Paulo: IB, U.S.P., 1987. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 1987. 555p + anexos.
- MARQUES, M.L. Análise espacial da estrutura urbana da cidade litorânea de Itanhaém (SP). Dissertação (mestrado). Instituto de Geociências e Exatas-UNESP. Rio Claro/SP. 100p.1998
- MENEZES, G.V. Produção e decomposição em bosques de mangue da Ilha do Cardoso, Cananéia, S.P., BSP, 1994. 116p + ilustr.
- MIRANDA, P.T.C; MARTINS, M.L.R.; SOARES, Z.M.L. In: V Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11 a 15/10/1988, Natal-RN. **Anais**, v.1, p. 90-93.
- MONIZ, A.C. **Elementos de Pedologia**. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro, 1975.
- MUCCI, J.L.N. A dinâmica da autodepuração de águas residuárias da industrialização do palmito. São Paulo: IB, U.S.P., 1986. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências - Universidade de São Paulo, 1986. 83p.
- NAVARRA,C.T. et al. Distribuição da matéria orgânica nos sedimentos marinhos costeiros e nos solos hidromórficos da orla litorânea no estado de São Paulo. **Boletim do Instituto Oceanográfico, S.P.**, v.29, n.2, p. 267-270, 1980.

- NORMAS Técnicas de Saneamento Ambiental - NT-08. Análises Microbiológicas de Águas. São Paulo: CETESB, 1978. (Arquivo Técnico).
- NUCCI, N.L.R. et al. Tratamento de esgotos municipais por disposição no solo e sua aplicabilidade no estado de São Paulo. São Paulo, CEPAM. Fundação Faria Lima, 1978.
- OCCHIPINTI, A. G. Climatologia dinâmica do litoral sul brasileiro. São Paulo. *Série Oceanografia Física: Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico*, 3:1-86, 1963.
- ODUM, W.E. **Fundamentals of ecology**. 3th Ed. Philadelphia, W.B.Saunders Comp.. 574p. 1971.
- ODUM, .E.P. **Ecologia**. Editora Guanabara, Rio de Janeiro. 1986.
- OLIVEIRA, J.S et al. Manguezal do rio Tavares, Ilha de Santa Catarina: uma contribuição sedimentológica para o estudo do ecossistema. In: IV SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 1998, Águas de Lindóia, SP. **Anais**. v. 1, Manguezal, p. 214-220.
- OLIVEIRA, J.B. et al. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos. 64p + mapas. 1999.
- OLIVEIRA, J.B. **Boletim Científico 45**. Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico. Campinas: Instituto Agrônomo. 112p.1999.
- PADRÕES ambientais para quantificação de alterações morfo funcionais em manguezais impactados por óleo. São Paulo: CETESB,1989. 14p + tabelas e figuras.(Relatório Parcial Técnico).
- PADRÕES ambientais para quantificação de alterações morfo funcionais em manguezais impactados por óleo. São Paulo: CETESB,1989. 50p + tabelas e figuras. (Relatório Técnico).
- PADRÕES ambientais para manguezais impactados. São Paulo: CETESB, 1990. 18p + anexos. (Relatório Técnico Anual).
- PADRÕES ambientais para manguezais impactados. São Paulo: CETESB, 1993. 31p + anexos. (Relatório Parcial).
- PARLATORE, A.C. & BATTALHA, B.L. Controle da qualidade da água para consumo humano; bases conceituais e operacionais. São Paulo. CETESB, 198p. 1977.
- PANNIER, F. Effects of the mortality and decompositon of a large fish population on mangroves in Venezuela. **Inf. Unesco Ciênc. Mar**, n.23, p. 128-130, 1983.

- PATCHINEELAM, S.R. et al. Composição química de sedimentos superficiais de manguezais da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Geochimica Brasiliensis**, 1(2): 177-186, 1987.
- PEREIRA, N. Eutrofização no sistema estuarino e das baías de Santos e São Vicente (Estado de São Paulo, Brasil). Faculdade de Saúde Pública-USP. Dissertação (Mestrado), 1985.
- PEREIRA, O. F^o et al.. Caracterização do manguezal do Rio Itanhaém, litoral sul do estado de São Paulo. *In: IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. Anais* Águas de Lindóia, SP, Brasil, p: 163-170. 1998.
- PESSOA, C.A.; JORDÃO, E.P. **Tratamento de esgotos domésticos:** concepções clássicas de tratamento de esgotos. 2.ed. Rio de Janeiro,1982. [Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental]. v.1, p. 9-29.
- POVINELLI, J. Interferências de cromo VI na medida de OD e DBO pelo método das diluições ou de winkler. *In: XV Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais* Belém. 1989.
- QUIÑONES, E.M. Qualidade da água na represa de Rosana-SP para fins de piscicultura. Campinas, FEAGRI, UNICAMP, 1994. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas, 1994. 79p.
- REITERMAJER, J et al.. Caracterização da distribuição da matéria orgânica em zonas de manguezais do estuário do rio Saúpe, Entre Rios-Bahia. *In: IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. Anais* Águas de Lindóia, SP, Brasil, p: 195-200. 1998.
- REZENDE, C.E. Balanço de matéria orgânica e metais pesados em um ecossistema de manguezal da Baía de Sapatiba, R.J. Rio de Janeiro, 1988. Dissertação (Mestrado). Dep. Geoquímica, Universidade Federal Fluminense, 1988, 128p.
- ROCHA, A.A.; RODRIGUES, F.O.; MALAGRINO, W. Contribuição ao conhecimento do estudo ecológico sanitário dos manguezais da costa brasileira. São Paulo, CETESB. 29p. 1983.
- RODRIGUES, F.O.; MOURA, D.O.; LAMPARELLI, C.C. Efeito do óleo nas folhas de mangue. **Revista Ambiente-CETESB**, v.3, n.1, p. 36-45, 1989.
- RODRIGUES, M. et al. Uma revisão histórica acerca do conhecimento sobre a sedimentação atual, em ambientes marinhos submersos, do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira Oceanográfica**. 47(1):91-106, 1999.
- ROSSI, M. & MATTOS, I.F.A. O ecossistema mangue – uma análise dos solos e da vegetação no estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal** , v.4, p. 930-936, 1992.

- SANTOS, E. Zoologia Brasileira: Nossos Peixes Marinhos. **Editora Itatiaia Limitada**, v. 1 Belo Horizonte, 1982.
- SARTORI, L.P. & NOGUEIRA, M.G. Estudo limnológico na região estuarina dos rios Fazenda e Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar (Ubatuba-SP), com ênfase na dinâmica dos nutrientes químicos. In: IV SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 1998, Águas de Lindóia, SP. **Anais**. v. 1, Manguezal, p. 296-310.
- SCHAEFFER - NOVELLI, Y. Manguezais brasileiros: uma bibliografia (1614-1986). São Paulo, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo/Superintendência do desenvolvimento do Litoral Paulista, 59p, 1986.
- Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com especial ênfase sobre o ecossistema manguezal. Publicação Especial do Instituto Oceanográfico, São Paulo n.7, p. 1-16, 1989.
- Aterro do manguezal “Belas Artes”, avaliação de impacto ambiental, Município de Itanhaém, S.P. Brasil. Laudo Pericial, Processo 499/88, 3ª Vara Civil da Comarca de Itanhaém, 50p. 1989.
- Manguezal: conhecer para conservar. S.P., BSP, s.n., 1994. 45p.
- **Manguezal - ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo: Instituto Oceanográfico, São Paulo, 1995. 64p.
- SCHAEFFER - NOVELLI, Y; CINTRON, M.G. **Guia para estudos de áreas de manguezal - estrutura, função e flora**. São Paulo: Instituto Oceanográfico, São Paulo, 1986, 150p.
- SCHAEFFER – NOVELLI et al. The Cananéia lagoon estuarine system, SP. Brazil.*Estuaries*.13 (2):193-203. 1990.
- SCHAEFFER - NOVELLI, Y; CINTRON, M.G. Manguezais Brasileiros: uma síntese sobre os aspectos históricos (séculos XVI a XIX) zonação, estrutura e impactos ambientais. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA, 1994, Serra Negra, SP. **Anais**. v. 1, Manguezais e Marismas, p. 333-341.
- SCHERRER, P.; MILLE, G. Biodegradation of crude oil in a experimentally polluted peaty mangrove soil. **Marine Pollution Bulletin**, v.20, n.9, p. 430-432, 1989.
- SCHMIDT, G. Manguezal de Cananéia: concentração dos elementos químicos carbono, nitrogênio, cálcio, fósforo, manganês, ferro e cinzas, em folhas de mangue e sua correlação com taxa de decomposição e salinidade. Instituto Oceanográfico, USP. Tese (Doutorado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 1988.
- SETZER, J. *Atlas climatológico e ecológico do Estado de São Paulo*. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguay, São Paulo, SP:CESP, 1966.

- von SPERLING, E. Considerações sobre a saúde de ambientes aquáticos. **Revista Bio**, v.5, n.3, p. 53-56, 1993.
- Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, v.1: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 240p, 1995.
- STAPLES, D.J.; VANCE, D.J. Emigration of juvenile banana prawns *Penaeus merguensis* from a mangrove estuary and recruitment to offshore areas in the wet dry tropics of the Gulf of Carpentaria, Austrália. **Mar. Ecol. Prog. Ser**, v.27, n.3, p. 239-252, 1986.
- STEVENS, L.A. **Clean Water: nature's way to stop pollution**. 1. ed. New York: E.P. DUTTON, 1974. 289p.
- SUGUIO, K. **Introdução a Sedimentologia**. São Paulo: Edgar Blucher, Editora da USP. 317p. 1973.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense (Quaternary marine formations of the state of São Paulo and southern Rio de Janeiro). In:INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, São Paulo. SBG/IGUSP, *Special publications*, n. 1, 55p. 1978.
- TCHOBANOGLOUS, G.; SCHROEDER, E.D. **Water quality characteristics, modeling and modification**. University of California at Davis, 768p. 1987.
- TCHOBANOGLOUS, G. **Treatment, disposal and reuse**. 3. ed. New York. METCALF & EDDY, 1991. 1334p.
- TESSLER, M.G. & SOUZA, L.A.P. Dinâmica sedimentar e feições sedimentares identificadas na superfície de fundo do sistema Cananéia-Iguape, SP. **Revista Brasileira Oceanográfica**. 46(1):69-83, 1998.
- TOGNELLA, M.M.P. Valoração econômica: Estudo de caso para o ecossistema manguezal - Bertioga e Cananéia, S.P. São Paulo, U.S.P., 1995. Dissertação (Mestrado) - Oceanografia Biológica, Universidade de São Paulo, 1995.
- TOMMASI, L.R. Considerações ecológicas sobre o Sistema Estuarino de Santos/S.P. São Paulo: IO, USP, 1979. Tese (Livre-Docência) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 2 vols., 1979. 489p.
- TOMMASI, L.R. Impacto da disposição oceânica de esgotos municipais no ambiente costeiro: uma síntese. **Revista Engenharia Sanitária**, v.26, n.4, p. 412-419, 1987.
- TOMMASI, L.R. O espaço marinho. In: A questão ambiental São Paulo. Publicação Especial do Instituto Oceanografico - Universidade de São Paulo, 345p.1994.

- VALIELA, I.; TEAL, J.M.; SASS, W. Nutrient retention in salt marsh plots experimentally fertilized with sewage sludge. **Estuarine and Coastal Marine Science**. v.1, p. 261-269. 1973.
- ZAVALA, C.L.A.; YAMANAKA, N. Notas sobre um caso de mortandade de peixes ocorrido em Itanhaém, S.P. Brasil. Boletim Instituto Oceanográfico, São Paulo, v.29, n.2, 377p., 1980.
- WALSH, G.E. An ecological study of a Hawarian mangrove swamf. In: Estuaries, 83: 420-431, 1967.

ANEXOS

Tabela 01 – Marés na preamar e baixa-mar durante as coletas de água.

Dias de coleta	Horário	Maré
	10:08	0.0
15/09/96	16:00	1.2
	09:13	0.0
13/10/96	15:15	1.2
	08:19	0.1
10/11/96	14:36	1.3
	07:21	0.3
08/12/96	14:02	1.3
	11:15	0.6
12/01/97	17:21	1.1
	07:08	0.3
16/02/97	11:11	0.8
	09:19	0.3
09/03/97	15:41	1.4
	13:04	0.5
13/04/97	17:41	0.9
	11:49	0.4
11/05/97	17:28	1.1
	10:54	0.2
08/06/97	16:56	1.3
	10:02	0.1
06/07/97	16:11	1.4
	09:08	0.0
03/08/97	15:23	1.4
	08:09	-0.1
31/08/97	14:28	1.3
	10:32	0.2
05/10/97	16:08	1.1
	08:51	0.3
30/11/97	14:58	1.3
	13:30	0.7
04/01/98	20:45	1.0
	11:56	0.6
01/02/98	18:00	1.1
	10:49	0.4
01/03/98	17:00	1.3
	09:53	0.3
29/03/98	16:08	1.4
	08:56	0.2
26/04/98	15:19	1.5
	12:56	0.4
31/05/98	19:24	1.0
	11:47	0.2
28/06/98	17:32	1.2
	10:49	0.0
26/07/98	16:43	1.2
	09:51	-0.1
23/08/98	15:53	1.2

TABELA 03 - Dados pluviométricos do município de Itanhaém-SP, coletados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), referentes aos dias que antecederam a coleta de água.

Dias	Set/ 96	Out/ 96	Nov/ 96	Dez/ 96	Jan/ 97	Fev/ 97	Mar/ 97	Abr/ 97	Mai/ 97	Jun/ 97	Jul/ 97	Ago/ 97	Out/ 97	Nov/ 97	Jan/ 98	Fev/ 98	Mar/ 98	Abr/ 98	Mai/ 98	Jun/ 98	Fev/ 98	Ago/ 98
1												0,0	2,7		2,4	0,0	45,1					
2											2,0	0,0	12,8		1,8							
3											0,2	0,0	10,2		3,5							
4				4,7						0,7	0,0		1,2		5,8							
5				10,8			2,2			13,3	0,0		0,1									
6			0,0	20,0			27,2			5,6	0,0											
7			0,0	4,5			0,5		0,1	0,2												
8			0,0	1,4	0,0		0,0		0,2	0,2												
9		1,6	0,0		0,0		0,0	6,3	0,0													
10		0,0	0,0		4,8			2,0	0,1													
11	48,0	4,7			0,0			0,2	0,2													
12	70,8	0,3			0,3			0,0														
13	22,5	0,5				0,0		0,0														
14	0,0					0,2																
15	0,0					0,1																
16						10,3																
17						10,2																
18																						
19																						0,2
20																						0,1
21																						0,0
22																	0,0				0,0	10,1
23																	0,0				6,5	11,02
24																	0,1			0,0	0,2	
25																0,1	36,4	0,2		9,2	0,0	
26																8,6	18,6	15,9		0,3	0,0	
27												0,0	3,6		0,0	0,0			0,1	0,0		
28												0,0		18,5	0,0	11,5	0,2		12,1	0,0		
29												0,0		10,4	3,7		25,1		17,8			
30											0,0	0,0		0,2	0,1				8,7			
31											0,0	0,0			1,7				0,2			

Obs: Os valores em negrito referem-se às alturas diárias de chuva (mm) ocorridas nos dias da coleta de campo.

Tabela 04 - Temperatura do ar em °C (*) e Temperatura da água °C (**) no estuário de Itanhaém-SP.

Local de coleta	Ponto	15-09 1996	13-10 1996	10-11 1996	08-12 1996	12-01 1997	16-02 1997	09-03 1997	13-04 1997	11-05 1997	08-06 1997	06-07 1997	03-08 1997	31-08 1997	05-10 1997	30-11 1997	04-01 1998	01-02 1998	01-03 1998	29-03 1998	26-04 1998	31-05 1998	28-06 1998	26-07 1998	23-08 1998	Méd.
rio Itanhaém	1B	*26 **20	*27,5 **25	*28 **26	*29 **27	*30,5 **28	*27 **26,5	*29 **28	*25 **25,5	*23 **23,5	*20,5 **18,5	*19,5 **18,5	*20 **21	*22 **20	*23,5 **21	*20,5 **23,5	*23,5 **22	*34 **30	*28 **25,5	*26 **23,5	*22,5 **24,5	*17 **18	*20 **19,5	*22,5 **20,5	*21 **19	*24,4 **23,1
rio Itanhaém	2B	*27 **20	*28 **24	*27 **26	*28 **27	*31 **27,5	*27 **26,5	*30 **27,5	*26 **26,5	*23,5 **24	*22,5 **20	*19 **19	*20 **20,5	*22 **20,5	*23,5 **20,5	*21 **23,5	*23 **22,5	*32 **29	*26,5 **25	*26 **23	*23 **24,5	*17 **18,5	*19,5 **19	*22,5 **20,5	*20 **20	*24,4 **23,1
rio do Poço	3B	*27 **22	*29 **25	*28 **26	*27,5 **27	*30 **27,5	*27,5 **26,5	*31 **28	*26,5 **26	*24,5 **24,5	*23 **19,5	*20 **19	*20,5 **21,5	*21,5 **21,5	*23 **20,5	*22 **23,5	*22,5 **22	*32 **31	*25 **26	*25 **23	*22,5 **24,5	*16,5 **19,5	*19,5 **19	*21,5 **21	*20 **20,5	*24,4 **23,5
rio do Poço	4B	*27 **23	*28,5 **25,5	*29 **27	*27,5 **27,5	*30 **29	*27,5 **27	*35 **30	*27,5 **27	*25 **25	*20,5 **18,5	*19,5 **19,5	*20 **20,5	*22 **22	*22 **22	*21,5 **21,5	*23 **22	*32,5 **31,5	*25,5 **26	*25,5 **24	*23 **24	*17 **19,5	*19,5 **19	*22 **22,5	*21,5 **20	*24,7 **24,0
rio Itanhaém	5B	*26 **23	*27 **24,5	*28 **27	*28 **27	*27 **26	*27,5 **27	*32 **27,5	*24 **24,5	*24,5 **24	*20 **18,5	*19,5 **19,5	*20 **20,5	*20 **22	*23 **20,5	*22 **23	*22 **22,5	*31,5 **30	*25 **26	*26 **23	*23 **24,5	*17 **19,5	*19 **19,5	*22 **20,5	*20,5 **20	*23,9 **23,3
rio Itanhaém	6B	*27 **24	*26,5 **24	*28 **26	*28 **27	*27 **26,5	*28 **27	*30 **28	*24 **24,5	*23,5 **25	*22,5 **18,5	*20 **19,5	*20 **20,5	*20,5 **22	*21,5 **20	*21 **23,5	*23,5 **22,5	*30,5 **30	*25,5 **26	*26 **23	*22,5 **24,5	*17,5 **20	*19 **19	*21,5 **20,5	*21 **20,5	*23,9 **23,4
Ribeirão Campininha	7B	*26 **23	*29 **24	*30 **26	*28 **27,5	*27 **26	*27,5 **26	*30 **28,5	*26,5 **27	*24 **26,5	*22,5 **20	*19 **19	*20,5 **20,5	*19,5 **21,5	*23 **20,5	*21 **21	*22,5 **21,5	*30,5 **30	*26 **26,5	*26 **23	*22,5 **24	*17 **20	*19 **19,5	*21 **20,5	*21 **20	*24,1 **23,5
Ribeirão Campininha	8B	*27 **24	*26 **25	*28 **27	*28,5 **27	*27,5 **27	*28 **27	*30 **28	*26,5 **27	*25,5 **25,5	*22 **19,5	*20 **19,5	*21,5 **21,5	*19,5 **22	*22 **22	*21,5 **23	*22 **22	*31,5 **29	*26 **26,5	*25,5 **23	*22,5 **24	*17 **20	*19 **20	*22 **21	*20,5 **20	*24,2 **23,8
rio Itanhaém	9B	*26 **23	*29,5 **24,5	*30 **26	*28 **27	*26,5 **25,5	*28 **26	*33 **28	*26 **26,5	*25 **26	*23 **19,5	*21 **19,5	*20,5 **21	*20 **22	*22,5 **20,5	*21 **23	*23 **21,5	*30,5 **29,5	*25 **26	*26 **23,5	*22 **24,5	*18 **20	*19,5 **19,5	*23 **20,5	*21 **20,5	*23,5 **23,5
rio Itanhaém	10B	*26 **24	*28 **24,5	*30 **26	*27 **27,5	*26,5 **25	*28,5 **26	*32 **31	*25 **25,5	*26 **26	*23,5 **19	*21 **19,5	*21,5 **21,5	*21,5 **23	*22,5 **20,5	*21,5 **23	*23,5 **21,5	*30,5 **30	*25 **26	*26 **24	*22 **24	*18,5 **20,5	*19 **20	*22,5 **20,5	*21 **20,5	*24,5 **23,7
rio Itanhaém	1A	*21 **22	*25 **25	*26 **27	*27 **28	*27 **27,5	*25 **27	*30 **31,5	*24 **25,5	*22 **25,5	*20,5 **22	*18,5 **20	*24,5 **21,5	*27 **20,5	*23,5 **22,5	*26,5 **24,5	*22 **18	*29 **32	*27 **27	*22 **26	*24 **26,5	*19,5 **21,5	*20 **20,5	*20,5 **21	*20,5 **21	*23,8 **24,3
rio Itanhaém	2A	*20 **23	*25 **26	*25 **25,5	*28 **29	*26,5 **28	*25,5 **27	*29 **30,5	*24 **25,5	*22,5 **26	*21 **21,5	*20 **21	*24 **22,5	*25,5 **22	*24 **22	*26 **25	*22,5 **18,5	*29 **31,5	*26,5 **27	*22,5 **26,5	*23,5 **26	*20 **21	*20 **20,5	*20 **21	*20 **20,5	*23,8 **24,4
rio do Poço	3A	*21 **22	*24 **25,5	*26 **27	*28,5 **29,5	*26,5 **27,5	*26 **27	*29 **30,5	*24,5 **25	*22,5 **25,5	*20 **20,5	*20,5 **21	*23,5 **24	*26 **19,5	*24,5 **22	*25,5 **24	*23 **18	*28 **31	*26 **26,5	*26 **26	*24 **26	*19,5 **22	*20 **20	*19 **20,5	*20,5 **21	*23,8 **24,2
rio do Poço	4A	*21 **22	*24,5 **25,5	*26 **27	*30 **29,5	*27 **28,5	*25 **28	*30 **28	*23,5 **25	*22 **25	*18,5 **20,5	*20,5 **22,5	*24 **24,5	*26 **20,5	*23 **22	*24 **25	*22,5 **19	*25 **32	*26 **26	*21,5 **27	*24 **25,5	*20 **22,5	*20 **20	*18,5 **21	*20 **21	*23,4 **24,5
rio Itanhaém	5A	*22 **22	*24,5 **25	*26,5 **27	*27 **28,5	*27 **27,5	*25,5 **27	*29 **31	*23,5 **24	*22,5 **25	*19,5 **20,5	*20,5 **21	*23,5 **24	*23,5 **20	*23 **21,5	*25 **24	*21 **18,5	*26 **30	*26 **26	*22 **26	*23,5 **25,5	*19 **21	*19,5 **20	*18,5 **20,5	*20 **20,5	*23,3 **24,0
rio Itanhaém	6A	*21 **22	*24 **24	*26 **27	*27 **29	*26,5 **27	*26,5 **27	*29 **31	*23,5 **24,5	*22,5 **24,5	*17,5 **20	*20 **21	*24 **24,5	*24,5 **20,5	*23 **21	*24,5 **24	*21,5 **19,5	*26 **30	*26,6 **26,5	*21,5 **26,5	*23,5 **25,5	*19 **21	*20 **20	*18,5 **20,5	*20,5 **21,5	*23,2 **24,1
Ribeirão Campininha	7A	*21 **21	*24 **25	*25,5 **26	*27,5 **30	*26,5 **27	*25 **27	*28 **30,5	*23 **24	*21,5 **23,5	*18,5 **20	*20 **21	*21 **22,5	*23 **21	*23 **21	*25 **24	*22 **18	*25 **29,5	*25 **25,5	*22 **27	*23 **25	*19 **21	*19,5 **20	*19 **20,5	*20,5 **20,5	*22,8 **23,8
Ribeirão Campininha	8A	*21 **22	*24 **24,5	*26 **26,5	*27 **29,5	*27 **28	*25 **27,5	*28,5 **30	*23 **23,5	*21,5 **23,5	*16,5 **20,5	*20,5 **21	*23 **24	*24 **20,5	*22,5 **21,5	*24 **24	*22,5 **18,5	*26 **30	*26 **26,5	*22 **27	*24 **25,5	*19,5 **21	*19,5 **20	*18,5 **21	*20 **20	*23,0 **24,0
rio Itanhaém	9A	*21 **21	*24 **24,5	*26 **26	*27 **28,5	*26 **27	*24,5 **27	*29 **30	*23 **23,5	*21 **23,5	*18,5 **20	*19,5 **22	*22 **23,5	*24 **20	*22,5 **21	*25 **24,5	*21 **18	*26 **29,5	*26 **26	*22,5 **26,5	*23,5 **25	*20 **21,5	*20 **20	*19 **20,5	*20 **20,5	*23,0 **23,7
rio Itanhaém	10A	*20 **21	*24 **24,5	*26 **26,5	*27 **28	*26 **27	*24,5 **27	*28 **30	*23,5 **23	*21 **23	*18 **20	*19,5 **22	*22,5 **23,5	*23 **20	*23 **21	*24 **24	*21 **17,5	*25 **30	*26 **26,5	*22 **27	*23,5 **25,5	*19,5 **20,5	*20 **20	*18,5 **21	*20 **20,5	*22,7 **23,7

A = MARÉ ALTA

B = MARÉ BAIXA

Tabela 5 - Dados de unidades de cor no estuário de Itanhaém-SP.

Local de coleta	Ponto	15-09 1996	13-10 1996	10-11 1996	08-12 1996	12-01 1997	16-02 1997	09-03 1997	13-04 1997	11-05 1997	08-06 1997	06-07 1997	03-08 1997	31-08 1997	05-10 1997	30-11 1997	04-01 1998	01-02 1998	01-03 1998	29-03 1998	26-04 1998	31-05 1998	28-06 1998	26-07 1998	23-08 1998	Méd.
rio Itanhaém	1B	40	40	40	30	60	30	60	30	20	40	60	20	30	40	30	80	50	30	30	30	40	40	30	30	38,75
rio Itanhaém	2B	30	50	40	20	60	40	40	30	20	50	80	20	40	30	30	70	60	40	20	40	40	40	40	30	40,83
rio do Poço	3B	90	80	90	120	70	80	70	40	30	60	100	40	80	60	30	120	80	60	40	50	60	80	80	60	69,58
rio do Poço	4B	125	130	150	130	100	100	100	50	40	150	150	50	100	80	80	170	100	80	60	70	90	150	120	70	101,9
rio Itanhaém	5B	40	30	30	30	60	30	60	30	20	70	60	30	70	30	20	90	60	30	20	30	50	50	50	30	42,97
rio Itanhaém	6B	40	40	40	20	70	40	40	30	30	70	80	20	70	30	30	80	50	20	20	40	50	60	40	40	43,75
Ribeirão Campininha	7B	100	100	120	80	90	70	100	40	50	80	150	50	100	70	60	100	90	70	50	60	70	80	80	60	79,58
Ribeirão Campininha	8B	150	120	140	120	120	80	120	50	80	100	200	60	130	100	90	150	110	100	80	80	90	90	100	90	106,3
rio Itanhaém	9B	50	50	50	40	40	50	60	30	30	60	90	30	60	60	30	60	50	30	30	40	30	60	70	40	47,50
rio Itanhaém	10B	50	40	30	40	50	40	70	20	30	20	60	30	70	40	40	70	40	30	20	30	40	40	40	30	40,41
rio Itanhaém	1A	60	40	50	50	40	40	20	20	20	20	30	20	20	30	20	40	30	20	20	40	30	30	30	20	30,82
rio Itanhaém	2A	40	40	60	30	50	40	30	20	20	30	40	30	20	30	20	50	40	20	30	30	20	40	50	30	33,75
rio do Poço	3A	60	70	80	70	60	70	40	30	30	40	70	30	50	50	30	100	60	30	40	40	40	60	60	40	52,08
rio do Poço	4A	80	90	90	80	80	50	40	30	20	20	80	40	60	70	50	120	70	50	50	50	50	80	90	50	62,08
rio Itanhaém	5A	50	40	50	30	50	50	40	20	20	20	60	20	40	40	30	70	40	30	20	40	30	40	50	30	37,91
rio Itanhaém	6A	50	50	50	30	60	50	40	20	20	20	70	20	40	30	20	60	50	20	30	30	40	50	60	20	38,75
Ribeirão Campininha	7A	90	90	120	60	80	60	60	30	30	30	60	30	50	60	50	70	70	40	30	40	50	60	70	50	57,50
Ribeirão Campininha	8A	100	100	130	70	100	70	60	40	30	40	80	40	60	80	70	100	80	60	40	50	80	80	80	60	70,83
rio Itanhaém	9A	40	30	30	40	60	40	30	30	20	20	40	20	30	40	30	40	50	20	20	30	40	40	40	30	33,75
rio Itanhaém	10A	50	40	20	40	50	50	30	30	20	20	40	20	20	30	20	30	40	20	20	20	40	30	30	20	30,41

A = MARÉ ALTA

B = MARÉ BAIXA

Tabela 6 - Dados de turbidez (UNT) no estuário de Itanhaém-SP.

Local de coleta	Ponto	15-09 1996	13-10 1996	10-11 1996	08-12 1996	12-01 1997	16-02 1997	09-03 1997	13-04 1997	11-05 1997	08-06 1997	06-07 1997	03-08 1997	31-08 1997	05-10 1997	30-11 1997	04-01 1998	01-02 1998	01-03 1998	29-03 1998	26-04 1998	31-05 1998	28-06 1998	26-07 1998	23-08 1998	Méd.
rio Itanhaém	1B	4,6	5,6	5,5	2,6	4,6	2,6	4,1	2,3	1,6	2,5	3,4	1,8	2,3	3,5	1,9	4,6	3,5	2,3	2,1	1,4	1,9	2,3	2,1	1,6	2,94
rio Itanhaém	2B	4,1	5,5	6,0	2,1	3,8	4,0	3,5	2,1	1,9	2,7	4,2	1,7	2,4	3,4	2,1	4,4	3,8	2,2	2,4	1,7	1,7	1,8	1,6	1,9	2,95
rio do Poço	3B	5,7	6,2	8,2	8,2	5,7	5,9	4,9	3,2	2,1	2,8	4,9	2,3	5,8	4,2	2,3	7,8	4,6	2,8	2,8	1,9	2,1	2,6	2,9	2,0	4,24
rio do Poço	4B	7,4	10,9	12,5	8,7	7,4	6,3	6,7	3,3	2,4	3,2	7,7	2,6	6,5	5,3	2,6	11,3	5,7	3,4	3,1	2,5	3,0	6,1	7,9	9,2	6,07
rio Itanhaém	5B	4,2	4,4	4,2	2,2	4,8	2,2	4,3	2,1	2,2	2,6	8,2	1,9	4,9	3,1	2,1	7,1	3,9	2,1	2,0	1,2	2,4	3,5	3,8	2,1	3,39
rio Itanhaém	6B	4,3	5,2	4,6	1,3	5,3	4,3	5,1	2,6	1,8	2,9	5,5	2,3	4,7	2,7	2,0	6,3	4,4	2,4	1,8	1,5	2,2	2,6	2,5	2,3	3,35
Ribeirão Campininha	7B	10,0	8,9	10,8	7,6	8,2	6,4	7,6	3,9	2,4	3,1	6,2	2,6	8,5	6,4	2,4	9,5	9,0	6,8	5,3	2,3	4,0	4,3	4,5	3,8	6,02
Ribeirão Campininha	8B	12,5	10,2	12,1	9,2	9,5	7,5	8,9	4,2	2,6	3,4	12,3	2,9	9,3	7,1	2,7	11,3	10,3	7,4	7,1	2,5	4,3	5,1	5,6	4,2	7,17
rio Itanhaém	9B	4,9	6,9	7,0	2,9	3,2	4,5	2,7	3,3	1,6	2,6	14,4	1,6	3,9	3,2	2,2	4,9	4,1	1,7	2,0	2,1	2,2	2,1	2,3	2,2	3,68
rio Itanhaém	10B	4,8	5,4	3,2	3,0	3,8	3,8	3,3	3,0	1,4	3,0	8,1	1,7	4,4	2,4	2,3	5,3	3,7	1,9	1,7	2,0	2,3	1,6	2,0	2,3	3,18
rio Itanhaém	1 ^A	5,8	5,8	6,9	3,7	2,8	3,4	2,9	2,7	1,5	1,7	6,4	1,9	2,1	2,9	1,7	4,2	2,9	1,5	1,8	2,2	1,9	1,3	3,5	2,5	3,08
rio Itanhaém	2 ^A	4,2	5,1	7,1	2,2	4,2	4,0	3,8	2,6	1,7	2,2	5,3	2,1	2,4	3,2	1,8	4,8	3,5	1,6	1,9	2,1	2,1	1,9	2,6	2,1	3,10
rio do Poço	3 ^A	6,2	6,6	8,6	6,2	5,8	6,2	4,6	3,2	1,8	1,8	4,6	2,4	3,9	3,8	1,9	7,3	4,2	2,8	2,3	2,3	2,7	2,2	3,3	2,3	4,04
rio do Poço	4 ^A	7,5	9,2	9,7	7,1	7,8	7,2	6,7	2,4	1,7	2,0	6,1	2,6	4,2	4,1	2,6	8,4	4,8	3,6	2,7	2,5	3,2	2,0	3,1	2,0	4,71
rio Itanhaém	5 ^A	5,0	5,3	6,1	2,0	4,2	5,6	4,8	2,5	1,6	1,6	3,9	1,3	3,3	3,2	1,7	5,2	3,1	2,1	1,9	2,2	2,3	2,3	2,7	1,9	3,15
rio Itanhaém	6 ^A	5,5	5,7	5,9	2,5	5,5	5,0	4,3	2,7	1,5	2,1	2,6	1,5	3,5	4,1	1,8	4,6	3,5	2,0	1,8	2,1	2,0	3,1	3,3	2,1	3,27
Ribeirão Campininha	7 ^A	8,7	8,8	11,0	4,7	6,7	5,7	6,2	2,9	1,6	2,3	4,9	1,8	3,9	4,8	2,2	7,6	4,3	1,8	2,2	1,7	2,2	3,5	3,9	3,7	4,46
Ribeirão Campininha	8 ^A	11,2	10,4	11,9	6,2	8,2	7,2	8,0	3,4	1,7	2,1	5,6	1,9	4,5	5,7	2,6	7,9	4,9	2,3	2,4	2,4	2,6	4,9	4,5	4,8	5,30
rio Itanhaém	9 ^A	4,3	4,0	4,2	4,1	4,9	4,2	4,2	2,2	1,5	1,7	3,6	1,3	3,2	3,4	1,4	4,9	4,1	1,7	1,9	1,9	2,2	2,3	2,5	2,3	3,00
rio Itanhaém	10 ^A	5,2	4,1	3,1	4,2	5,2	5,2	4,3	2,0	1,4	1,9	3,3	1,4	2,6	3,2	1,7	3,1	2,6	1,6	1,3	1,8	2,1	2,2	2,4	2,1	2,83

A = MARÉ ALTA

B = MARÉ BAIXA

Tabela 7 - Dados de pH no estuário de Itanhaém-SP.

Local de coleta	Ponto	15-09 1996	13-10 1996	10-11 1996	08-12 1996	12-01 1997	16-02 1997	09-03 1997	13-04 1997	11-05 1997	08-06 1997	06-07 1997	03-08 1997	31-08 1997	05-10 1997	30-11 1997	04-01 1998	01-02 1998	01-03 1998	29-03 1998	26-04 1998	31-05 1998	28-06 1998	26-07 1998	23-08 1998	Méd.
rio Itanhaém	1B	5,8	7,6	7,8	7,3	7,7	6,4	6,5	6,9	6,9	6,5	6,3	6,6	7,1	6,7	6,3	6,6	6,9	6,3	6,5	7,1	7,3	7,5	7,3	7,1	6,88
rio Itanhaém	2B	5,9	7,5	7,6	7,1	7,6	6,5	6,3	6,8	6,7	6,4	6,2	6,2	6,9	6,4	6,2	6,5	6,7	6,2	6,3	7,0	7,0	7,3	7,3	7,0	6,73
Rio do Poço	3B	6,2	6,7	7,3	6,9	7,3	6,6	6,2	6,5	6,7	6,2	6,2	6,1	6,8	6,3	6,2	6,4	6,7	6,2	6,2	6,8	6,9	7,2	7,0	7,0	6,61
Rio do Poço	4B	6,0	6,2	6,9	6,7	6,7	6,4	6,0	6,3	6,6	6,1	6,1	5,8	6,5	6,2	6,0	6,3	6,6	5,8	5,9	6,7	6,5	6,8	6,6	6,8	6,35
Rio Itanhaém	5B	5,6	7,3	7,4	6,8	6,9	6,3	6,3	6,6	6,7	6,4	6,3	6,4	6,7	6,3	6,2	6,5	6,7	6,0	6,2	6,8	7,0	7,1	6,9	6,9	6,60
Rio Itanhaém	6B	5,4	6,8	7,3	6,2	6,8	6,4	6,7	6,5	6,5	6,3	6,2	6,3	6,7	6,2	6,1	6,4	6,5	6,0	6,0	6,6	6,8	7,1	6,8	6,8	6,48
Ribeirão Campininha	7B	6,2	6,5	7,2	6,4	6,8	6,7	6,8	6,5	6,4	6,2	6,1	6,2	6,6	6,2	6,0	6,4	6,4	5,7	5,8	6,4	6,6	7,0	6,7	6,7	6,44
Ribeirão Campininha	8B	6,2	6,2	7,1	6,0	6,5	6,2	6,3	6,3	6,0	6,1	6,0	5,7	6,5	6,1	5,9	6,3	6,5	5,4	5,7	6,2	6,2	6,8	6,5	6,5	6,22
rio Itanhaém	9B	5,3	6,5	7,0	5,6	6,7	6,1	6,6	6,5	6,3	6,2	6,0	6,1	6,6	6,1	6,0	6,3	6,4	6,0	5,9	6,5	6,6	6,9	6,8	6,7	6,32
rio Itanhaém	10B	5,3	6,4	7,0	5,4	6,5	7,9	6,3	6,4	6,2	6,1	5,9	6,0	6,5	6,0	5,8	6,2	6,3	5,9	5,8	6,4	6,4	6,8	6,6	6,6	6,28
rio Itanhaém	1A	8,5	8,4	8,2	8,3	8,5	7,7	8,0	8,0	8,2	8,8	8,0	8,0	8,1	8,5	8,0	7,9	8,2	8,2	8,0	8,5	8,3	8,3	8,4	8,1	8,21
rio Itanhaém	2A	8,4	8,3	8,3	8,5	8,2	7,4	7,9	7,9	7,8	8,7	7,9	7,9	8,0	8,3	7,9	7,8	8,1	8,1	7,9	8,4	8,0	8,3	8,4	8,0	8,10
rio do Poço	3A	8,3	7,9	8,1	7,6	8,1	6,9	7,8	7,6	7,7	8,5	7,8	7,9	8,0	7,8	7,8	7,7	8,0	7,9	7,9	8,4	8,0	8,2	8,3	8,0	7,93
rio do Poço	4A	7,5	7,6	8,0	7,3	7,8	6,9	7,6	6,6	7,1	8,4	7,8	7,8	7,8	7,6	7,0	7,5	7,2	7,5	7,6	8,2	7,6	8,1	8,0	7,7	7,59
rio Itanhaém	5A	8,1	7,8	8,2	7,8	8,0	7,6	7,7	7,0	7,8	8,5	7,9	7,9	7,9	7,9	7,6	7,6	7,8	8,0	7,8	8,3	7,9	8,3	8,3	7,9	7,90
rio Itanhaém	6A	7,9	7,7	8,1	7,6	7,9	7,5	6,9	6,8	7,7	8,4	7,8	7,9	7,9	7,8	7,4	7,4	7,6	7,7	7,7	8,4	7,8	8,2	8,2	7,9	7,76
Ribeirão Campininha	7A	7,3	7,5	8,0	7,2	7,5	6,6	6,8	6,7	7,2	7,9	7,8	7,8	7,8	7,4	7,3	7,3	7,4	7,6	7,4	8,3	7,6	8,0	8,2	7,8	7,52
Ribeirão Campininha	8A	7,1	7,2	8,2	6,9	7,5	6,3	6,9	6,5	6,8	7,6	7,7	7,7	7,7	7,0	7,1	7,5	7,0	7,5	7,3	8,0	7,1	7,6	8,0	7,7	7,33
rio Itanhaém	9A	7,6	7,6	8,1	7,1	7,4	7,6	7,2	6,3	7,4	8,3	7,8	7,8	7,9	7,6	7,2	7,4	7,3	7,6	7,4	8,4	7,7	7,7	8,2	7,9	7,60
rio Itanhaém	10A	7,4	7,7	7,9	7,0	7,4	7,5	7,0	6,5	7,2	8,1	7,7	7,7	7,8	7,5	7,1	7,3	7,2	7,5	7,4	8,2	7,4	7,4	7,9	7,8	7,48

A = MARÉ ALTA

B = MARÉ BAIXA

Tabela 8 - Teor de íons cloretos (mg/L) na água no estuário de Itanhaém-SP.

Local de coleta	Ponto	15-09 1996	13-10 1996	10-11 1996	08-12 1996	12-01 1997	16-02 1997	09-03 1997	13-04 1997	11-05 1997	08-06 1997	06-07 1997	03-08 1997	31-08 1997	05-10 1997	30-11 1997	04-01 1998	01-02 1998	01-03 1998	29-03 1998	26-04 1998	31-05 1998	28-06 1998	26-07 1998	23-08 1998	Méd.
rio Itanhaém	1B	8140	7920	8220	6710	6690	4280	9750	4160	3710	3470	8420	5120	9620	8870	7600	18500	7810	6560	5150	7550	6790	6560	5910	8930	7351,7
rio Itanhaém	2B	7350	7230	7550	6650	6330	3890	9250	3590	3220	3430	8330	5100	9120	8370	7580	18250	7790	6430	5140	7420	6650	6540	5870	8870	7081,3
rio do Poço	3B	7590	7450	7420	5790	6090	3690	9000	3350	2890	3410	8110	4800	8750	8250	7390	18100	7650	6210	5120	7390	6620	6390	5800	8860	6921,7
rio do Poço	4B	8660	6460	6800	4960	5960	3080	8800	3020	2770	2590	7600	4250	7100	6500	6150	15210	6130	4660	4120	6200	5400	6130	5610	7430	6062,5
rio Itanhaém	5B	6780	7390	7370	5780	5210	3670	8520	3240	2850	3450	7210	4870	8550	8120	7540	17750	7510	5920	5110	7350	6590	6470	5850	8760	6744,2
rio Itanhaém	6B	5590	5580	6620	5630	5220	3580	8320	2890	2820	3750	8050	4120	8510	8030	7520	17380	7430	5900	5020	7210	6550	6430	5815	8720	6528,5
Ribeirão Campininha	7B	7830	5930	6550	4990	4980	3210	8020	2660	2750	3010	7520	3800	7120	7810	6310	16500	6800	4860	4860	7050	6060	6190	4800	8590	6797,5
Ribeirão Campininha	8B	8750	5650	5920	3780	4700	3100	7590	2520	2290	2300	7110	2280	6160	7250	5110	15400	6160	3120	4470	6220	5090	5030	4070	7020	5674,2
Rio Itanhaém	9B	3520	4120	6170	5890	4990	3540	8020	2750	2780	3220	7820	4050	8310	7950	6530	17120	7330	5590	4930	7110	6380	6340	5770	8590	6201,0
Rio Itanhaém	10B	3210	3030	5920	4710	4870	3520	7960	2630	2510	3190	7800	3920	8260	7920	6510	17050	7190	5470	4900	7080	6290	6310	5730	8480	6019,2
Rio Itanhaém	1A	19500	21900	21300	17240	14890	13560	35500	10820	11220	17820	25370	20630	17580	16750	18950	29750	15900	20670	16550	33550	13910	16810	14750	17630	19272,9
Rio Itanhaém	2A	20190	20850	20170	17050	14780	13450	34500	10120	10910	17710	23500	20380	17370	16620	18700	28500	15810	20310	16310	32990	13850	16780	14690	17580	18880,2
rio do Poço	3A	22120	20680	19970	16570	14370	12390	32750	8900	10850	17590	23000	19000	16870	15870	18260	28200	14600	19700	16200	32700	12910	16750	14600	16900	18406,3
rio do Poço	4A	15960	18150	16670	15780	14780	11400	32500	8640	8900	16600	20500	18950	15500	12880	17200	26160	13160	18650	14300	28500	12020	14050	12550	16030	16659,6
rio Itanhaém	5A	20870	20130	20660	16760	13940	13330	34000	8830	10760	17470	19870	15750	17150	16170	18590	27900	15790	19950	15950	31970	13610	16660	14580	17410	18254,2
Rio Itanhaém	6A	20650	19590	21680	16190	14460	12980	33750	8740	9930	17290	19370	18630	16870	15930	18350	27160	15680	19780	15810	31060	13590	16610	14550	17370	18161,3
Ribeirão Campininha	7A	20720	17350	18420	15870	13350	12840	32500	8510	9510	16820	17630	17380	16200	15500	17600	27050	15010	18800	15050	30600	13030	15700	14060	16930	17351,3
Ribeirão Campininha	8A	18650	16590	17690	14120	13130	10450	31590	8450	9120	16210	16870	15500	15010	15010	17030	26420	14200	16760	14300	28120	12150	14210	13130	16330	16289,6
rio Itanhaém	9A	25120	18650	20420	15760	14420	12390	32220	8660	9750	17010	18100	18550	16650	15870	18200	27010	15550	19530	15710	29990	13380	16390	14400	17220	16747,9
rio Itanhaém	10A	18360	17130	18670	15430	14190	12130	29600	8580	9550	16810	17720	18010	16450	15630	18180	26800	15410	19460	15700	29850	13350	16120	14380	17200	17279,6

A = MARÉ ALTA

B = MARÉ BAIXA

Tabela 9 - Teor de oxigênio dissolvido (mg/L) na água no estuário de Itanhaém-SP.

Local De coleta	Ponto	15-09 1996	13-10 1996	10-11 1996	08-12 1996	12-01 1997	16-02 1997	09-03 1997	13-04 1997	11-05 1997	08-06 1997	06-07 1997	03-08 1997	31-08 1997	05-10 1997	30-11 1997	04-01 1998	01-02 1998	01-03 1998	29-03 1998	26-04 1998	31-05 1998	28-06 1998	26-07 1998	23-08 1998	Méd.
rio Itanhaém	1B	5,52	5,75	6,11	6,02	5,32	7,85	5,05	7,60	6,70	6,85	5,28	7,00	5,98	5,72	6,05	4,75	5,75	5,10	7,03	7,80	7,30	6,83	7,51	5,93	6,28
rio Itanhaém	2B	5,24	5,33	5,62	4,98	5,78	6,42	5,00	7,20	6,50	6,80	5,31	6,85	5,82	5,58	5,82	4,72	5,50	4,92	6,88	7,66	6,70	6,61	7,29	5,78	6,01
rio do Poço	3B	4,56	4,21	3,95	4,04	4,51	4,95	4,50	6,80	5,70	6,60	5,20	6,80	5,70	5,38	3,90	4,22	4,75	4,65	6,51	7,40	6,00	5,70	7,06	5,21	5,35
rio do Poço	4B	0,78	1,02	0,40	2,32	2,85	1,76	1,78	4,35	4,60	3,40	2,38	1,95	5,00	1,08	1,59	0,68	1,50	1,90	4,50	3,80	3,50	1,30	2,60	2,21	2,39
rio Itanhaém	5B	5,24	4,98	5,34	5,81	5,28	7,22	5,50	6,60	6,25	6,81	5,18	6,58	5,82	5,50	5,40	4,57	5,00	4,50	6,77	7,62	6,80	6,29	6,88	5,65	5,90
rio Itanhaém	6B	5,02	5,63	5,15	6,02	5,43	7,08	4,78	6,60	6,00	6,60	5,10	5,92	5,80	5,29	5,27	4,60	4,90	4,43	6,52	7,51	6,20	6,13	6,65	5,61	5,76
Ribeirão Campininha	7B	2,95	1,96	2,37	3,93	3,52	3,03	2,08	6,00	5,92	5,90	4,62	5,40	4,15	4,18	3,15	2,15	3,75	3,80	6,03	6,10	5,60	5,30	6,25	4,28	4,27
Ribeirão Campininha	8B	0,87	0,61	0,55	2,41	1,85	1,98	1,45	4,80	5,13	5,10	1,98	0,92	2,70	1,50	1,12	0,70	2,00	2,16	5,15	4,15	2,60	1,50	1,20	2,30	2,28
rio Itanhaém	9B	6,18	5,90	5,87	5,88	5,72	5,92	5,30	7,00	5,85	6,65	4,98	6,21	5,78	5,38	5,35	4,52	5,20	4,00	6,35	7,10	6,50	6,31	6,31	5,45	5,82
rio Itanhaém	10B	5,87	5,35	5,92	6,11	5,65	6,04	4,98	6,80	6,10	6,50	4,92	6,15	5,85	5,65	5,65	4,65	5,38	3,89	6,28	6,96	6,10	6,27	6,42	5,29	5,78
rio Itanhaém	1A	6,70	6,52	6,90	6,22	6,05	6,52	7,18	6,65	7,30	7,50	7,68	7,88	8,00	7,25	6,95	5,15	6,28	7,41	7,61	8,51	8,72	7,68	8,32	6,78	7,16
rio Itanhaém	2A	6,83	6,17	6,97	5,52	5,88	6,62	7,45	6,70	7,20	7,35	7,52	7,62	7,92	6,53	6,70	5,07	6,20	7,29	7,52	8,39	8,51	7,52	8,26	6,56	7,01
rio do Poço	3A	6,04	4,35	4,32	5,45	4,78	2,15	7,25	5,80	7,00	7,30	7,45	7,50	7,72	6,50	5,02	4,60	6,00	7,01	7,40	7,15	7,34	6,44	7,81	5,90	6,18
rio do Poço	4A	5,22	4,18	3,20	5,02	3,45	1,02	7,12	4,90	6,70	6,80	6,02	7,10	7,00	5,10	4,10	1,15	4,90	5,10	6,15	6,66	6,02	3,02	6,30	3,61	4,99
rio Itanhaém	5A	6,36	6,31	6,65	7,03	5,85	5,92	7,38	6,80	7,15	7,40	6,95	7,72	7,62	6,32	6,80	3,87	5,95	6,93	7,39	8,31	8,27	7,36	7,59	6,27	6,84
rio Itanhaém	6A	5,87	5,30	7,10	6,55	5,48	6,42	7,52	6,65	7,10	7,00	6,90	7,55	7,45	6,15	6,42	3,65	5,80	6,79	7,29	7,97	8,01	7,22	7,71	6,15	6,67
Ribeirão Campininha	7A	4,02	3,66	4,50	4,74	4,05	4,52	7,15	6,40	6,80	6,70	6,10	7,32	7,12	5,90	3,91	2,52	5,10	5,18	7,17	7,15	7,37	6,02	7,21	4,96	5,65
Ribeirão Campininha	8A	2,41	2,49	2,40	2,81	2,41	2,71	6,55	6,00	6,20	6,20	5,60	6,80	6,51	5,08	2,65	0,65	3,82	4,17	5,91	6,05	5,80	2,22	6,50	3,26	4,38
rio Itanhaém	9A	5,73	5,96	6,67	6,89	5,79	6,22	7,20	7,25	6,90	7,20	7,10	7,53	7,30	6,38	6,15	3,60	5,62	6,51	7,30	8,15	7,96	7,95	7,80	6,19	6,72
rio Itanhaém	10A	5,85	6,15	6,70	6,67	5,92	6,48	7,25	7,40	6,82	7,35	7,25	7,65	7,45	6,14	6,33	3,62	5,45	6,42	7,25	8,03	7,88	7,07	7,41	6,13	6,70

A = MARÉ ALTA

B = MARÉ BAIXA

Tabela 10 - DBO (mg/L) no estuário de Itanhaém-SP.

Local De coleta	Ponto	15-09 1996	13-10 1996	10-11 1996	08-12 1996	12-01 1997	16-02 1997	09-03 1997	13-04 1997	11-05 1997	08-06 1997	06-07 1997	03-08 1997	31-08 1997	05-10 1997	30-11 1997	04-01 1998	01-02 1998	01-03 1998	29-03 1998	26-04 1998	31-05 1998	28-06 1998	26-07 1998	23-08 1998	Méd.
rio Itanhaém	1B	12,3	15,3	13,5	12,9	14,1	13,6	13,4	12,9	13,2	12,1	13,9	12,2	14,6	15,1	13,1	16,3	13,5	14,5	12,6	13,7	14,3	15,0	13,5	12,7	13,67
rio Itanhaém	2B	40,3	45,6	42,1	36,2	41,4	48,2	41,5	45,1	37,2	42,2	44,6	41,3	40,9	43,3	41,5	36,9	45,1	42,7	43,8	40,6	44,3	47,1	42,9	40,5	42,30
rio do Poço	3B	162,4	181,9	177,6	163,5	177,5	161,6	166,5	172,1	183,1	177,1	179,3	177,9	166,1	170,7	180,1	171,0	167,9	165,1	166,6	170,0	175,9	171,5	175,5	172,6	172,22
rio do Poço	4B	202,2	211,6	191,7	156,7	198,6	207,2	192,2	212,1	201,1	195,4	172,3	204,3	207,7	215,3	194,7	228,6	206,3	189,9	207,1	197,3	216,1	191,4	196,5	184,1	199,18
rio Itanhaém	5B	50,7	55,6	51,3	52,1	53,5	60,0	56,2	59,1	61,5	53,3	51,5	54,0	59,2	62,0	51,3	52,9	50,0	51,3	55,1	57,1	52,0	50,3	55,9	53,1	54,54
rio Itanhaém	6B	65,3	60,2	57,9	65,0	66,3	61,5	62,3	66,0	70,2	61,3	71,0	60,3	61,5	65,5	71,2	73,0	60,0	62,1	65,2	63,9	69,1	62,1	66,0	62,5	64,55
Ribeirão Campininha	7B	92,6	98,7	101,0	93,1	87,6	93,4	94,7	96,3	101,3	97,2	105,0	92,1	85,	94,4	99,3	96,2	110,3	89,9	93,1	95,1	87,5	93,0	97,7	102,7	95,71
Ribeirão Campininha	8B	148,2	156,7	144,8	137,8	165,7	186,4	130,4	177,0	161,6	173,6	144,3	171,9	148,2	161,5	172,0	180,3	173,4	166,1	165,1	168,2	147,6	136,6	149,7	160,1	159,46
rio Itanhaém	9B	30,6	31,9	36,2	35,1	31,9	33,2	28,7	34,2	36,6	35,0	31,3	33,1	37,2	36,0	38,7	36,1	38,1	37,8	40,2	38,0	33,3	35,1	39,3	40,2	34,05
rio Itanhaém	10B	28,9	25,3	21,7	26,1	20,3	25,5	29,0	21,2	26,7	25,9	20,5	29,1	24,6	20,1	23,7	21,4	26,2	28,4	27,2	26,9	29,6	26,6	25,1	27,4	25,30
rio Itanhaém	1A	10,6	8,7	11,2	8,0	10,3	8,9	11,0	10,7	9,3	15,0	10,2	9,8	13,2	14,3	10,1	11,3	9,9	13,9	12,1	10,3	10,6	9,3	8,7	13,9	10,88
rio Itanhaém	2A	22,6	20,1	18,7	25,1	24,0	23,6	21,5	23,3	20,8	25,1	21,4	21,9	19,3	19,1	18,8	17,6	22,6	18,8	20,3	21,9	18,3	17,9	19,8	19,1	20,90
rio do Poço	3A	31,4	38,1	40,1	30,1	35,9	39,8	31,4	39,0	34,1	38,8	36,3	38,1	35,0	33,6	37,1	34,3	31,1	36,6	35,1	37,9	39,8	42,1	38,7	40,0	36,43
rio do Poço	4A	70,1	80,6	68,7	78,5	82,6	87,5	79,7	82,4	89,8	74,3	77,8	62,6	92,6	90,7	65,9	105,3	80,5	75,2	92,5	82,3	96,5	79,8	86,5	80,4	81,77
rio Itanhaém	5A	45,6	41,7	37,9	40,3	38,3	47,1	46,1	36,7	46,5	42,9	40,9	44,1	45,3	45,0	43,1	46,4	43,1	43,0	48,1	49,2	38,3	40,3	38,3	43,9	43,00
rio Itanhaém	6A	42,1	40,3	41,9	37,9	38,9	41,4	41,9	44,1	42,1	42,0	43,0	45,0	41,6	38,8	41,4	42,0	43,1	40,5	43,3	41,7	45,0	37,9	36,0	36,8	41,19
Ribeirão Campininha	7A	52,4	55,3	54,1	53,9	48,1	55,1	50,5	50,0	51,1	46,9	51,3	54,3	53,1	49,7	52,5	49,1	55,7	52,1	47,9	53,1	52,0	48,3	51,4	54,2	51,75
Ribeirão Campininha	8A	65,0	67,4	73,9	54,6	66,7	64,3	71,2	72,7	66,3	68,9	60,3	83,4	81,2	76,5	64,3	97,3	77,7	69,1	72,3	63,6	76,1	69,9	60,3	75,1	70,75
rio Itanhaém	9A	40,3	36,9	36,0	41,3	38,8	39,1	36,9	34,5	37,5	33,4	32,7	33,9	37,1	38,6	30,7	39,0	38,3	36,9	38,3	39,7	35,9	37,7	42,7	40,3	37,35
rio Itanhaém	10A	31,6	35,3	36,8	32,2	36,9	38,3	35,3	34,7	39,2	32,1	35,8	36,5	39,3	32,6	34,3	32,6	38,1	34,4	36,4	31,3	36,3	35,0	32,6	30,8	34,93

A = MARÉ ALTA

B = MARÉ BAIXA

Tabela 11 - DQO (mg/L) estuário de Itanhaém-SP.

Local De coleta	Ponto	15-09 1996	13-10 1996	10-11 1996	08-12 1996	12-01 1997	16-02 1997	09-03 1997	13-04 1997	11-05 1997	08-06 1997	06-07 1997	03-08 1997	31-08 1997	05-10 1997	30-11 1997	04-01 1998	01-02 1998	01-03 1998	29-03 1998	26-04 1998	31-05 1998	28-06 1998	26-07 1998	23-08 1998	Méd.
rio Itanhaém	1B	60,3	69,3	65,0	69,3	66,4	63,1	62,2	77,1	63,7	64,3	63,2	72,7	69,3	62,6	67,6	71,6	75,4	66,9	75,0	66,7	65,9	60,4	70,3	71,9	67,5
Rio Itanhaém	2B	201,5	211,5	207,3	215,0	202,6	206,5	211,3	215,7	212,3	222,6	203,4	207,9	216,6	222,1	205,0	200,3	217,0	211,3	209,7	213,7	213,0	217,6	213,4	206,3	211,0
rio do Poço	3B	1020,4	1005,3	990,7	1030,6	1031,4	1020,6	1010,1	996,4	980,3	1013,7	1000,6	1014,4	995,7	1015,9	1005,7	1015,4	1031,7	1033,6	1035,0	1025,7	1004,5	1017,4	987,3	1006,3	1011,8
rio do Poço	4B	1000,4	1020,1	983,1	1017,6	1006,3	1013,9	1017,3	1000,3	1010,2	1016,5	1019,9	991,6	1020,3	1020,6	1009,6	1004,3	1021,4	1015,5	989,0	1020,3	1008,4	1015,7	1030,3	1007,0	1010,8
rio Itanhaém	5B	303,2	287,1	315,4	300,4	282,1	292,9	301,5	305,2	310,5	321,1	313,4	312,3	393,5	295,7	329,6	282,6	316,7	303,6	331,6	307,5	296,1	320,0	302,4	301,6	309,4
rio Itanhaém	6B	381,3	394,2	385,1	383,5	403,1	386,4	393,4	372,5	388,4	378,3	391,4	385,1	399,7	380,4	386,9	398,7	377,6	410,7	371,4	375,9	370,2	394,8	400,4	395,7	387,7
Ribeirão Campininha	7B	541,3	615,7	593,2	606,1	579,7	610,3	593,2	585,1	585,4	575,1	591,2	593,2	605,9	590,3	602,4	578,1	587,1	606,7	583,5	587,2	577,2	577,1	593,9	600,3	589,9
Ribeirão Campininha	8B	903,1	871,6	896,5	896,1	915,3	911,4	905,7	893,2	890,4	903,6	909,3	898,3	911,9	887,3	915,5	910,3	915,3	900,6	888,5	880,6	878,7	910,3	851,9	917,3	898,4
rio Itanhaém	9B	153,4	142,3	158,4	150,3	161,3	169,3	164,3	147,9	154,8	140,7	155,9	150,0	162,9	153,9	154,2	165,3	143,8	160,0	160,4	157,6	151,3	152,6	166,6	160,3	155,7
rio Itanhaém	10B	146,9	148,3	155,1	159,3	158,7	160,7	157,9	161,3	149,8	151,6	159,7	153,3	151,9	158,3	156,3	151,8	152,5	155,3	150,9	152,5	155,9	140,6	157,3	155,9	154,2
rio Itanhaém	1A	51,3	40,3	38,7	51,4	45,5	48,3	52,9	43,2	52,4	38,7	54,3	55,2	55,6	36,5	45,1	60,3	45,9	52,3	46,6	55,6	47,9	56,7	53,9	44,3	48,87
rio Itanhaém	2A	110,6	103,4	115,9	107,6	100,8	118,9	115,0	109,3	99,8	118,3	115,4	117,3	103,8	93,9	114,3	110,0	98,3	94,2	95,9	96,3	105,3	113,6	101,4	106,5	106,9
rio do Poço	3A	183,7	192,4	180,3	170,2	188,3	177,7	190,4	191,5	176,3	178,4	186,4	176,5	179,6	181,4	169,9	188,1	188,6	177,6	192,4	187,5	183,4	188,3	186,1	185,9	183,4
rio do Poço	4A	353,1	343,2	340,0	361,3	376,2	355,5	339,6	352,8	354,4	361,6	361,7	362,9	352,1	365,3	355,8	361,8	363,8	354,3	356,3	361,4	354,6	353,4	352,3	351,9	356,4
rio Itanhaém	5A	270,4	271,4	283,4	291,4	283,6	284,2	280,5	268,4	275,4	275,1	299,3	283,2	281,6	290,6	296,1	285,0	275,4	273,4	284,3	284,8	293,4	288,1	278,3	294,5	283,0
rio Itanhaém	6A	253,9	261,4	255,3	252,1	261,9	266,3	265,9	261,6	266,9	266,4	261,7	266,4	254,3	260,3	264,3	263,2	262,5	259,7	252,3	269,3	271,9	253,3	253,5	258,4	260,9
Ribeirão Campininha	7A	302,5	315,9	300,7	311,6	307,6	306,8	305,9	311,7	306,8	318,7	307,6	315,5	313,9	305,7	317,4	311,6	316,5	306,6	315,6	305,9	308,8	303,1	318,4	310,0	311,7
Ribeirão Campininha	8A	351,4	363,2	355,1	343,8	353,6	366,1	362,8	358,4	355,1	359,6	352,4	364,2	366,1	360,4	362,4	350,6	361,6	369,3	355,2	358,8	357,3	361,4	359,2	368,3	359,0
Rio Itanhaém	9A	206,9	210,9	215,3	203,8	211,6	215,3	202,6	208,4	205,0	208,0	200,6	206,3	205,3	218,4	211,4	213,6	203,2	201,3	215,5	218,3	217,4	216,5	211,9	213,0	210,0
Rio Itanhaém	10A	183,9	196,3	195,4	190,3	203,6	190,4	187,4	196,5	196,3	183,2	180,4	198,7	187,9	181,6	187,0	200,2	182,4	186,3	191,2	199,3	196,4	192,4	193,2	194,3	191,0

A = MARÉ ALTA

B = MARÉ BAIXA

Tabela 12 - Teor de N-NO₃ (mg/L) no estuário de Itanhaém-SP.

Local de coleta	Ponto	15-09 1996	13-10 1996	10-11 1996	08-12 1996	12-01 1997	16-02 1997	09-03 1997	13-04 1997	11-05 1997	08-06 1997	06-07 1997	03-08 1997	31-08 1997	05-10 1997	30-11 1997	04-01 1998	01-02 1998	01-03 1998	29-03 1998	26-04 1998	31-05 1998	28-06 1998	26-07 1998	23-08 1998	Méd.
rio Itanhaém	1B	0,14	0,21	0,11	0,15	0,35	0,18	0,15	0,18	0,26	0,12	0,17	0,12	0,15	0,20	0,31	0,42	0,22	0,31	0,15	0,17	0,32	0,13	0,36	0,20	0,21
rio Itanhaém	2B	0,20	0,35	0,17	0,18	0,42	0,18	0,19	0,17	0,28	0,08	0,18	0,11	0,22	0,26	0,40	0,48	0,26	0,34	0,18	0,22	0,39	0,26	0,41	0,31	0,26
rio do Poço	3B	0,35	0,48	0,24	0,34	0,51	0,21	0,22	0,12	0,34	0,12	0,22	0,14	0,36	0,61	0,47	0,62	0,32	0,48	0,20	0,36	0,61	0,42	0,55	0,66	0,37
Rio do Poço	4B	0,62	0,71	0,31	0,48	0,97	0,36	0,25	0,23	0,48	0,40	0,43	0,23	0,41	0,74	0,62	0,84	0,48	0,61	0,33	0,52	0,93	0,53	0,71	0,82	0,54
rio Itanhaém	5B	0,21	0,33	0,20	0,22	0,43	0,16	0,12	0,11	0,21	0,10	0,15	0,15	0,16	0,31	0,36	0,43	0,55	0,30	0,12	0,20	0,31	0,20	0,27	0,23	0,24
rio Itanhaém	6B	0,18	0,31	0,16	0,17	0,40	0,17	0,15	0,12	0,23	0,11	0,13	0,17	0,13	0,30	0,32	0,47	0,31	0,36	0,14	0,23	0,25	0,18	0,31	0,27	0,23
Ribeirão Campininha	7B	0,46	0,23	0,16	0,25	0,62	0,33	0,22	0,25	0,41	0,21	0,26	0,16	0,27	0,41	0,49	0,71	0,49	0,49	0,29	0,65	0,72	0,56	0,46	0,42	0,39
Ribeirão Campininha	8B	0,50	0,42	0,22	0,38	0,84	0,39	0,25	0,33	0,58	0,26	0,33	0,30	0,32	0,52	0,72	0,98	0,57	0,71	0,36	0,82	0,99	0,68	0,72	0,53	0,53
rio Itanhaém	9B	0,25	0,26	0,15	0,16	0,31	0,21	0,10	0,10	0,26	0,13	0,11	0,17	0,19	0,15	0,22	0,44	0,31	0,37	0,15	0,15	0,23	0,15	0,23	0,15	0,20
rio Itanhaém	10B	0,06	0,17	0,09	0,10	0,19	0,15	0,09	0,13	0,23	0,12	0,10	0,09	0,18	0,13	0,26	0,45	0,11	0,21	0,14	0,12	0,20	0,11	0,17	0,16	0,15
rio Itanhaém	1A	0,03	0,08	0,08	0,17	0,26	0,11	0,08	0,11	0,15	0,09	0,07	0,05	0,09	0,16	0,20	0,30	0,15	0,22	0,06	0,13	0,21	0,08	0,18	0,15	0,13
rio Itanhaém	2A	0,11	0,15	0,07	0,18	0,27	0,12	0,08	0,12	0,11	0,08	0,13	0,08	0,06	0,17	0,15	0,33	0,19	0,26	0,09	0,15	0,26	0,15	0,21	0,11	0,15
rio do Poço	3A	0,15	0,27	0,09	0,21	0,33	0,20	0,11	0,15	0,30	0,11	0,18	0,09	0,12	0,22	0,31	0,47	0,26	0,31	0,15	0,13	0,39	0,22	0,19	0,17	0,21
rio do Poço	4A	0,18	0,34	0,15	0,38	0,48	0,25	0,15	0,18	0,35	0,16	0,24	0,18	0,31	0,36	0,42	0,59	0,31	0,36	0,27	0,32	0,62	0,27	0,35	0,26	0,31
rio Itanhaém	5A	0,09	0,13	0,10	0,21	0,31	0,13	0,07	0,11	0,12	0,10	0,15	0,27	0,10	0,17	0,35	0,35	0,17	0,35	0,13	0,16	0,23	0,45	0,15	0,12	0,19
rio Itanhaém	6A	0,11	0,14	0,05	0,	0,35	0,11	0,08	0,10	0,14	0,12	0,14	0,10	0,13	0,19	0,34	0,33	0,21	0,37	0,18	0,12	0,29	0,22	0,21	0,14	0,17
Ribeirão Campininha	7A	0,28	0,18	0,16	0,21	0,49	0,18	0,16	0,20	0,32	0,12	0,22	0,11	0,20	0,36	0,42	0,56	0,33	0,35	0,19	0,27	0,52	0,37	0,29	0,28	0,28
Ribeirão Campininha	8A	0,35	0,22	0,21	0,27	0,61	0,22	0,18	0,25	0,41	0,16	0,31	0,18	0,32	0,42	0,61	0,67	0,41	0,48	0,27	0,32	0,63	0,41	0,37	0,31	0,35
rio Itanhaém	9 A	0,23	0,12	0,15	0,22	0,32	0,15	0,05	0,12	0,17	0,07	0,18	0,10	0,15	0,21	0,25	0,28	0,22	0,23	0,15	0,11	0,32	0,14	0,11	0,15	0,17
rio Itanhaém	10A	0,21	0,13	0,09	0,23	0,38	0,13	0,02	0,10	0,18	0,09	0,20	0,13	0,11	0,17	0,15	0,24	0,14	0,20	0,11	0,10	0,26	0,16	0,09	0,12	0,15

A = MARE ALTA

B = MARE BAIXA

Tabela 13 - Teor de N-NH₄ (mg/L) no estuário de Itanhaém-SP.

Local de coleta	Ponto	15-09 1996	13-10 1996	10-11 1996	08-12 1996	12-01 1997	16-02 1997	09-03 1997	13-04 1997	11-05 1997	08-06 1997	06-07 1997	03-08 1997	31-08 1997	05-10 1997	30-11 1997	04-01 1998	01-02 1998	01-03 1998	29-03 1998	26-04 1998	31-05 1998	28-06 1998	26-07 1998	23-08 1998	Méd.
rio Itanhaém	1B	0,62	0,95	0,93	0,87	1,34	1,03	0,83	0,77	0,89	0,94	0,72	0,65	0,87	0,92	1,15	1,63	0,82	0,70	0,87	0,65	0,93	0,81	0,65	0,73	0,88
rio Itanhaém	2B	0,81	1,13	0,99	1,22	1,45	1,17	0,92	0,89	1,03	1,13	0,89	0,79	0,93	0,96	1,26	1,75	1,10	0,83	0,94	0,84	1,06	0,97	0,89	0,91	1,03
rio do Poço	3B	1,91	2,26	1,76	2,58	2,35	2,67	2,15	1,18	1,62	4,89	2,05	1,65	2,23	1,15	1,68	2,36	1,43	1,28	1,37	1,96	1,53	1,83	1,66	2,05	1,98
rio do Poço	4B	2,34	2,63	2,91	3,02	2,57	2,96	2,78	2,09	2,64	2,73	2,93	2,81	2,65	1,79	2,39	2,81	2,95	1,45	1,65	2,19	2,29	2,46	2,34	2,74	2,50
rio Itanhaém	5B	0,51	0,79	0,74	0,92	1,03	1,21	0,95	1,06	0,96	1,01	1,19	0,93	1,07	1,03	1,07	1,83	1,26	0,71	1,07	1,17	1,15	1,03	1,19	0,81	1,02
rio Itanhaém	6B	0,53	0,66	0,57	0,96	1,18	1,53	1,03	0,83	0,84	0,83	0,92	0,90	0,93	0,96	0,91	1,84	1,13	0,64	0,91	0,94	1,23	0,88	0,92	0,76	0,95
Ribeirão Campininha	7B	1,93	2,09	1,70	2,06	1,65	1,03	1,20	1,76	2,33	1,58	1,34	1,71	1,75	1,59	1,43	2,92	1,71	1,15	1,58	1,39	1,65	1,33	1,49	1,52	1,66
Ribeirão Campininha	8B	2,15	2,51	2,26	2,69	2,94	2,34	2,39	2,29	2,64	2,23	2,79	2,38	2,48	2,47	2,65	3,16	1,98	1,37	1,83	2,13	2,44	2,07	2,18	2,37	2,38
rio Itanhaém	9B	0,43	0,71	0,51	0,83	1,23	1,04	0,83	0,67	0,48	0,64	0,71	0,65	0,73	0,83	0,88	1,56	0,91	0,85	1,04	1,10	1,03	0,74	0,83	0,98	0,84
rio Itanhaém	10B	0,51	0,58	0,41	0,53	1,20	0,86	0,60	0,59	0,30	0,41	0,53	0,43	0,51	0,63	0,67	1,31	0,83	0,64	0,87	0,83	0,92	0,61	0,74	0,81	0,68
rio Itanhaém	1A	0,42	0,72	0,38	0,93	1,12	0,94	0,51	0,32	0,42	0,38	0,45	0,35	0,43	0,61	0,84	0,97	0,46	0,33	0,64	0,42	0,59	0,41	0,69	0,73	0,58
rio Itanhaém	2A	0,55	0,79	0,59	0,97	1,21	1,16	0,63	0,45	0,51	0,46	0,62	0,48	0,58	0,69	0,93	0,83	0,52	0,39	0,77	0,83	0,63	0,58	0,84	0,77	0,69
rio do Poço	3A	0,78	0,93	1,28	1,71	1,48	1,30	0,97	0,63	1,36	1,04	1,23	0,91	1,18	0,87	1,09	1,45	0,97	0,64	1,04	1,06	1,15	0,86	1,18	1,28	1,09
rio do Poço	4A	1,22	1,13	1,64	2,45	1,57	1,46	1,36	1,04	1,49	1,37	1,59	1,24	1,94	1,31	1,34	1,67	1,33	0,93	1,25	1,27	1,38	1,04	1,34	1,65	1,41
rio Itanhaém	5A	0,91	0,81	0,67	0,82	1,07	1,39	0,77	0,59	0,67	0,51	0,77	0,53	0,54	0,81	0,85	0,96	0,67	0,45	0,88	0,85	0,71	0,63	0,92	1,18	0,79
rio Itanhaém	6A	1,03	0,76	0,66	0,74	0,86	1,22	0,71	0,57	0,62	0,66	0,95	0,37	0,57	0,73	0,81	1,13	0,74	0,53	0,81	0,93	0,77	0,71	1,03	1,06	0,79
Ribeirão Campininha	7A	1,15	1,64	1,03	1,03	1,15	1,32	0,92	0,78	1,06	1,16	1,02	1,23	1,06	1,31	1,22	1,39	1,28	0,73	1,17	1,15	0,96	1,08	0,97	0,86	1,11
Ribeirão Campininha	8A	1,67	1,93	1,94	1,67	1,96	1,49	1,18	1,05	1,24	1,33	1,73	1,91	1,74	1,84	1,93	1,58	1,35	0,84	1,28	1,38	1,25	1,66	1,34	1,17	1,51
rio Itanhaém	9A	0,65	0,83	0,71	0,63	0,93	1,13	0,63	0,50	0,59	0,53	1,02	0,54	0,64	0,65	0,67	1,15	0,83	0,44	0,93	1,06	0,84	0,88	0,73	0,92	0,76
rio Itanhaém	10A	0,45	0,51	0,44	0,39	0,61	1,04	0,42	0,44	0,32	0,47	0,86	0,61	0,51	0,61	0,58	1,21	0,61	0,40	0,78	1,11	0,66	0,70	0,45	0,75	0,62

A = MARÉ ALTA

B = MARÉ BAIXA

Tabela 14 - Teor de P-PO₄ (mg/L) no estuário de Itanhaém-SP.

Local de coleta	Ponto	15-09 1996	13-10 1996	10-11 1996	08-12 1996	12-01 1997	16-02 1997	09-03 1997	13-04 1997	11-05 1997	08-06 1997	06-07 1997	03-08 1997	31-08 1997	05-10 1997	30-11 1997	04-01 1998	01-02 1998	01-03 1998	29-03 1998	26-04 1998	31-05 1998	28-06 1998	26-07 1998	23-08 1998	Méd.
rio Itanhaém	1B	0,83	0,94	0,85	0,74	0,71	0,68	0,82	0,77	0,85	0,81	0,96	0,73	0,78	0,74	0,86	0,98	0,91	0,85	0,80	0,73	0,84	0,89	0,85	0,76	0,82
rio Itanhaém	2B	1,02	10,5	0,96	0,87	0,88	0,81	0,96	0,94	0,99	1,06	1,15	0,93	0,96	0,95	0,93	1,17	0,96	0,94	0,95	0,91	0,98	0,94	0,99	0,87	0,96
rio do Poço	3B	1,32	1,15	1,10	1,53	1,36	1,17	1,12	1,23	1,17	1,20	1,51	1,10	1,21	1,11	1,26	2,19	1,93	1,27	1,23	1,10	1,12	1,23	1,36	1,17	1,29
rio do Poço	4B	1,49	1,36	1,25	1,81	1,55	1,44	1,39	1,48	1,28	1,36	1,69	1,42	1,37	1,27	1,48	2,36	2,01	1,53	1,38	1,26	1,34	1,29	1,42	1,33	1,48
rio Itanhaém	5B	1,08	0,67	0,93	0,77	0,87	0,75	0,79	0,68	0,83	0,78	0,81	0,83	0,90	0,64	0,70	0,83	0,74	0,81	0,61	0,85	0,77	0,92	1,13	0,91	0,81
rio Itanhaém	6B	0,97	0,52	0,95	0,81	0,71	0,85	0,84	0,75	0,61	0,81	0,96	0,74	0,87	0,80	0,82	0,74	0,66	0,75	0,84	0,69	0,61	0,71	0,96	0,65	0,77
Ribeirão Campininha	7B	1,84	1,64	1,25	1,17	1,59	1,28	1,57	1,17	1,21	1,13	1,42	1,15	1,18	1,25	1,33	2,15	1,97	1,53	1,17	1,13	1,15	1,26	1,48	1,19	1,38
Ribeirão Campininha	8B	1,93	1,70	1,59	1,42	1,72	1,66	1,71	1,61	1,46	1,37	1,84	1,38	1,34	1,39	1,48	2,48	2,10	1,78	1,34	1,26	1,24	1,37	1,61	1,27	1,58
rio Itanhaém	9B	0,41	0,48	0,41	0,46	0,55	0,43	0,52	0,61	0,55	0,51	0,45	0,47	0,61	0,57	0,43	1,18	1,03	0,94	0,98	0,43	0,48	0,54	0,82	0,78	0,60
rio Itanhaém	10B	0,56	0,41	0,35	0,58	0,43	0,25	0,36	0,27	0,35	0,38	0,46	0,33	0,22	0,48	0,31	0,85	0,93	0,82	0,78	0,32	0,36	0,32	0,67	0,53	0,47
rio Itanhaém	1A	0,30	0,66	0,61	0,39	0,48	0,33	0,37	0,31	0,42	0,49	0,52	0,41	0,36	0,31	0,52	0,64	0,52	0,62	0,66	0,41	0,45	0,53	0,41	0,48	0,46
rio Itanhaém	2A	0,26	0,82	0,58	0,42	0,32	0,45	0,36	0,42	0,48	0,53	0,66	0,69	0,45	0,48	0,59	0,81	0,71	0,78	0,81	0,58	0,61	0,49	0,36	0,37	0,54
rio do Poço	3A	0,61	0,52	0,60	0,82	0,71	0,75	0,63	0,59	0,68	0,74	0,93	0,71	0,78	0,62	0,71	1,37	1,15	0,91	0,72	0,76	0,70	0,78	1,06	0,70	0,77
rio do Poço	4A	0,94	0,69	0,73	0,91	0,98	0,81	0,85	0,80	0,95	0,89	1,07	0,97	0,82	0,81	0,93	1,85	1,54	1,03	0,95	0,83	0,81	0,84	1,19	0,76	0,95
rio Itanhaém	5A	0,42	0,43	0,47	0,56	0,50	0,48	0,41	0,47	0,45	0,53	0,61	0,53	0,51	0,57	0,43	0,83	0,72	0,53	0,57	0,41	0,54	0,63	0,52	0,52	0,52
rio Itanhaém	6A	0,56	0,57	0,52	0,49	0,41	0,53	0,54	0,51	0,53	0,61	0,66	0,68	0,77	0,46	0,36	0,62	0,61	0,44	0,31	0,39	0,67	0,54	0,55	0,69	0,54
Ribeirão Campininha	7A	0,82	0,71	0,42	0,50	0,67	0,49	0,56	0,52	0,55	0,66	0,75	0,74	0,61	0,54	0,78	0,97	1,12	0,80	0,68	0,72	0,86	0,66	0,89	0,82	0,70
Ribeirão Campininha	8A	1,06	0,84	0,59	0,66	0,82	0,71	0,69	0,66	0,61	0,69	0,93	0,96	0,95	0,79	0,86	1,06	1,17	0,94	0,74	0,81	0,85	0,74	0,91	0,93	0,83
rio Itanhaém	9A	0,52	0,43	0,41	0,44	0,51	0,48	0,44	0,47	0,47	0,53	0,54	0,44	0,53	0,57	0,52	0,71	0,84	0,51	0,49	0,36	0,53	0,42	0,46	0,50	0,50
rio Itanhaém	10A	0,41	0,48	0,33	0,39	0,42	0,32	0,35	0,34	0,40	0,47	0,36	0,32	0,42	0,59	0,37	0,57	0,62	0,37	0,35	0,32	0,38	0,31	0,38	0,32	0,39

A = MARÉ ALTA

B = MARÉ BAIXA

Tabela 15 - Dados de Coliformes Fecais/100mL de água, no estuário de Itanhaém-SP.

Local De coleta	Ponto	15-09 1996	13-10 1996	10-11 1996	08-12 1996	12-01 1997	16-02 1997	09-03 1997	13-04 1997	11-05 1997	08-06 1997	06-07 1997	03-08 1997	31-08 1997	05-10 1997	30-11 1997	04-01 1998	01-02 1998	01-03 1998	29-03 1998	26-04 1998	31-05 1998	28-06 1998	26-07 1998	23-08 1998	Méd.
rio Itanhaém	1B	5.10 ²	3.10 ³	2.10 ²	5.10 ³	2.10 ³	3.10 ³	2.10 ³	2,1.10 ³	5.10 ³	3.10 ²	4.10 ²	2.10 ²	3.10 ²	6.10 ²	8.10 ²	4,5.10 ²	2.10 ²	7.10 ²	2.10 ²	1,0x10 ²	3.10 ²	4.10 ²	2.10 ²	4.10 ²	1.10 ³
rio Itanhaém	2B	8.10 ²	6.10 ³	3.10 ²	5,5.10 ³	6.10 ³	4.10 ³	5,5.10 ³	3.10 ³	7.10 ³	6,5.10 ²	5.10 ²	3.10 ²	7.10 ²	7.10 ²	9,5.10 ²	6.10 ²	3,5.10 ²	8.10 ²	5.10 ²	3.10 ²	5,5.10 ²	3.10 ²	5.10 ²	3.10 ²	1,9.10 ³
rio do Poço	3B	7x10 ⁴	1,4x10 ⁵	5,0x10 ³	7x10 ⁴	1,4x10 ⁵	1,7x10 ⁵	1,3x10 ⁵	2,3x10 ³	2.10 ⁵	1,2.10 ³	1,3.10 ⁴	1,7.10 ³	1,8.10 ²	4.10 ²	5.10 ³	7.10 ⁴	6.10 ³	9.10 ³	5.10 ³	1,3.10 ²	5.10 ³	2,2.10 ³	4.10 ³	6.10 ³	5.10 ⁴
rio do Poço	4B	6.10 ³	7,5.10 ³	1,0.10 ⁴	2.10 ³	8.10 ³	5.10 ²	4.10 ³	6.10 ³	7.10 ³	1,0.10 ⁴	6.10 ⁴	7.10 ³	5.10 ³	8.10 ³	8,1.10 ³	1.10 ³	1.10 ⁴	1,2.10 ⁴	8,5.10 ³	6.10 ³	8,5.10 ³	5.10 ³	9.10 ³	8.10 ³	1,7.10 ³
rio Itanhaém	5B	6,5.10 ²	7,0.10 ²	1,3.10 ³	2,8.10 ³	7.10 ²	5,5.10 ²	3,4.10 ⁴	6,1.10 ³	7,2.10 ³	1,4.10 ²	6,2.10 ³	7,5.10 ³	4,3.10 ³	6,8.10 ³	7.10 ³	1,2.10 ³	1,5.10 ⁴	2.10 ²	5.10 ³	7.10 ²	7.10 ³	6.10 ³	8,5.10 ³	3.10 ³	3.10 ⁴
rio Itanhaém	6B	6.10 ²	4.10 ³	6.10 ⁴	8.10 ³	7.10 ²	9.10 ²	3.10 ⁴	8.10 ³	7.10 ²	6.10 ²	6.10 ³	9.10 ³	8.10 ⁴	9.10 ³	7,5.10 ³	5.10 ²	7.10 ³	8.10 ²	9.10 ³	5.10 ²	8.10 ²	6.10 ³	9.10 ²	2.10 ³	5,7.10 ³
Ribeirão Campininha	7B	1,7x10 ³	1,8x10 ³	1,3x10 ³	1,7x10 ³	1,6x10 ³	2,6x10 ³	5,0x10 ³	1,7x10 ³	2,1x10 ³	5.10 ³	2,4.10 ³	2,8.10 ³	2,6.10 ³	9.10 ³	6,5.10 ⁴	1,1.10 ³	5.10 ³	6.10 ⁴	8.10 ³	2,2.10 ²	1.10 ³	6.10 ⁴	2,2.10 ³	5.10 ³	1,4.10 ³
Ribeirão Campininha	8B	8.10 ⁵	5.10 ⁵	4,1.10 ³	8.10 ⁵	6.10 ⁵	9.10 ³	9,5.10 ⁵	7.10 ⁵	9.10 ⁵	9.10 ³	8.10 ⁵	6.10 ³	9.10 ³	5.10 ⁴	9.10 ⁴	5.10 ³	1,1.10 ⁴	9.10 ⁴	5.10 ⁴	6.10 ³	8.10 ³	9,5.10 ⁴	6.10 ³	8.10 ³	3,6.10 ³
rio Itanhaém	9B	5.10 ²	7.10 ³	4.10 ³	3.10 ³	6.10 ²	8.10 ²	2.10 ⁴	5.10 ³	6.10 ³	3.10 ²	4.10 ³	5.10 ³	7.10 ³	7,5.10 ³	5.10 ³	4.10 ³	3,5.10 ³	4.10 ²	5.10 ³	5,5.10 ²	5.10 ²	2,5.10 ³	6.10 ²	3.10 ³	4.10 ³
rio Itanhaém	10B	3.10 ²	2,1.10 ³	2,3.10 ³	1,1.10 ⁵	2,5.10 ²	5,0.10 ²	8.10 ⁵	2,2.10 ³	1,8.10 ⁵	2.10 ²	1,6.10 ³	3.10 ³	5.10 ³	7.10 ³	3.10 ³	1,8.10 ³	3.10 ³	2,5.10 ²	3.10 ³	3.10 ²	3.10 ²	1.10 ³	4.10 ²	1.10 ³	5,6.10 ⁴
rio Itanhaém	1A	9.10 ¹	4.10 ¹	3,5.10 ¹	6.10 ¹	9,5.10 ¹	6.10 ¹	4.10 ¹	6.10 ¹	4.10 ¹	3.10 ¹	9,5.10 ¹	2.10 ¹	5.10 ¹	3.10 ¹	2.10 ¹	3.10 ¹	9.10 ¹	3.10 ¹	5.10 ¹	4.10 ¹	6.10 ¹	7.10 ¹	2.10 ¹	5.10 ¹	5,0.10 ¹
rio Itanhaém	2A	8.10 ¹	5.10 ¹	4.10 ¹	3.10 ¹	6.10 ¹	7,5.10 ¹	3.10 ¹	4.10 ¹	3.10 ¹	5,5.10 ¹	7.10 ¹	2,5.10 ¹	4.10 ¹	3,5.10 ¹	3.10 ¹	5.10 ¹	7.10 ¹	2,0.10 ¹	4.10 ¹	6.10 ¹	5,5.10 ¹	4.10 ¹	3.10 ¹	6.10 ¹	5,0.10 ¹
rio do Poço	3A	1.10 ³	5.10 ⁴	8.10 ²	2.10 ³	11.10 ⁴	1,2.10 ³	4,5.10 ⁴	1,3.10 ³	1,2.10 ⁵	3.10 ²	1.10 ³	1,0.10 ²	1,0.10 ²	9.10 ²	1,5.10 ³	2.10 ³	3,3.10 ²	5.10 ²	1.10 ³	1,6.10 ²	3.10 ²	1,1.10 ³	1,4.10 ²	2.10 ²	1,0.10 ⁴
rio do Poço	4A	1,7x10 ³	7,5x10 ⁴	1,3x10 ³	2,8x10 ³	1,4x10 ⁴	1,4x10 ³	5x10 ⁴	1,7x10 ⁴	1,5x10 ³	7.10 ²	4.10 ³	1,1.10 ²	1,3x10 ²	1,1x10 ³	4.10 ³	2,7.10 ³	4.10 ²	6.10 ²	1,3.10 ³	2.10 ²	6.10 ²	1,6.10 ³	2.10 ²	2,7.10 ²	7,6.10 ³
rio Itanhaém	5A	6.10 ²	5.10 ²	8.10 ²	3.10 ²	6.10 ²	9.10 ¹	4.10 ³	8.10 ²	4.10 ²	6.10 ¹	8.10 ²	7.10 ²	8.10 ²	6.10 ²	5.10 ²	4,5.10 ²	5.10 ²	4.10 ²	8.10 ²	4.10 ¹	8.10 ²	3.10 ²	6.10 ¹	1x10 ²	6.10 ²
rio Itanhaém	6A	5.10 ¹	9.10 ²	4.10 ²	5.10 ²	3.10 ²	5.10 ¹	2.10 ³	5.10 ²	3.10 ²	2.10 ¹	7.10 ²	5.10 ²	6.10 ²	5,5.10 ²	6.10 ²	3.10 ²	9.10 ²	9,5.10 ²	6.10 ²	3.10 ¹	7.10 ¹	9.10 ¹	7.10 ¹	5.10 ¹	4,6.10 ²
Ribeirão Campininha	7A	3x10 ³	4,3x10 ⁴	1,1x10 ²	8,0x10 ⁴	1,8x10 ⁴	2,8x10 ⁴	9x10 ⁴	1,7x10 ⁴	2x10 ⁴	3.10 ²	1,4.10 ³	7.10 ²	2,8.10 ²	8.10 ²	3.10 ³	2,2.10 ²	2,5.10 ²	5,5.10 ²	7.10 ²	5.10 ²	1,7.10 ²	2,1.10 ³	1,9.10 ²	4,5.10 ²	2,5.10 ⁴
Ribeirão Campininha	8A	3,8.10 ³	5.10 ⁴	2.10 ²	8,5.10 ⁴	2,2.10 ⁴	3,5.10 ⁴	9,3.10 ⁴	2,5.10 ⁴	3.10 ⁴	5,5.10 ²	2.10 ⁴	7,5.10 ²	3,2.10 ²	9,5.10 ²	3,6.10 ³	2,6.10 ²	3,1.10 ²	6,1.10 ³	9.10 ²	7,1.10 ¹	3.10 ²	3,1.10 ³	2,7.10 ²	6.10 ²	1,6.10 ⁴
rio Itanhaém	9 A	3.10 ²	2.10 ³	1x10 ²	6.10 ²	3.10 ²	4.10 ¹	4x10 ²	3.10 ²	4.10 ²	8.10 ¹	3.10 ²	5.10 ²	5.10 ²	7.10 ²	8,5.10 ²	2,1.10 ²	3.10 ²	2.10 ²	9,5.10 ²	4.10 ¹	5.10 ²	8.10 ²	9,5.10 ¹	6,2.10 ¹	4,4.10 ²
rio Itanhaém	10 A	1,7x10 ²	1,1x10 ³	1,1x10 ²	3,0x10 ³	2,1x10 ²	2,2x10 ²	2,3x10 ²	2,6.10 ²	1,7x10 ²	5.10 ¹	2,4.10 ²	3.10 ²	1,7.10 ²	4.10 ²	8.10 ²	1,1.10 ²	7.10 ²	1,0.10 ²	9.10 ²	3.10 ¹	1,4.10 ²	4.10 ²	9.10 ¹	4.10 ¹	4,2.10 ²

A = MARÉ ALTA

B = MARÉ BAIXA

Tabela 16 - Dados de Coliformes Totais/100mL de água no estuário de Itanhaém-SP.

Local de coleta	Ponto	15-09 1996	13-10 1996	10-11 1996	08-12 1996	12-01 1997	16-02 1997	09-03 1997	13-04 1997	11-05 1997	08-06 1997	06-07 1997	03-08 1997	31-08 1997	05-10 1997	30-11 1997	04-01 1998	01-02 1998	01-03 1998	29-03 1998	26-04 1998	31-05 1998	28-06 1998	26-07 1998	23-08 1998	Méd.
rio Itanhaém	1B	6.10 ⁴	3.10 ⁴	9.10 ³	8.10 ³	5.10 ⁴	9.10 ⁴	6.10 ⁴	5,5.10 ⁴	8.10 ³	5,1.10 ⁴	6.10 ⁴	9.10 ³	5.10 ³	4.10 ³	6.10 ³	8.10 ⁴	6.10 ³	4.10 ⁴	5.10 ³	2.10 ²	4.10 ³	5.10 ³	3.10 ³	6.10 ³	2,7.10 ⁴
rio Itanhaém	2B	3.10 ⁴	4,5.10 ³	5.10 ⁴	2.10 ⁴	3,3.10 ³	4.10 ⁴	8.10 ⁴	2.10 ⁴	3,1.10 ⁴	8.10 ⁴	8.10 ⁴	8.10 ³	1.10 ⁴	1,5.10 ⁴	3.10 ⁴	5.10 ⁴	9.10 ³	8.10 ⁴	8.10 ³	6.10 ²	9.10 ³	8.10 ³	5.10 ³	5,5.10 ³	2,8.10 ⁴
rio do Poço	3B	1,7x10 ⁵	3,3x10 ⁵	1,3x10 ⁴	8.10 ⁴	1,8.10 ⁶	2,3.10 ⁶	8.10 ⁵	1,3x10 ⁶	2,3.10 ⁵	5.10 ⁴	1,3.10 ⁴	8.10 ⁴	2,3.10 ⁴	1,7.10 ⁵	4.10 ⁵	9.10 ³	6.10 ⁵	7,5.10 ³	2,4.10 ⁴	3.10 ³	2,3.10 ⁴	4.10 ⁴	5.10 ⁴	5,5.10 ⁴	4.10 ⁵
rio do Poço	4B	6.10 ⁶	2.10 ⁶	4.10 ³	5.10 ⁵	3.10 ⁷	5.10 ⁶	1.10 ⁶	4.10 ⁶	5.10 ⁵	9.10 ⁴	4.10 ⁴	9.10 ⁴	5.10 ⁴	6.10 ⁵	8.10 ⁵	1.10 ⁶	1.10 ⁶	4.10 ⁶	9.10 ³	4.10 ⁴	9.10 ⁴	8.10 ⁴	9.10 ⁴	8.10 ⁴	2,4.10 ⁶
rio Itanhaém	5B	1.10 ⁴	5.10 ⁴	5,5.10 ⁴	9.10 ³	3.10 ⁴	8.10 ⁴	7,1.10 ⁴	4.10 ⁴	6.10 ⁴	5,5.10 ⁴	9.10 ⁴	8.10 ⁴	2.10 ⁴	5.10 ⁴	6.10 ⁴	4.10 ⁴	6.10 ⁴	2.10 ⁴	1.10 ⁴	6.10 ⁴	3.10 ⁴	2.10 ⁴	3.10 ⁴	5,5.10 ⁴	5.10 ⁴
rio Itanhaém	6B	3.10 ³	2.10 ⁴	1.10 ⁴	3.10 ⁴	2.10 ⁴	5.10 ⁴	2.10 ⁴	1.10 ⁴	2.10 ⁴	3.10 ³	8.10 ³	7.10 ⁴	3.10 ³	5.10 ⁴	1,7.10 ⁴	2.10 ⁴	3,3.10 ⁴	4.10 ⁴	3.10 ⁴	5.10 ⁴	2,5.10 ⁴	4,4.10 ⁴	4.10 ⁴	2.10 ⁴	5.10 ⁴
Ribeirão Campininha	7B	2,8.10 ³	3,4.10 ³	2,4.10 ⁵	2,2.10 ⁵	2,6.10 ⁵	4.10 ³	6.10 ⁵	5.10 ⁵	1,7.10 ⁵	3.10 ⁴	2,4.10 ³	2,2.10 ⁴	4.10 ⁴	7.10 ⁴	6.10 ⁵	6.10 ⁶	4.10 ⁵	3.10 ⁵	2,2.10 ⁵	2,3.10 ³	5,6.10 ⁴	9.10 ⁴	7.10 ⁴	4.10 ⁴	4,6.10 ⁵
Ribeirão Campininha	8B	1.10 ⁶	9.10 ⁵	8.10 ⁵	6.10 ⁵	9.10 ⁵	2.10 ⁵	3.10 ⁶	9,5.10 ³	8.10 ⁵	2.10 ⁵	3.10 ⁶	2.10 ⁵	8.10 ⁵	2.10 ⁶	5.10 ⁶	8.10 ⁶	9.10 ⁵	4.10 ⁶	5.10 ⁵	6.10 ³	7.10 ⁴	1,3.10 ⁵	2.10 ⁵	2.10 ⁵	1,4.10 ⁶
rio Itanhaém	9B	3.10 ³	6.10 ³	4,2.10 ⁴	2.10 ⁴	3.10 ⁴	8.10 ³	2.10 ⁴	8.10 ⁴	5.10 ³	3.10 ³	5.10 ³	1.10 ⁴	3.10 ³	4.10 ⁴	3,2.10 ⁴	5.10 ⁴	2.10 ⁴	3.10 ⁴	2.10 ⁴	2.10 ³	2.10 ⁴	9.10 ³	8.10 ³	1.10 ⁴	2.10 ⁴
rio Itanhaém	10B	9x10 ²	3.10 ³	9.10 ³	7.10 ³	2,6x10 ³	3,4x10 ³	9.10 ³	4.10 ³	2,2.10 ³	6.10 ²	1,8.10 ³	7.10 ³	9.10 ³	8.10 ³	6.10 ³	2,5.10 ⁴	9.10 ³	5.10 ³	8.10 ³	5.10 ²	7.10 ³	3.10 ³	4.10 ³	7.10 ³	5,9.10 ³
rio Itanhaém	1A	1.10 ²	3.10 ²	1,2.10 ²	2.10 ²	2,2.10 ²	5.10 ²	4,1.10 ¹	3.10 ²	2.10 ²	2,2.10 ¹	1,5.10 ²	1,8.10 ¹	2,8.10 ²	1,4.10 ²	1,1.10 ²	1,8.10 ²	2,5.10 ²	3,1.10 ²	2.10 ²	4.10 ²	2,6.10 ²	4.10 ²	2,5.10 ²	3.10 ²	2,2.10 ²
rio Itanhaém	2A	3.10 ²	6.10 ²	3.10 ²	4,5.10 ²	4,6.10 ²	1.10 ³	2.10 ¹	8.10 ¹	3,5.10 ²	5.10 ²	7.10 ²	6.10 ²	7.10 ²	5.10 ²	4.10 ²	6.10 ²	7.10 ²	5.10 ²	4,5.10 ²	9.10 ²	7.10 ²	9.10 ²	6.10 ²	9.10 ²	5,5.10 ²
rio do Poço	3A	5.10 ³	9.10 ⁴	9.10 ³	1,4.10 ⁴	3,3.10 ⁴	1,1.10 ⁴	2,2.10 ⁵	5.10 ⁵	1,7.10 ⁴	4.10 ²	2,3.10 ³	1,4.10 ³	1,1.10 ⁴	2,4.10 ⁴	9.10 ⁴	6.10 ⁴	5.10 ⁴	7.10 ³	5.10 ³	2,8.10 ³	1,7.10 ³	5,5.10 ³	3.10 ³	8.10 ³	5.10 ⁴
rio do Poço	4A	3.10 ⁴	1.10 ⁵	2.10 ⁴	8.10 ⁴	9.10 ⁴	6.10 ⁴	7.10 ⁵	2.10 ⁶	8.10 ⁴	3.10 ³	7.10 ³	8.10 ³	6.10 ⁴	8.10 ⁴	3.10 ⁵	1.10 ⁵	9.10 ⁴	2.10 ⁴	9.10 ³	1.10 ⁴	8.10 ³	2.10 ⁴	9.10 ⁴	2.10 ⁴	1,6.10 ⁵
rio Itanhaém	5A	5.10 ³	9.10 ³	3,3.10 ³	2,1.10 ³	8.10 ³	5.10 ³	4,7.10 ³	5,6.10 ³	7.10 ³	7,2.10 ²	9.10 ²	2.10 ³	3,3.10 ³	4.10 ³	2,5.10 ³	2.10 ³	4,2.10 ³	4,5.10 ³	2.10 ³	6.10 ³	3,1.10 ³	4.10 ³	2.10 ³	1.10 ³	3,8.10 ³
rio Itanhaém	6A	2.10 ²	4.10 ³	6.10 ²	6.10 ²	4.10 ²	9.10 ²	3.10 ²	8.10 ²	5.10 ²	2.10 ²	1.10 ²	4.10 ²	2.10 ²	3.10 ²	5.10 ²	6.10 ²	8.10 ²	9.10 ²	7.10 ²	3.10 ²	2.10 ²	5.10 ²	1.10 ²	4.10 ²	6x10 ²
Ribeirão Campininha	7A	1,1.10 ⁴	5.10 ⁴	1,4.10 ⁴	9.10 ⁴	2,2.10 ⁴	3,4.10 ⁴	1,4.10 ⁵	9.10 ⁴	1,3.10 ⁴	6.10 ³	5.10 ³	1,4.10 ³	3,5.10 ³	5.10 ³	4.10 ⁴	4,2.10 ³	5.10 ⁴	3.10 ⁴	2,4.10 ³	6.10 ²	5.10 ³	2.10 ³	5.10 ³	3,5.10 ³	4,4.10 ⁴
Ribeirão Campininha	8A	9x10 ³	7.10 ³	4.10 ³	6.10 ³	8.10 ³	5,5.10 ³	8.10 ³	5.10 ³	8.10 ³	5.10 ³	3.10 ³	4.10 ³	7.10 ³	6.10 ³	5.10 ³	9.10 ³	4.10 ³	3.10 ³	6,1.10 ³	5.10 ³	9.10 ³	7.10 ³	3.10 ³	8.10 ³	6.10 ³
Rio Itanhaém	9A	5x10 ³	1x10 ³	2.10 ³	1.10 ³	2.10 ³	1.10 ³	4.10 ³	3.10 ³	6.10 ³	6.10 ²	2.10 ³	3.10 ³	4.10 ³	3.10 ³	2.10 ³	5.10 ³	3.10 ³	2.10 ³	2.10 ³	2.10 ³	4.10 ³	2,5.10 ³	1.10 ³	2.10 ³	2,6.10 ³
Rio Itanhaém	10A	3,3.10 ²	2,2.10 ³	1,7.10 ³	1,4.10 ³	2,9.10 ²	8.10 ²	7.10 ³	2,3.10 ³	2,6.10 ³	8.10 ¹	1,1.10 ³	2.10 ³	2.10 ³	1,4.10 ³	1.10 ³	3.10 ³	2.10 ³	6.10 ²	5.10 ³	1.10 ²	6.10 ²	6.10 ²	9.10 ²	4.10 ²	1,6.10 ³

A = MARÉ ALTA

B = MARÉ BAIXA

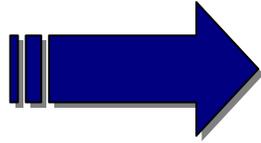
Tabela 17 – Média dos parâmetros sedimentológicos obtidos superficialmente nas estações de coleta no estuário de Itanhaém-SP.

AMOSTRAS	% Argila (<0,002mm)	% Silte fino (0,02-0,002mm)	% Silte grosso (0,05-0,02mm)	% Areia fina (0,2-0,05mm)	% Areia grossa (2,00 –0,2mm)	Areia total (%)	Matéria Orgânica (%)
1.1	18	11	22	49	0	49	37
1.2	16	12	24	48	0	48	28
1.3	15	13	25	47	0	47	27
2.1	18	11	23	48	0	48	34
2.2	17	13	25	45	0	45	30
2.3	15	13	26	46	0	46	27
3.1	18	11	24	47	0	47	20
3.2	17	12	24	47	0	47	17
3.3	15	14	25	46	0	46	15

Tabela 18 - Número de plântulas com diâmetro $\leq 2,5$ cm demarcadas em 11/08/1996.

ESTAÇÃO DE COLETA	11/08/1996	17/08/1997	09/08/1998
1.1	22	17	15
1.2	23	20	16
1.3	28	21	17
2.1	21	18	16
2.2	22	17	16
2.3	15	13	18
3.1	14	10	8
3.2	16	12	10
3.3	15	12	11

Clique na seta para ir ao próximo arquivo!!!



APÊNDICES

PRINCIPAIS ORGANISMOS ENCONTRADOS NO ESTUÁRIO DE ITANHAÉM - SP

Aratú



Chama-Maré



Craça



Caranguejo Uçá



Mexilhão



Litorina



Camarão



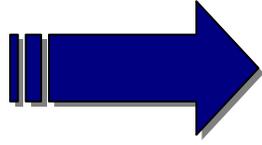
Ostra



Tereço



Clique na seta para ir ao próximo arquivo!!!



PRINCIPAIS PEIXES ENCONTRADOS NO ESTUÁRIO DE ITANHAÉM - SP

Bagre



Baiacú



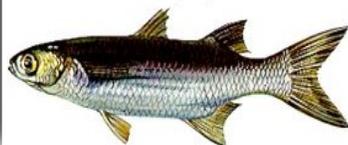
Carapeba



Caratinga



Parati



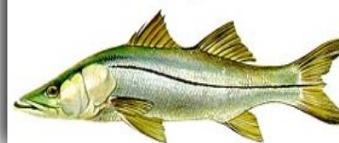
Manjuba



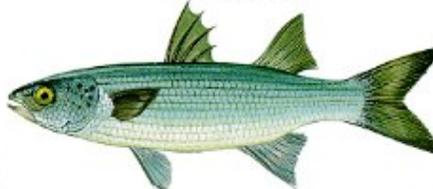
Pescada



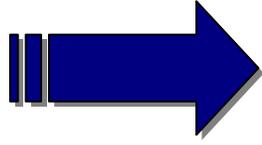
Robalo



Tainha



Clique na seta para ir ao próximo arquivo!!!



PRINCIPAIS AVES ENCONTRADAS NO ESTUÁRIO DE ITANHAÉM - SP

Anú Preto



Beija-Flor



Biguã



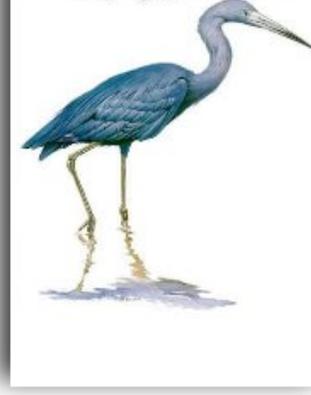
Carçarã



Colhereiro



Garça Azul



Gavião da Restinga



Guará



VEGETAÇÃO PRESENTE NO ESTUÁRIO DE ITANHAÉM - SP

Hibiscus



Plântula



Plântula



Spartina



Jerivã



Mangue



Segundo CONAMA/1986, a qualidade de ÁGUAS SALOBRAS para recreação deve seguir os seguintes critérios:

Art. 10 - Para as águas de Classe 7, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

- a) DBO5 dias a 20° C até 5 mg/L O₂
- b) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂
- c) pH: 6,5 a 8,5
- d) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- e) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;
- f) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- g) substâncias que formem depósitos objetáveis: virtualmente ausentes;
- h) coliformes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecido o art. 26 desta Resolução. Para o uso de criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas á alimentação humana e que serão ingeridas cruas, não deverá ser excedido uma concentração média de 14 coliformes fecais por 100 mililitros com não mais de 10% das amostras excedendo 43 coliformes fecais por 100 mililitros. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais, colhidas em qualquer mês; no caso de não haver na região, meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice limite será de até 5.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais, colhidas em qualquer mês.
- i) substâncias potencialmente prejudiciais (teores máximos):

Amônia não ionizável: 0,4 mg/l NH₃

Arsênio: 0,05 mg/L As

Cádmio: 0,005 mg/l Cd

Cianetos: 0,005 mg/l CN

Chumbo: 0,01 mg/l Pb

Cobre: 0,05 mg/l Cu

Cromo Hexavalente: 0,05 mg/l Cr

Índice de fenóis: 0,001 mg/l C₆H₅OH

Fluoretos: 1,4 mg/l F

Mercúrio: 0,0001 mg/l Hg

Níquel: 0,1 mg/l Ni

Sulfetos como H₂S: 0,002 mg/l S

Zinco: 0,17 mg/l Zn

Aldrin: 0,003 ug/l

Clordano: 0,004 ug/l

DDT: 0,001 ug/l

Demeton: 0,1 ug/l

Dieldrin: 0,003 ug/l

Endrin: 0,004 ug/l

Endossulfan: 0,034 ug/l

Epóxido de heptacloro: 0,001 ug/l

Gution: 0,01 ug/l

Heptacloro: 0,001 ug/l

Lindano (gama-BHC): 0,004 ug/l

Malation: 0,1 ug/l

Metoxicloro: 0,03 ug/l

Dodecacloro+Nonacloro: 0,001 ug/l

Paration: 0,04 ug/l

Toxafeno: 0,005 ug/l

Compostos organofosforados e carbamatos totais: 10,0 ug/l em Paration

2,4 - D: 10,0 ug/l

2,4,5 - T: 10,0 ug/l

2,4,5 - TP: 10,0 ug/l

Art. 11 - Para as águas de Classe 8, são estabelecidos os limites ou condições seguintes:

a) pH: 5 a 9

b) OD, em qualquer amostra, não inferior a 3,0 mg/L O₂

c) óleos e graxas: toleram-se iridicências;

d) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;

e) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes.

f) substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

g) coliformes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes fecais por 100 ml em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês; no caso de não haver, na região, meios disponíveis para o exame de coliformes fecais, o índice será de 20.000 coliformes totais por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês.

Art. 12 - Os padrões de qualidade das águas estabelecidos nesta Resolução constituem-se em limites individuais para cada substância. Considerando eventuais ações sinérgicas entre as mesmas, estas ou outras não especificadas, Não poderão conferir às águas características capazes de causarem efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida.

Parágrafo 1º - As substâncias potencialmente prejudiciais a que se refere esta Resolução, deverão ser investigadas sempre que houver suspeita de sua presença.

Parágrafo 2º - Considerando as limitações de ordem técnica para a quantificação dos níveis dessas substâncias, os laboratórios dos organismos competentes deverão estruturar-se para atenderem às condições propostas. Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática deverão ser investigados quanto a presença eventual dessas substâncias.

Art. 13 - Os limites de DBO, estabelecidos para as Classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que os teores mínimos de OD, previstos, não serão desobedecidos em nenhum ponto do mesmo, nas condições críticas de vazão ($Q_{crit.} = Q_{7,10}$, onde $Q_{7,10}$ é a média das mínimas de 7 (sete) dias consecutivos em dez anos de recorrência de cada seção do corpo receptor).

Art. 14 - Para os efeitos desta Resolução, consideram-se antes, cabendo aos órgãos de controle ambiental, quando necessário, quantificá-los para cada caso.

Art. 15 - Os órgãos de controle ambiental poderão acrescentar outros parâmetros ou tornar mais restritivos os estabelecidos nesta Resolução, tendo em vista as condições locais.

Art. 16 - Não há impedimento no aproveitamento de águas de melhor qualidade em usos menos exigentes, desde que tais usos não prejudiquem a qualidade estabelecida para essas águas.

Art. 17 - Não será permitido o lançamento de poluentes nos mananciais sub-superficiais. Art. 18 - Nas águas de Classe Especial não serão tolerados lançamentos de águas residuárias, domésticas e industriais, lixo e outros resíduos sólidos, substâncias potencialmente tóxicas, defensivos agrícolas, fertilizantes químicos e outros poluentes, mesmo tratados. Caso sejam utilizadas para o abastecimento doméstico deverão ser submetidas a uma inspeção sanitária preliminar.

Art. 19 - Nas águas das Classes 1 a 8 serão tolerados lançamentos de despejos, desde que, além de atenderem aos disposto no Art. 21 desta Resolução, não venham a fazer com que os limites estabelecidos para as respectivas classes sejam ultrapassados.

Art. 20 - Tendo em vista os usos fixados para as Classes, os órgãos competentes enquadrarão as águas e estabelecerão programas de controle de poluição para a efetivação dos respectivos enquadramentos, obedecendo ao seguinte:

- a) o corpo de água que, na data de enquadramento, apresentar condição em desacordo com a sua classe (qualidade inferior á estabelecida), será objeto de providências com prazo determinado visando a sua recuperação, excetuados os parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais;
- b) o enquadramento das águas federais na classificação será procedido pela SEMA, ouvidos o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas - CEEIBH e outras entidades públicas ou privadas interessadas;
- c) o enquadramento das águas estaduais será efetuado pelo órgão estadual competente , ouvidas outras entidades públicas ou privadas interessadas;
- d) os órgãos competentes definirão as condições específicas de qualidade dos corpos de água intermitentes;
- e) os corpos de água já enquadrados na legislação anterior, na data da publicação desta Resolução, serão objetos de reestudo a fim de a ela se adaptarem;
- f) enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas classe 5 e as salobras classe 7, porém, aquelas enquadradas na legislação anterior permanecerão na mesma classe até o reenquadramento;

g) os programas de acompanhamento da condição dos corpos de água seguirão normas e procedimentos a serem estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Art. 21 - Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedçam às condições:

a) pH entre 5 a 9;

b) temperatura: inferior a 40 C, sendo que a elevação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C;

c) materiais sedimentáveis: até ml/litro em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

d) Regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período da atividade diária do agente poluidor;

e) óleos e graxas:

óleos minerais até 20 mg/l

óleos vegetais e gorduras animais até 50 mg/l;

f) ausência de materiais flutuantes;

g) valores máximos admissíveis das seguintes substâncias:

Amônia: 5,0 mg/L N

Arsênio total: 0,5 mg/L As

Bário: 5,0 mg/L Ba

Boro: 5,0 mg/L B

Cádmio: 0,2 mg/L Cd

Cianetos: 0,2 mg/L CN

Chumbo: 0,5 mg/L Pb

Cobre: 1,0 mg/L Cu

Cromo Hexavalente: 0,5 mg/L Cr

Cromo Trivalente: 2,0 mg/L Cr

Estanho: 4,0 mg/L Sn

Índices de Fenóis: 0,5 mg/L C₆H₅OH

Ferro solúvel: 15,0 mg/L Fe

Fluoretos: 10,0 mg/L F

Manganês solúvel: 1,0 mg/L Mn

Mercúrio: 0,01 mg/L Hg

Níquel: 2,0 mg/L Ni

Prata: 0,1 mg/L Ag

Selênio: 0,05 mg/L Se

Sulfetos: 1,0 mg/L S

Sulfitos: 1,0 mg/L SO₃

Zinco: 5,0 mg/L Zn

Compostos organofosforados e carbomatos totais: 1,0 mg/L em Paration

Sulfeto de carbono: 1,0 mg/L

Tricloroetano: 1,0 mg/L

Clorofórmio: 1,0 mg/L

Tetracloroeto: 1,0 mg/L

Dicloroetano: 1,0 mg/L

Compostos organoclorados não listados acima (pesticidas, solventes,etc): 0,05 mg/L

Outras substâncias em concentrações que poderiam ser prejudiciais: de acordo com limites a serem fixados pelo CONAMA;

h) Tratamento especial, se provierem de hospitais e outros estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microorganismos patogênicos.

Art. 22 - Não será permitida diluição de efluentes industriais com águas não poluídas, tais como água de abastecimento, água de mar e água de refrigeração.

Parágrafo Único - Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes despejos ou emissões individualizadas, os limites constantes desta regulamentação aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão competente.

Art. 23 - Os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características em desacordo com o seu enquadramento nos termos desta Resolução.

Parágrafo Único - Resguardados os padrões de qualidade do corpo receptor, demonstrado por estudos de impacto ambiental realizado pela entidade responsável pela emissão, o órgão competente poderá autorizar lançamentos acima dos limites estabelecidos no Art. 21, fixando o tipo de tratamento e as condições para esse lançamento.

Art. 24 - Os métodos de coleta e análise das águas devem ser os especificados nas normas aprovadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, ou na ausência delas, no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WPCF, última edição, ressalvado o disposto no

Art. 12. O índice de fenóis deverá ser determinado conforme o método 510 B do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 16. edição, de 1985.

Art. 25 - As indústrias que, na data da publicação desta Resolução, possuírem instalações ou projetos de tratamento de seus despejos, aprovados por Órgão integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, que atendam à legislação anteriormente em vigor, terão o prazo de 3 (três) anos, prorrogáveis até 5 (cinco) anos, a critério do Órgão Estadual local, para se enquadrarem nas exigências desta Resolução. No entanto, as citadas instalações de tratamento deverão ser mantidas em operação com a capacidade, condições de funcionamento e demais características para as quais foram aprovadas, até que se cumpram as disposições desta Resolução.

BALNEABILIDADE

Art. 26 - As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) serão enquadradas e terão sua condição avaliadas nas categorias EXCELENTE, MUITO BOA, SATISFATÓRIA e IMPRÓPRIA, da seguinte forma:

a) EXCELENTE (3 estrelas): Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais por 100 mililitros ou 2.500 coliformes totais por 100 mililitros;

b) **MUITO BOAS** (2 estrelas): Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 500 coliformes fecais por 100 mililitros ou 2.500 coliformes totais por 100 mililitros;

c) **SATISFATÓRIAS** (1 estrela): Quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das 5 semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros ou 5.000 coliformes totais por 100 mililitros;

d) **IMPRÓPRIAS**: Quando ocorrer, no trecho considerado, qualquer uma das seguintes circunstâncias:

1. não enquadramento em nenhuma das categorias anteriores, por terem ultrapassado os índices bacteriológicos nelas admitidos;

2. ocorrência, na região, de incidência relativamente elevada ou anormal de enfermidades transmissíveis por via hídrica, a critério das autoridades sanitárias;

3. sinais de poluição por esgotos, perceptíveis pelo olfato ou visão;

4. recebimento regular, intermitente ou esporádico, de esgotos por intermédio de valas, corpos d'água ou canalizações, inclusive galerias de águas pluviais, mesmo que seja de forma diluída;

5. presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;

6. pH menor que 5 ou maior que 8.5;

7. presença, na água, de parasitas que afetem o homem ou a constatação da existência de seus hospedeiros intermediários infectados;

8. presença, nas águas doces, de moluscos transmissores potenciais de esquistossomo, caso em que os avisos de interdição ou alerta deverão mencionar especificamente esse risco sanitário;

9. outros fatores que contra-indiquem, temporariamente ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

Art. 27 - No acompanhamento da condição das praias ou balneários s categorias **EXCELENTE**, **MUITO BOA** e **SATISFATÓRIA** poderão ser reunidas numa categoria única denominada **PRÓPRIA**.

Art. 28 - Se a deterioração da qualidade das praias ou balneários ficar caracterizada como decorrência da lavagem de vias públicas pelas águas da chuva, ou como consequência de outra causa qualquer, essa circunstância deverá ser mencionada no boletim de condição das praias e balneários.

Art. 29 - a coleta de amostras será feita, preferencialmente, nos dias de maior afluência do público às praias ou balneários.

Art. 30 - Os resultados dos exames poderão, também, se referir a períodos menores que 5 semanas, desde que a cada um desses períodos seja especificado e tenham sido colhidas e examinadas, pelo menos, 5 amostras durante o tempo mencionado.

Art. 31 - Os exames de colimetria, previstos nesta Resolução, sempre que possível, serão feitos para a identificação e contagem de coliformes fecais, sendo permitida a utilização de índices expressos em coliformes totais, se a identificação e contagem forem difíceis ou impossíveis.

Art. 32 - À beira mar, a coleta de amostra para a determinação do número de coliformes fecais ou totais deve ser, de preferência, realizada nas condições de maré que apresentem, costumeiramente, no local, contagens bacteriológicas mais elevadas.

Art. 33 - As praias e outros balneários deverão ser interditados se o órgão de controle ambiental, em qualquer dos seus níveis (Municipal, Estadual ou Federal), constatar que a má qualidade das águas de recreação primária justifica a medida.

Art. 34 - Sem prejuízo do disposto no artigo anterior, sempre que houver uma afluência ou extravasamento de esgotos capaz de oferecer sério perigo em praias ou outros balneários, o trecho afetado deverá ser sinalizado, pela entidade responsável, com bandeiras vermelhas constando a palavra POLUÍDA em cor negra.

DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 35 - Aos órgãos de controle ambiental compete a aplicação desta Resolução, cabendo-lhes a fiscalização para o cumprimento da legislação, bem como a aplicação das penalidades previstas, inclusive a interdição de atividades industriais poluidoras.

Art. 36 - Na inexistência de entidade estadual encarregada do controle ambiental ou se, existindo, apresentar falhas, omissões ou prejuízo sensíveis aos usos estabelecidos para as águas, a Secretaria Especial do Meio Ambiente poderá agir diretamente, em caráter supletivo.

Art. 37 - Os órgãos estaduais de controle ambiental manterão a Secretaria Especial do Meio Ambiente informada sobre os enquadramentos dos corpos de água que efetuarem, bem como das normas e padrões complementares que estabelecerem.

Art. 38 - Os estabelecimentos industriais, que causam ou possam causar poluição das águas, devem informar ao órgão de controle ambiental, o volume e o tipo de seus efluentes, os equipamentos e dispositivos antipoluidores existentes, bem como seus planos de ação de emergência, sob pena das sanções cabíveis, ficando o referido órgão obrigado a enviar cópia dessas informações ao IBAMA, à STI (MIC), ao IBGE (SEPLAN) e ao DNAEE (MME).

Art. 39 - Os Estados, Territórios e Distrito Federal, através dos respectivos órgãos de controle ambiental, deverão exercer sua atividade orientadora, fiscalizadora e punitiva das atividades potencialmente poluidoras instaladas em seu território, ainda que os corpos de água prejudicados não sejam de seu domínio ou jurisdição.

Art. 40 - O não cumprimento ao disposto nesta Resolução acarretará aos infratores as sanções previstas na Lei n. 6.938 de 31 de agosto de 1981, e sua regulamentação pelo Decreto n. 88.351 de 01 de junho de 1983.

Art. 41 - Esta Resolução entrará em vigor na data de sua publicação revogadas as disposições em contrário.

Deni Lineu Schwartz

Publicado no D.O.U. de 30/7/86.