

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
**INSTITUTO DE PESCA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE  
COLIFORMES TOTAIS E TERMOTOLERANTES E DE  
VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA ÁGUA DE CULTIVO DA  
OSTRA *Crassostrea* sp. EM CANANÉIA, LITORAL SUL  
DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL**

**Luciene Mignani**

**Orientador: Dr. Helcio L. A. Marques**

**Co-orientador: Dr. Edison Barbieri**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aqüicultura e Pesca.

**São Paulo**

**Dezembro - 2008**

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
**INSTITUTO DE PESCA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE  
COLIFORMES TOTAIS E TERMOTOLERANTES E DE  
VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA ÁGUA DE CULTIVO DA  
OSTRA *Crassostrea* sp. EM CANANÉIA, LITORAL SUL  
DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL**

**Luciene Mignani**

**Orientador: Dr. Helcio L. A. Marques**

**Co-orientador: Dr. Edison Barbieri**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aqüicultura e Pesca.

**São Paulo**

**Dezembro - 2008**

M635d

Mignani, Luciene

Determinação da concentração em coliformes totais e termotolerantes e de variáveis ambientais na água de cultivo da ostra *Crassostrea sp.* em Cananéia, Litoral Sul do Estado de São Paulo, Brasil / Luciene Mignani - São Paulo, 2008.

iv, 52f. ; il. ; gráf.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Orientador: Hélcio L. A. Marques.

Co-orientador: Edison Barbieri..

1.Ostras. 2. Cultivo. 3. Microbiologia. 4. Coliformes totais e termotolerantes. 5. Contaminação. I. Marques, Helcio L. A.. II. Título.

CDD 639.8

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
**INSTITUTO DE PESCA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

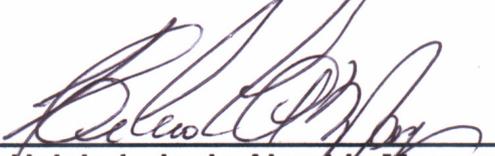
DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE COLIFORMES  
TOTAIS E TERMOTOLERANTES E DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS  
NA ÁGUA DE CULTIVO DA OSTRA *Crassostrea sp.* EM  
CANANÉIA, LITORAL SUL DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

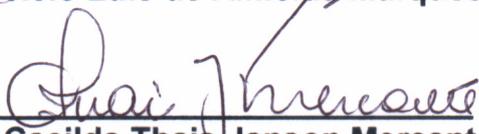
**AUTOR: LUCIENE MIGNANI**

**ORIENTADOR: Helcio Luis de Almeida Marques**

**CO-ORIENTADOR: Edison Barbieri**

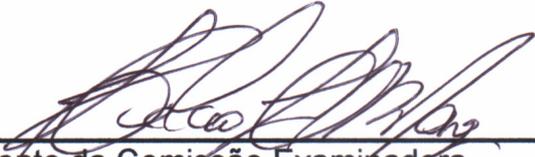
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de  
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em  
Aqüicultura, pela Comissão Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Helcio Luis de Almeida Marques

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Cacilda Thais Janson Mercante

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Ana Julia Fernandes Cardoso de Oliveira

Data da realização: 02 de dezembro de 2008

  
\_\_\_\_\_  
Presidente da Comissão Examinadora  
Prof. Dr. Helcio Luis de Almeida Marques

**Dedico à minha avó, Alaíde, pela  
educação e amor transmitido.**

**À minha mãe, Arleti, pelo amor,  
incentivo e exemplo de vida.**

**Ao meu pai, Arlindo, por  
todo apoio e carinho.**

## **AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento do projeto (Processo nº 06/57336-7) e pela bolsa de treinamento técnico.

Ao professor Dr. Helcio L. de A. Marques pela orientação, apoio, pela enorme amizade nestes anos de trabalho, pelos ensinamentos adquiridos e exemplo profissional.

Ao pesquisador Dr. Edison Barbieri pela co-orientação, amizade, confiança, estímulo e, principalmente, pela oportunidade, ensinamentos transmitidos e participação efetiva no andamento desta pesquisa.

Ao Laboratório Instituto Adolfo Lutz, sede de Registro (SP) pela parceria essencial na realização das análises microbiológicas.

Ao biólogo Ernani Woiciechowski, do Laboratório Regional Instituto Adolfo Lutz (CONSAÚDE), pela execução das análises microbiológicas, pelas sugestões e pela experiência compartilhada.

Ao Setor de Microbiologia e Parasitologia (EAMP) da Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB), pelo treinamento microbiológico oferecido. Também à coordenadora do laboratório Elayse M. Hachich e às funcionárias Maria di Basi e Maria Cristina por toda a atenção e conhecimento transmitido.

Aos funcionários do Instituto de Pesca de Cananéia, em especial, Onésio, Gilson e Toninho (AP), pelo auxílio técnico prestado e pela amizade adquirida durante os anos desta pesquisa.

À Neli, Bete, Seu Ditinho e Toninho Carlos, funcionários do Instituto de Pesca, pelo carinho, amizade e pelo apoio prestado.

À pesquisadora e amiga Laura pelo afeto e pelas dicas no início dos trabalhos.

Ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (Base de Cananéia) pelos dados pluviométricos cedidos, em especial aos funcionários Ricardo e Zeca pela simpatia e por estarem sempre prontos a ajudar.

Aos funcionários da biblioteca do Instituto Oceanográfico da USP, Dna Ray, Cidinha e Cido pelo auxílio no levantamento bibliográfico.

Aos professores do Programa de pós-graduação do Instituto de Pesca pelos conhecimentos transmitidos.

Aos alunos do Programa de pós-graduação do Instituto de Pesca, com maior afeto, à Jeniffer, Isabella e Antonio pela amizade e companheirismo em todas as horas.

Ao técnico e amigo Luis Evangelista do Laboratório de Limnologia do Instituto de Pesca (SP) pela colaboração neste trabalho.

Ao amigo Manu pela ajuda na tradução, pelo carinho, parceria e alegria em todos os momentos, principalmente durante os anos desta pesquisa.

Às amigas, Ana Cristina, Bárbara, Heloísa, Letícia, Marina, Gica, Natália, Daiana e Bruna pelo amor, amizade e pelos inesquecíveis momentos compartilhados em Cananéia... risos, choro; chuva, sol; regime, brigadeirão...

Às amigas-irmãs Keli, Lilian, Andréa e Mari pelo incentivo, amor e pelos bons anos de amizade e cumplicidade.

Aos meus tios Anete e Marcus e à minha prima Vanessa pelo carinho oferecido.

Aos meus pais pelo amor, incentivo, apoio moral e financeiro e por acreditarem no meu trabalho.

Ao Renato pelo amor, incentivo, cumplicidade, compreensão e “paciência” dedicada.

Agradeço a todos que se fizeram presentes e contribuíram, direta ou indiretamente, para elaboração deste trabalho.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	i
SUMÁRIO .....	iv
RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vi
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 METODOLOGIA .....	12
2.1 Área de Estudo .....	12
2.1.1 Climatologia .....	13
2.1.2 Estuário de Cananéia .....	13
2.2 Estações amostrais.....	16
2.3 Metodologia de coleta de água.....	17
2.4 Análises microbiológicas.....	18
2.5 Análises das variáveis ambientais.....	24
2.6 Análises estatísticas .....	25
3 RESULTADOS.....	26
4 DISCUSSÃO .....	35
5 CONCLUSÃO .....	43
6 RECOMENDAÇÃO .....	44
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45

## RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar a concentração de coliformes totais e termotolerantes presentes na água de cultivo da ostra *Crassostrea* sp. em Cananéia (SP), correlacionando essa concentração com algumas variáveis ambientais e com a variação da maré. Foram realizadas coletas de água superficial em três áreas de cultivo (Mandira, Itapitanguí e Cooperostra), durante as marés de sizígia e quadratura. Nas áreas do Mandira e Itapitanguí o período amostral foi de março de 2007 a fevereiro de 2008. Na estação Cooperostra o período amostral se deu de abril de 2007 a setembro de 2008. Determinou-se para cada área o NMP (Número Mais Provável) de coliformes totais e termotolerantes, correlacionando-os com as variáveis ambientais: temperatura, salinidade, pH e pluviosidade. Verificou-se que nas três áreas amostrais (Mandira, Itapitanguí e Cooperostra) os índices de coliformes termotolerantes estiveram dentro dos limites permissíveis pela legislação do CONAMA 357/2005. Os resultados apresentaram diferença significativa entre as marés de quadratura e sizígia e os valores de coliformes totais, porém quanto aos coliformes termotolerantes, verificou-se que não houve diferença estatística entre as marés de quadratura e sizígia. A temperatura e o pH não apresentaram nenhuma correlação com as concentrações de coliformes totais e termotolerantes. Para a salinidade, verificou-se uma correlação negativa em relação aos coliformes. Já para a pluviosidade foi verificada uma correlação positiva entre este parâmetro e o NMP dos coliformes totais, porém, para os coliformes termotolerantes observou-se apenas uma tendência de aumento em relação à pluviosidade. Através da Análise dos Componentes Principais (PCA) foi observado uma relação positiva dos coliformes com a salinidade e com pH na maré de sizígia, porém, negativo entre os níveis de coliformes em relação às marés sizígia e quadratura. Evidenciou-se uma relação positiva entre os coliformes na maré de quadratura, e entre a pluviosidade e temperatura nesta mesma maré e negativa com a salinidade e com o pH. Observou-se uma relação negativa entre os índices de coliformes totais e termotolerantes com a salinidade, em ambas as marés. As áreas Mandira, Itapitanguí e Cooperostra mostraram boas condições para o cultivo em termos da concentração de coliformes, de acordo com a legislação em vigor.

**Palavras-chave:** Ostras, cultivo, microbiologia, coliformes totais e termotolerantes, contaminação.

## ABSTRACT

The present study aimed to evaluate concentration of total and thermotolerant coliforms on oyster *Crassostrea* sp. culture water in Cananéia(SP), and to correlate these concentrations with environmental variables and tidal oscillations. Superficial water samples were recovered from three areas (Mandira, Itapitangui and Cooperostra), in neap and syzygy tides. Sample period in Mandira and Itapitangui went from March 2007 to February 2008; in Cooperostra it went from April 2007 to September 2008. For each area, total and thermotolerant coliforms MPN (Most Probable Number) were determined, and then correlated with environmental variables: temperature, salinity, pH and pluviosity. Indices of thermotolerant coliforms in the three areas (Mandira, Itapitangui and Cooperostra) had been inside of the permissible limits for the legislation of CONAMA 357/2005. Values of total coliforms differed significantly between the two tidal conditions; however, the same was not true for thermotolerant coliforms. No correlation was registered between water temperature and pH and concentrations of total and thermotolerant coliforms. For salinity, a negative correlation with coliforms numbers was registered. Differently, pluviosity presented a positive correlation with total coliforms MPN, and only a tendency to raise thermotolerant coliforms MPN. Through Principal Components Analysis (PCA), a positive relation was registered between total and thermotolerant coliforms numbers and salinity and pH in syzygy tide; on the other hand, a negative relation was registered between coliforms numbers and syzygy and neap tides. In neap tide, positive relation was observed between coliforms numbers, and between pluviosity and temperature; between salinity and pH, the observed correlation was negative. For both tides, a negative correlation was registered between coliforms numbers and salinity. Mandira, Itapitangui and Cooperostra areas showed good conditions for the culture, in terms of coliforms concentration, according to the legislation in force.

**Key words:** Oysters, cultivation, microbiology, total and thermotolerant coliforms, contamination.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a redução dos recursos marinhos naturais, causada principalmente pela exploração intensiva e poluição ambiental nestes ecossistemas, faz aumentar a necessidade de se produzir alimentos e buscar novas alternativas para a oferta de produtos pesqueiros. Um dos meios encontrados é o desenvolvimento da maricultura como ferramenta de proteção ao meio ambiente, reduzindo a pressão extrativista sobre os recursos explorados, constituindo desta maneira, uma nova fonte de produção de alimentos. O mar deixa de ser apenas fonte de turismo e lazer e passa a ser encarado como uma área cultivável que necessita de cuidado e proteção (MARQUES, 1998).

A maricultura vem se expandindo rapidamente nos últimos anos, tendo passado de 18,5 milhões de toneladas em 1996 para 25,1 milhões em 2000, apresentando um aumento de 35,7%. Em 1996, esta atividade contribuía com 17,5% do total de pescados produzidos no mundo, contribuição essa que passou para 22,3% em 2000 (FAO, 2002), sendo o cultivo de moluscos responsável por 24% de toda produção aquícola mundial (STREIT *et al.*, 2002).

No Brasil, a maricultura está bem representada pela malacocultura, cultivo de moluscos bivalves, tais como ostras e mexilhões, apresentando produção nacional em torno de 6.690 toneladas (SUBASINGHE *et al.*, 2001).

De acordo com o IBAMA, 10.807 toneladas de moluscos foram produzidas em 2003, das quais, 2.196 toneladas foram de ostras. Neste mesmo ano houve um crescimento de 42% na produção de moluscos quando comparado ao ano de 2002, o que significou 10,2% da produção pesqueira brasileira. No país, a produção de moluscos bivalves é expressiva em Santa Catarina, Espírito Santo e São Paulo, devido principalmente, às características ambientais propícias ao desenvolvimento destes moluscos, os quais necessitam de águas ricas em nutrientes e temperaturas amenas (BEIRÃO *et al.*, 2000). Dentro do Estado de São Paulo, a maior parte da produção da ostra

(*Crassostrea sp.*) se dá na cidade de Cananéia (PEREIRA *et al.*, 2003; RISTORI *et al.*, 2007).

O Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape está situado no extremo sul do Estado de São Paulo, fazendo divisa com o Estado do Paraná. Esse ecossistema faz parte da maior planície costeira do Estado de São Paulo (SUGUIU e TESSLER, 1992) (Figura 1), apresentando características tanto de uma região lagunar como de uma região estuarina, o que demonstra sua complexidade (TEIXEIRA, 1969; TUNDISI, 1969). Esta região está associada a um extenso manguezal protegido pela legislação, encontra-se dentro da APA - Área de Proteção Ambiental de Iguape-Cananéia-Peruíbe. Vários estudos indicam que esta região apresenta condições propícias para formação de bancos naturais e implantação do cultivo da ostra *Crassostrea sp* (WAKAMATSU, 1973; AKABOSHI e PEREIRA, 1981; PEREIRA *et al.* 2000; 2001), representando um dos principais recursos naturais explorados, tanto para o comércio como para o consumo.

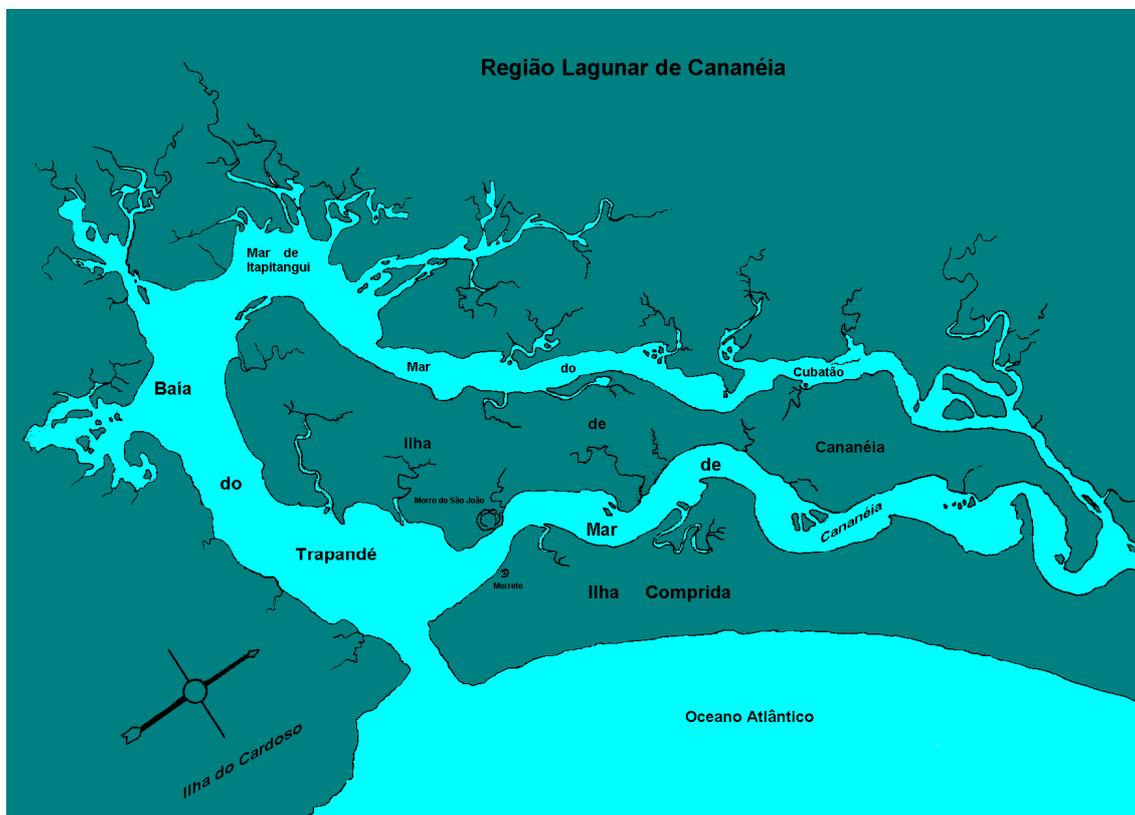


Figura 1. Mapa da região lagunar de Cananéia e alguns de seus acidentes geográficos (Fonte: Barbieri, 1995).

Esta atividade é vista como meio de aumentar o desenvolvimento sócio-econômico de determinadas regiões costeiras, gerando emprego e renda para os pescadores, além de elevar a produtividade destas áreas, tornando-se uma alternativa para suprir a demanda mundial dos produtos aquáticos (GELLI *et al.*, 1998).

O planejamento da implantação das áreas de cultivo deve integrar a maricultura com as demais atividades desenvolvidas, mitigando conflitos de uso, buscando padronizar o sistema de cultivo de forma que diminua os impactos visuais, assim como propiciar benefícios sociais e econômicos à comunidade, fomentar a conscientização e a atenção pública para os aspectos ambientais, assegurando o uso racional dos recursos naturais, além de proteger e preservar o funcionamento dos ecossistemas costeiros, reduzindo a produção e dispersão de poluentes e, principalmente implantar a atividade em locais isentos de contaminação (BARDACH *et al.*, 1976).

A água utilizada para agricultura e recursos pesqueiros está cada dia mais escassa, em quantidade e qualidade (RADULOVICH, 2006). Está é uma realidade mundial, que se complica com o crescimento demográfico e com o desenvolvimento socioeconômico que são freqüentemente acompanhados de aumentos na demanda por água, cuja quantidade e qualidade são de suma importância para o desenvolvimento e a saúde de qualquer comunidade (BUENO *et al.*, 2005).

A qualidade da água não está representada apenas pelas suas características físicas e químicas, mas por todo o funcionamento do ecossistema. Esta qualidade se deve à influência do efeito combinado de muitos processos que ocorrem ao longo do curso d'água.

O lançamento de efluentes e esgotos domésticos, sem tratamento, assim como a drenagem de águas superficiais lançadas nas águas costeiras e estuarinas constituem um grave problema para o meio ambiente e para a saúde pública. Apesar de fonte de matéria orgânica, que elevam a produtividade primária das águas costeiras, são também responsáveis pela

contaminação microbiológica e química da água e dos organismos aquáticos (RODRIGUES, 1998).

As contaminações hídricas que vem ocorrendo nas águas costeiras e estuarinas se deve não só ao desenvolvimento industrial, mas também pelo conseqüente aumento na produção de bens de consumo para atender as populações, gerando problemas sócio-ambientais que se devem a grande diversidade de poluentes existentes nos resíduos produzidos pelo homem. Além disso, o crescimento demográfico e a ocupação do solo de forma intensa e acelerada aumentam consideravelmente, ao longo dos anos, o risco de doenças de transmissão hídrica (GUILHERME *et al.*, 2000).

Esta desorganização dos setores produtivos coloca em risco a qualidade das águas para a implantação de áreas aquícolas. A poluição do estuário, ocasionada pelo avanço populacional nas regiões litorâneas e, conseqüente, loteamentos irregulares, acabam gerando a contaminação de certos ecossistemas aquáticos, principalmente em determinadas épocas do ano (BARBIERI e MACHADO, 2006).

Ambientes marinhos costeiros e estuarinos estão sujeitos a diferentes tipos de contaminação, principalmente por microorganismos patogênicos, que podem trazer sérios riscos à saúde pública. Sendo assim, com o crescente aumento do mercado consumidor de moluscos bivalves torna-se necessário a avaliação da contaminação microbiológica da água, principalmente em áreas de cultivo, pois como organismos filtradores capazes de filtrar a água do ambiente a uma taxa de 2 a 5 litros por hora (NUNES e PARSONS, 1998), têm a capacidade de concentrar e acumular altas densidades de substâncias químicas, resíduos orgânicos, inorgânicos e microorganismos presentes no ambiente aquático (RODRIGUES-ARIZA *et al.*, 1992; DAME, 1996; RODRIGUES, 1998).

Os moluscos bivalves, ao serem consumidos, podem representar um sério risco à saúde pública, pois refletem as condições do ambiente onde estão inseridos (BARBIERI e MACHADO, 2006). São considerados organismos

sentinelas do ambiente aquático, sendo importantes concentradores biológicos (RIPPEY, 1994). Devido a isso, caso sejam consumidos, podem trazer sérios danos à saúde do consumidor (DAME, 1996).

Os agentes biológicos mais comuns encontrados são bactérias, vírus, parasitos e toxinas de moluscos. Quanto aos agentes químicos, pode-se encontrar metais pesados, pesticidas, antibióticos, entre outros. Portanto, tornam-se compreensíveis surtos constantes relacionados ao consumo de ostras, principalmente se este alimento for ingerido *in natura* (MORAES *et al.*, 2000).

Como consequência de sua contaminação, a água atua como importante veículo de inúmeras doenças, em decorrência de resíduos fecais presentes e pela presença de substâncias químicas nocivas a saúde (CAVALCANTE *et al.*, 1998; GUILHERME *et al.*, 2000).

O consumo de bivalves na forma *in natura* ou levemente cozidos pode contribuir para a transmissão de algumas doenças virais como gastroenterites e hepatite A (REGAN *et al.*, 1993), e outras bacterianas, bem como febre tifóide, cólera, salmoneloses, infecções por *Vibrio parahaemolyticus* e envenenamento por toxinas paralisantes que podem levar à morte (WATKINS e CABELLI, 1985). Surtos de diarreias (BARARDI *et al.*, 2001) e outras doenças também podem ocorrer (MUJICA *et al.*, 2003).

Desta maneira, a boa qualidade da água torna-se essencial, principalmente quando se trata de moluscos bivalves e outras espécies de pescado, pois a classificação desta é fundamental para garantir a sanidade química e microbiológica dos organismos (NATIONAL ADVISORY COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL CRITERIA FOR FOODS, 1992).

Avaliações da qualidade sanitária de águas de um determinado local têm sido realizadas através do estabelecimento de indicadores adequados (bioindicadores microbiológicos), como também através da definição de critérios a serem adotados para esta avaliação, objetivando verificar as

respostas da exposição destes a contaminantes (MELANCON, 1995). Os indicadores da qualidade ambiental têm a capacidade de indicar a existência de organismos patogênicos tanto no ambiente como nos produtos dele provenientes (REGAN, 1993; BARARDI, 2001; MUJICA *et al.*, 2003). Entre estes está a presença de indicadores de poluição fecal no ambiente aquático, sendo mais comumente utilizados para tal os coliformes, principalmente, os coliformes termotolerantes (APHA, 2005; ALMEIDA *et al.*, 2004).

A utilização de microorganismos para avaliar o grau de poluição das águas costeiras está relacionada à determinação da fonte poluidora, como também reforçar os padrões de qualidade da água (STANDARD METHODS, 2005). Indicadores de contaminação fecal devem apresentar densidade diretamente relacionada com o grau de contaminação fecal e com o risco que pode causar à saúde de acordo com o agente poluidor. Para ser considerado um bom indicador é preciso que sejam incapazes de se reproduzir em ambientes aquáticos, porém apresentando maior sobrevivência do que os organismos patogênicos sendo facilmente enumerados e isolados (CABELLI *et al.*, 1983; RIBEIRO, 2002).

A enumeração de coliformes fecais, estreptococos fecais, leveduras, bactérias heterotróficas, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* podem ser utilizados como indicadores de poluição fecal (MENDONÇA-HAGLER *et al.*, 2001).

Bactérias do grupo coliformes são as mais utilizadas mundialmente para verificar a qualidade de águas marinhas e salobras. Dentro deste grupo destacam-se os coliformes termotolerantes os quais não se multiplicam com facilidade no ambiente externo e cuja sobrevivência é semelhante à de bactérias patogênicas (CETESB, 2003). Como indicador de poluição fecal recente, os termotolerantes apresentam-se em altas densidades nas fezes, são facilmente isolados e identificados. As altas densidades destes microorganismos na água indicam elevada contaminação por esgotos (CETESB, 2003). Devido a isso, no Brasil, a legislação através da Resolução CONAMA 357 de 2005, que define os padrões de qualidade de águas salobras

para a classe 1, destinadas a atividades de aquicultura e pesca, utiliza os coliformes termotolerantes como indicadores de contaminação fecal em áreas de cultivo de moluscos bivalves destinados a alimentação humana, e estabelece que a densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras, não deverá ultrapassar 43 NMP/100ml, e o percentil 90% não deverá exceder 88 NMP/100ml de coliformes termotolerantes. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras.

Os coliformes termotolerantes são caracterizados pela presença da enzima  $\beta$ -galactosidase e definidas como bacilos aeróbios e anaeróbios facultativos, gram-negativos, não formadores de esporos, capazes de crescer na presença de concentrações relativamente elevadas de sais biliares e fermentar a lactose na temperatura de 44°C – 45°C, com formação de ácido, gás e aldeído, em 24 a 48 hs. Estas bactérias estão presentes na flora intestinal do organismo humano e de outros animais homeotérmicos, como também em solos, vegetais ou quaisquer efluentes contendo matéria orgânica, sendo comumente encontrados nas fezes, onde atingem concentrações de  $10^8$  a  $10^{10}$  microrganismos por grama (STANDARD METHODS, 1998).

O gênero predominante entre os coliformes termotolerantes é a *Escherichia coli*, cujo hábitat exclusivo é o trato intestinal de animais homeotérmicos, equivalendo a 98% da flora intestinal (STANDARD METHODS, 1998). Porém, algumas espécies de *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella* também são consideradas termotolerantes. A *E. coli* é a única bactéria do grupo coliformes fecais de origem exclusivamente fecal, encontrada somente em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente (CETESB, 1978; CONAMA, 2001).

Os coliformes são pouco resistentes às altas salinidades, desta forma, sua detecção no ambiente marinho demonstra uma descarga constante de resíduos de origem fecal (HAGLER e HAGLER, 1988). São extremamente sensíveis a determinadas variações ambientais que podem também, afetar sua sobrevivência, tais como, temperatura da água, baixa concentração de nutrientes, pH, sedimentação, luminosidade, oxigênio dissolvido, matéria

orgânica, fitoplâncton, salinidade, entre outros (REGAN *et al.*, 1993). O índice pluviométrico é outro fator que pode interferir na contagem microbiana (LIZÁRRAGA-PARTIDA e CÁRDENAS, 1996), como também, as marés que influenciam na contaminação bacteriana (KOLM e ANDRETTA, 2003). Estes fatores podem influir significativamente na sobrevivência bacteriana.

Dentre os indicadores de contaminação fecal, podemos encontrar também os enterococos, bactérias do grupo dos estreptococos fecais, pertencentes ao gênero *Enterococcus*, o qual se caracteriza pela alta tolerância a pH 9,6 e nas temperaturas de 10° e 45°C, com capacidade de crescer na presença de 6,5% de cloreto de sódio (CONAMA, 2001). Este grupo é composto por bactérias gram-positivas que são usualmente mais resistentes à água do mar e a tratamentos de água do que os coliformes (MENDONÇA-HAGLER *et al.*, 2001). Não se multiplicam em águas poluídas, indicando contaminação fecal recente, sendo mais utilizados para avaliação da qualidade de águas salinas, avaliação da água tratada e avaliação e monitoramento das condições higiênicas sanitárias de indústrias (SILVA *et al.*, 2000).

Além destes agentes bacterianos indicadores de poluição em águas, encontramos a *Salmonella spp.* Patogênicas ao homem e habitantes do trato gastro-intestinal de animais de sangue quente têm sido utilizadas para avaliação de diferentes fontes ambientais, como águas doces, estuarinas, marinhas e em alimentos provindos do mar. No ambiente estuarino elas podem ser encontradas em estágio viável, mas não cultivável (RISTORI *et al.*, 2007).

Também podemos considerar a *Shigella spp* encontrada no trato intestinal de homens e em águas ou alimentos contaminados com suas fezes, são isoladas de rios, esgotos e estuários (VARNAN e EVANS, 1991).

Outros indicadores são os *Plesiomonas shigelloides*, ocorrem em animais aquáticos e são normalmente encontrados em águas doces e estuarinas (RIPPEY, 1994); O gênero *Aeromonas spp*, pode estar associado ao consumo de alimentos marinhos, ocorrendo em águas doces e esgotos, podendo ser patogênicas ao homem (RISTORI *et al.*, 2007).

Além destes, vários outros microorganismos podem estar associados a contaminação da água e de moluscos bivalves, sendo alguns deles considerados bioindicadores de contaminação fecal.

A depuração das ostras de cultivo através de um período de permanência em água livre de contaminação bacteriológica, ou esterilizada por métodos físicos ou químicos, é um processo que melhora em muito as condições sanitárias dos moluscos. Este método é utilizado como meio de reduzir a contaminação orgânica do produto, lembrando que não elimina a contaminação por metais pesados (GARCIA, 2005). As ostras vivas são colocadas em água descontaminada por processos como radiação ultravioleta, cloro, ozônio, entre outros. Desta maneira, as ostras liberam os resíduos presentes em seu sistema gastrointestinal, tornando-se próprias para o consumo 'in natura'. Na Cooperostra (Cooperativa de ostras), localizada na região de Cananéia, o método utilizado é o de radiação ultravioleta em lâmina fina, onde a água do próprio estuário é esterilizada e as ostras são mantidas em exposição controlada por um dado período de tempo. Durante o período de depuração as ostras ficam abertas filtrando a água descontaminada. A água que abastece o sistema de depuração é filtrada, devido à turbidez elevada da água da região estuarina de Cananéia. A água sofre uma pré-filtragem que retém partículas de até 80 micra, em seguida uma micro-filtragem que retém partículas de até 25 micra. Após esta etapa a água passa pelo sistema de irradiação ultravioleta. O abastecimento dos tanques é realizado através do sistema de chuveiros, permitindo a aeração da água sem revolver os sedimentos. Os efluentes são filtrados e despejados novamente no estuário (GARCIA, 2005).

Programas de monitoramentos da qualidade da água permitem avaliar o cenário ambiental de um determinado corpo d'água, possibilitando o estabelecimento de diagnóstico do recurso hídrico e servindo de parâmetro para os usos deste recurso (GALVÃO *et al.*, 2006) e principalmente de gestão.

No município de Cananéia até recentemente, a exploração comercial dos bancos naturais de ostras era exercida de modo desordenado por famílias que obtinham um preço muito baixo pela produção, ocorrendo uma forte dependência dos atravessadores que dominavam a comercialização. Esse panorama mudou no final da década de 90, pois com o ordenamento da atividade esta passou a ser exercida de forma sustentável e os produtores foram organizados em uma Cooperativa, o que possibilitou a profissionalização do sistema produtivo, mas ainda não a regularização total da atividade perante a legislação brasileira em vigor.

O projeto de implantação dos Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura – PLDMs no Estado de São Paulo, iniciado em 2005 no município de Cananéia e em outros 4 municípios do litoral paulista, pela Secretaria Especial da Aqüicultura e Pesca – SEAP-PR e o Instituto de Pesca – SAA - SP, possibilitou a demarcação dos parques aquícolas da região e, no interior destes, as unidades produtivas, ou áreas aquícolas, as quais deverão, em uma etapa posterior, serem licenciadas ambientalmente para finalmente alcançarem a regularização. A Instrução Normativa 06, de 31 de maio de 2004 prevê como parte dos critérios necessários ao licenciamento ambiental dessas áreas, a caracterização da qualidade da água local, sendo que para corpos d'água marinhos e estuarinos os parâmetros mínimos exigidos são: pH, temperatura, transparência, salinidade, condutividade, nitrogênio total, fósforo total, clorofila “a”, matéria orgânica particulada, coliformes totais e fecais. Algumas dessas variáveis já foram levantadas pontualmente ao longo do estuário, em pesquisas realizadas na região, como os trabalhos de MIYAO (1977) e MIRANDA E CASTRO (1996) em relação à salinidade e TUNDISI *et al.* (1973) sobre pH. Também GIANESELLA *et al.* (2003) estudou a variação da clorofila “a”, WAKAMATSU (1973) avaliou aspectos da transparência e SCHAEFFER-NOVELLI *et al.* (1990) determinaram as variações da temperatura da água. Porém não existem estudos sistematizados sobre a qualidade da água nas diversas áreas aquícolas já demarcadas, muito menos sobre aspectos como a variação sazonal desses parâmetros e a influência que os mesmos podem exercer sobre o desenvolvimento saudável das espécies em cultivo na região, tanto para o animal em si, como para a segurança do consumidor.

Dessa forma o presente trabalho objetivou avaliar a concentração de coliformes totais e termotolerantes presentes na água de cultivo da ostra *Crassostrea sp* em três estações amostrais (Mandira, Itapitangui e Cooperostra) no município de Cananéia (SP), correlacionando essa concentração com algumas variáveis ambientais, entre as quais, o pH, a salinidade, a temperatura e a pluviosidade, e com a variação da maré (quadratura e sizígia), como forma de contribuir para a redução de doenças de transmissão hídrica associadas ao consumo de moluscos bivalves, principalmente as ostras, oriundas da região. Os resultados obtidos foram comparados com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05 para águas salobras, classe 1 (aquicultura e pesca) com o objetivo de verificar a adequação das mesmas a essa Resolução e ainda discutir esses resultados com dados levantados na literatura.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 Área de estudo**

O município de Cananéia (25°00'53" S; 47°55'36" W) possui uma área de 1.244 Km<sup>2</sup>, com uma extensão de costa de 62 Km e cerca de 10 m de altitude, formado essencialmente por sedimentos arenosos de idade quaternária. O extremo norte do município situa-se entre as coordenadas geográficas 24° 49' 10,72" S e 47°44'56,21" W, já a porção mais ao sul localiza-se entre 25°18'32,57" S e 48°05'05,13" W. Está assentada sobre uma planície costeira arenosa compondo um complexo sistema de canais entre quatro grandes ilhas: Ilha do Cardoso, Ilha de Cananéia, Ilha Comprida e Ilha de Iguape (SUGUIU e TESSLER, 1992). A planície costeira desta região corresponde a um complexo ecossistema, associados à ilha de barreiras, manguezais, pântanos salobros, restinga, dunas, Mata Atlântica, planícies de lama e canais lagunares. A diversidade dessa região estuarino-lagunar é resultado da influência constante dos movimentos de marés, de descargas fluviais e dos ventos, que afeta a concentração de sais, nutrientes e matéria orgânica tanto em seu interior, quanto na região marinha adjacente (CRISPINO, 2001). O sistema é composto por canais principais, são eles: Mar Pequeno, Mar de Cananéia, Mar de Cubatão e Baía do Trapandé, somando um área superficial total com cerca de 115 km<sup>2</sup>. O canal que constitui o Mar de Cananéia apresenta uma largura média não superior a 1 km, comprimento de cerca de 7 km e profundidade média máxima de 8 m (KUTNER, 1997).

Este ecossistema foi reconhecido pela UNESCO como parte da Reserva da Biosfera, devido à sua importância quanto meio ambiente natural e às culturas tradicionais. Visto que esta área ainda se mantém preservada em termos de biodiversidade, torna-se necessário compreender as flutuações da qualidade sanitária das águas da mesma, principalmente nos locais utilizados para o cultivo de ostras.

### **2.1.1 Climatologia**

A região apresenta condições meteorológicas características do sul do Brasil, com altas temperaturas no verão e queda de temperatura no inverno, além de tempo instável, com ocorrência de chuvas torrenciais, podendo permanecer assim por vários dias, apresentando céu encoberto.

A temperatura média do ar é de 21,4°C e a temperatura da água com média de 23,8°C. As temperaturas do ar e da água variam durante o ano, registrando maiores temperaturas, tanto do ar quanto da água, no mês de janeiro e as mais baixas no mês de julho (SCHAEFFER-NOVELLI e MESQUITA, 1990). As variações na intensidade de radiação solar, marés, precipitação, ventos, nebulosidade e correntes marítimas são os principais fatores que afetam a temperatura da água na região lagunar (OCCHIPINTI, 1963). A alteração da variação térmica diária do estuário se deve à entrada de águas oceânicas que penetram no interior do estuário, como também as águas de precipitação, pois estas são mais frias que as da região lagunar, o que acaba provocando uma queda na temperatura (MIYAO, 1977).

A média pluviométrica anual é superior a 2.200 mm (BARREIRA-ALBA, 2004). O período chuvoso está relacionado com altos valores de umidade relativa do ar, com verões chuvosos e invernos secos, onde a precipitação anual excede a evaporação potencial. A elevada precipitação está associada ao aquecimento atmosférico, à evaporação elevada e às frentes frias que podem se tornar estacionárias, causando nebulosidade e chuvas. Os maiores índices de precipitação ocorrem durante o verão e os menores durante o inverno.

### **2.1.2 Estuário de Cananéia**

Os estuários e as regiões costeiras são ambientes de transição entre o continente e o mar, são corpos de águas rasas, com volumes variáveis, dependendo das condições climáticas e hidrológicas.

Estes ecossistemas estão sujeitos a impactos ambientais mais freqüentes que no oceano, pois por estarem mais próximos a costa são influenciados pelos processos naturais e antropogênicos. Isto devido à sua importância econômica, já que servem como via de transporte, turismo e como receptor de efluentes domésticos, industriais e agrícolas. O termo estuário é utilizado genericamente para indicar o encontro do rio com o mar, caracterizando uma foz litorânea (BARREIRA-ALBA, 2004).

A zona estuarina tem um importante papel na produção da matéria orgânica que serve de alimento para muitas espécies. A elevada produtividade desta área faz dela um importante criadouro para um grande número de peixes e crustáceos de interesse comercial (BARBIERI e CAVALHEIRO, 2000). A zona costeira adjacente se enriquece através da contribuição de matéria orgânica oriunda do estuário, representando também uma importante zona de crescimento, alimentação, abrigo e trânsito para várias espécies residentes e migratórias (BARBIERI, 1995).

A circulação estuarina é composta de correntes de marés e correntes que derivam dos rios que formam os estuários, onde as circulações residuais são induzidas por gradientes de salinidade, ação do vento e descarga fluvial (BARREIRA-ALBA, 2004).

Esta região lagunar é forçada por maré semi-diurna do tipo mista. A altura média da maré de Cananéia é de 81 cm (MESQUITA e HARARI, 1983) e nas condições de sizígia e de quadratura esta altura atinge valores de 141 e 80 cm (BARREIRA-ALBA *et al.*, 2002).

No período de inverno, durante a maré enchente, as correntes apresentam forte fluxo no sentido leste-oeste, na direção da boca do estuário, se estendendo na superfície de fundo tanto em sizígia como na quadratura. Já na maré vazante restringem-se à superfície devido à baixa descarga fluvial ocorrida no inverno. No sentido norte-sul, as correntes apresentam fluxo na direção sul, direção preferencial nesta parte do estuário (PICARELLI, 2001).

A salinidade da região varia em função da quantidade de água doce acumulada. Variações de curto período nos índices de precipitação e descarga de água doce devem ter efeito significativo nos índices diários de salinidade (MIYAO, 1986). "É característica básica dos estuários uma grande variação temporal e espacial de salinidade" (SARTI, 1980).

No interior do sistema, a salinidade varia em função da maré, com os valores máximos e mínimos ocorrendo próximos às estofas de preamar e baixa-mar, sendo a amplitude muito variável, alcançando valores em torno de 0 a 34 (MIYAO, 1986). A salinidade é bem maior no inverno do que no verão.

TUNDISI *et al.* (1973), em estudos realizados nessa região obtiveram valores de pH da água variando entre 4,50 a 8,65. De acordo com TOMMASI (1984), os valores mais baixos de pH ocorrem próximo ao sedimento de fundo e no interior dos rios que se formam no meio do mangue. Ainda, GIANESELLA *et al.* (2003) verificaram que os maiores valores ocorreram no final da maré enchente e as maiores variações do pH coincidiram com o final da maré vazante.

De acordo com estudo realizado por TUNDISI (1969) no estuário de Cananéia, a concentração de oxigênio dissolvido na água flutuava de 1,94 ml/L a 5,52 ml/L sendo que em maiores profundidades, acima de 4 m, o referido autor obteve menor teor no verão devido ao acúmulo de material em suspensão.

Os sedimentos constituem uma importante fonte de nutrientes orgânicos para o estuário da região de Cananéia (KUTNER, 1997). A origem desses nutrientes se dá através da degradação da matéria orgânica do próprio ambiente, como também a partir de efluentes urbanos, principalmente aqueles oriundos da cidade de Cananéia e Iguape (BARBIERI, 1995).

Desta maneira, as águas do estuário de Cananéia possuem elevada característica nutritiva aumentando a produtividade e diversidade neste ambiente.

## 2.2 Estações amostrais

O presente estudo foi realizado em três áreas (Mandira, Itapitangui e Cooperostra) situadas no estuário do município de Cananéia (SP), nas quais é desenvolvido o cultivo de ostras do mangue (*Crassostrea* sp.) em tabuleiros fixos. As coletas foram realizadas mensalmente pela manhã nas três estações, sendo que num mês as amostras eram coletadas durante a maré de sizígia, no outro eram coletadas durante a maré de quadratura e assim sucessivamente.

Nas estações Mandira (24°59'55.9"S; 48°01'11.4"O) área mais extensa de cultivo de ostras, e Itapitangui (24°58'19.8"S; 47°59'00.5"O) área onde há maior risco de contaminação, o período amostral se estendeu de março de 2007 a fevereiro de 2008, totalizando 12 amostras. Na estação Cooperostra (24°57'43.40"S; 47°54'38.48"O) o período amostral se deu de abril de 2007 a setembro de 2008, totalizando 17 meses amostrais. O maior número amostral nessa área foi possível devido à existência de um programa de monitoramento específico da água do local realizado pelo Instituto de Pesca, o que permitiu a extensão do período amostral para além de 12 meses.

As coletas foram realizadas em três pontos, um em cada estação amostral, os quais foram georreferenciados com o auxílio de um aparelho GPS (Global System Position) (Figura 2). A escolha desses pontos foi baseada em campanhas de amostragens preliminares realizadas durante os meses de novembro de 2006 a janeiro de 2007, quando se verificou que um ponto seria suficiente para caracterizar toda a estação amostral, devido à proximidade dos tabuleiros de cultivo.



Figura 2. Imagem de satélite da região de Cananéia e localização das estações de coleta (Fonte: Terra Metric, 2008).

### 2.3 Metodologia de coleta de água

Para a coleta da água, foi utilizada uma embarcação de alumínio de 6 metros equipada com motor de popa de 25 HP, pertencente ao Núcleo de Cananéia do Instituto de Pesca.

As amostras de água para determinação da presença de coliformes foram coletadas manualmente, em contra corrente na subsuperfície, utilizando-se frascos de vidro neutro de borossilicato com capacidade para 1 L, previamente autoclavados à temperatura de 121°C, seguindo recomendações da CETESB (2003) (Figuras 3a e 3b). Em seguida, as amostras foram armazenadas em caixa isotérmica refrigerada (Figura 4a e 4b) para transporte até o laboratório do Instituto Adolfo Lutz - Núcleo Regional de Registro, situado a 50 km de Cananéia. A refrigeração é necessária, pois previne a queda ou crescimento de organismos nas amostras (MIESCIER *et al.*, 1992), evitando

alterações principalmente quando a temperatura ambiente do ar for superior a 13° C (APHA; AWWA; WEF, 2005).



Figuras 3a e 3b - Vidro neutro de borossilicato previamente autoclavado e coleta de água superficial.



Figuras 4a e 4b - Transporte das amostras de água, armazenadas em caixa isotérmica com gelo.

## 2.4 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas da água foram realizadas dentro de um período máximo de 6 horas a partir da amostragem em campo, seguindo recomendações da STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER (2005).

No laboratório, as amostras foram submetidas à análise para a determinação do NMP (Número Mais Provável) de coliformes totais e termotolerantes. O procedimento analítico baseou-se na Técnica de tubos múltiplos descrita pelo STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER (APHA) (2005).

A técnica dos tubos múltiplos foi aplicada em todas as análises utilizando-se séries de cinco tubos e três concentrações: 10 ml, 1 ml e 0,1 ml para cada amostra (Figura 5). Durante a incubação das amostras, juntamente com os tubos inoculados foram colocados tubos controle (não inoculados), visando a identificar possíveis resultados falso-positivos, aumentando, desta maneira, o grau de confiabilidade dos resultados alcançados.

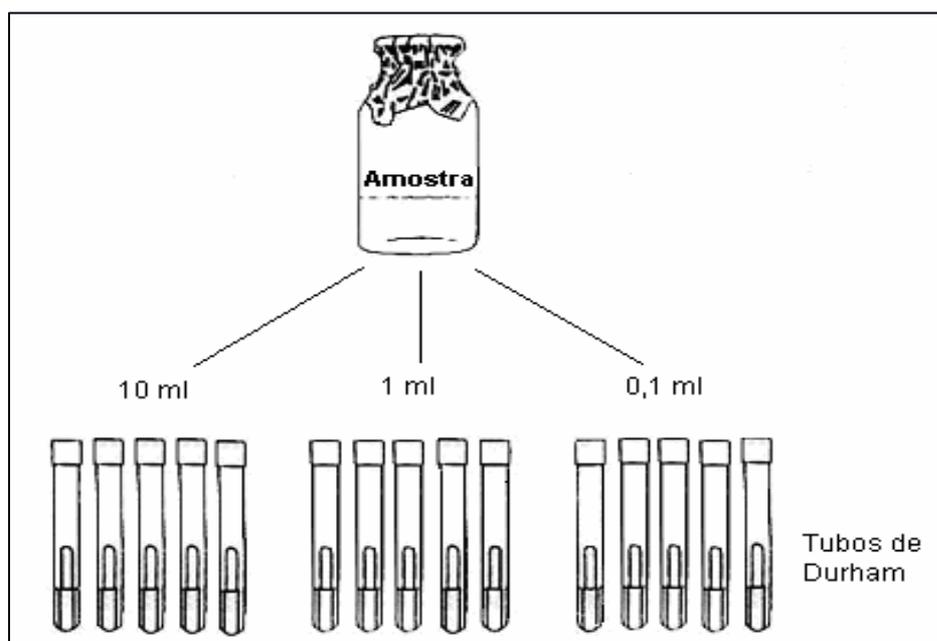


Figura 5. Representação esquemática da técnica de tubos múltiplos, com uma série de cinco tubos para três concentrações ( $10^1$ ,  $10^0$ ,  $10^{-1}$ ).

Esta técnica baseia-se no princípio de que as bactérias coliformes totais e termotolerantes presentes podem ser separadas por agitação, resultando na suspensão de células bacterianas uniformemente distribuídas na amostra (CETESB, 2003)

A técnica de tubos múltiplos está representada pela Figura 6.

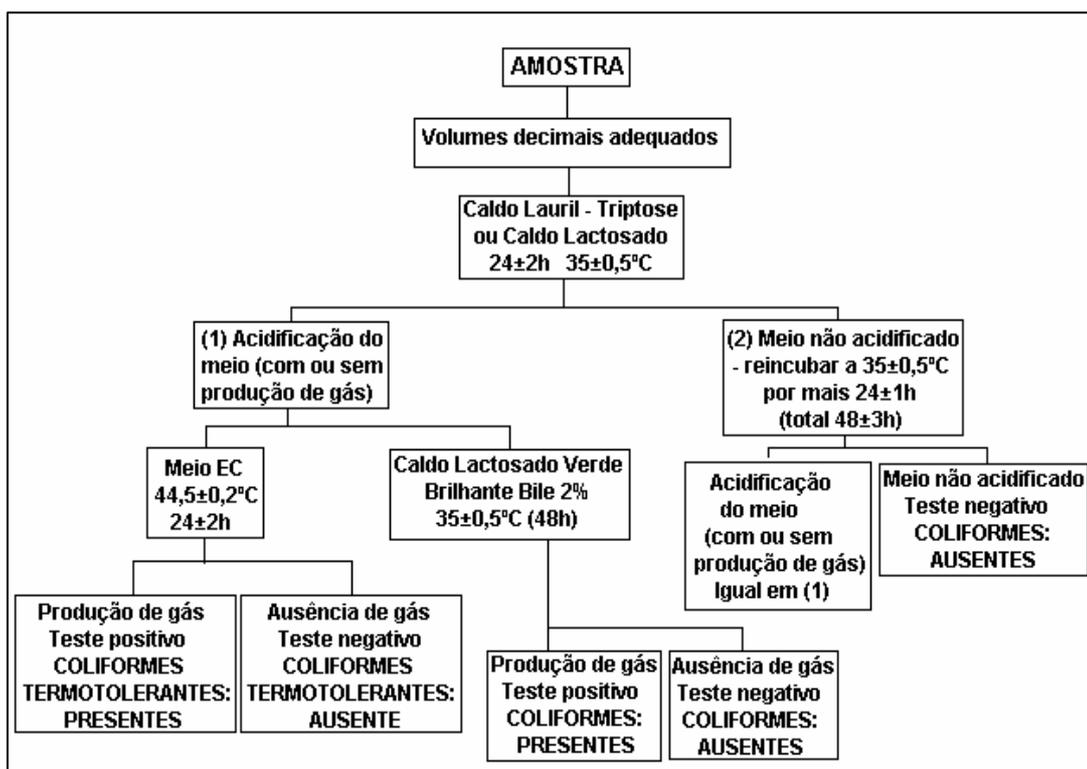


Figura 6 - Fluxograma da metodologia dos tubos múltiplos (APHA, 2005)

Para a prova presuntiva foram inoculados 10 ml de água contendo Caldo Lauril Sulfato de Sódio, em concentração dupla (Figura 7). Inocularam-se volumes de 1 ml da amostra em 5 tubos contendo Caldo Lauril Sulfato de Sódio em concentração simples. Em seguida inoculou-se outra série de 5 tubos contendo o mesmo meio, com volumes de 0,1 ml ( $10^{-1}$ ) da amostra (Figura 8).



Figura 7 - Tubos inoculados com 10 ml de água contendo Caldo Lauril Sulfato de Sódio, em concentração dupla.



Figura 8 - Tubos inoculados com 1 ml e 0,1 ml de água contendo Caldo Lauryl Sulfato de Sódio, em concentração simples.

Incubaram-se os tubos em estufa a  $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , por 24 - 48 horas (Figura 9). A positividade foi indicada pela presença de gás nos tubos de Durham (Figura 10).



Figura 9 - Tubos incubados em estufa.



Figura 10 - Positividade indicada pela presença de gás nos tubos de Durham.

Para confirmação de coliformes totais, repicaram-se os tubos positivos de Caldo Lauril Sulfato de Sódio para tubos de Caldo Verde Bile Brilhante a 2% lactose, incubados a  $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 48 horas (Figura 11).



Figura 11 - Tubos repicados em Caldo Verde Bile Brilhante a 2% lactose.

Para etapa de diferenciação de coliformes termotolerantes, repicaram-se tubos positivos de Caldo Lauril Sulfato de Sódio, para tubos de Caldo EC, incubados a  $45^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  por 48 horas (Figura 12).



Figura 12 - Tubos repicados em Caldo EC.

Após a incubação a leitura é feita e a presença de gás indica positividade para coliformes (Figuras 13 e 14). O NMP de coliformes totais e termotolerantes por 100 ml foram determinados através da tabela de Número Mais Provável, em que são dados os limites de confiança de 95% para cada valor determinado.



Figuras 13 e 14 - Positividade de coliformes termotolerantes indicada pela presença de gás nos tubos de Durham.

Os resultados das análises microbiológicas são expressos em NMP/100ml. O uso do NMP é particularmente importante no procedimento de análise de coliformes associada a testes na água, esgotos e alimentos em geral, podendo ser empregado também no isolamento e enumeração de estafilococos, estreptococos, *Vibrio parahaemolyticus* e salmonela, principalmente quando análises quantitativas forem necessárias (APHA, 2005).

## 2.5 Análises das variáveis ambientais

Nas três estações amostrais foram determinadas a temperatura, salinidade e pH da água, sendo que valores de pluviosidade foram obtidos para a região como um todo. Os dados de temperatura, salinidade e pH foram obtidos nos próprios locais da coleta com o auxílio de um equipamento de medição Multiparâmetro YSI-63 (Figura 15), utilizando quando necessário uma proveta graduada de polietileno. Os dados pluviométricos foram obtidos na estação meteorológica da base “João de Paiva Carvalho” do Instituto Oceanográfico da USP, localizada em Cananéia.



Figura 15 - Equipamento de medição multiparâmetro YSI-63.

## 2.6 Análises estatísticas

As concentrações de coliformes totais e termotolerantes foram comparadas entre as três áreas de estudo e correlacionadas com as variáveis ambientais, variação das marés (quadratura e sizígia) e entre as estações do ano. Para verificar a normalidade e homogeneidade dos dados utilizou-se o Teste Shapiro-Wilk (ZAR, 1999).

Através do teste não paramétrico de Correlação Linear de Spearman (ZAR, 1999) verificaram-se as correlações entre os coliformes totais e termotolerantes e as variáveis ambientais (temperatura, salinidade, pH e pluviosidade).

Utilizou-se o teste não paramétrico Kolmogorov-Smirnov (ZAR, 1999) para correlacionar as concentrações microbiológicas com as variações de marés. Através deste mesmo teste compararam-se as concentrações microbiológicas nas três áreas estudadas.

A Análise de Componentes Principais (PCA) (ZAR, 1999) é uma ferramenta estatística que pode revelar correlações não detectáveis nos testes paramétricos e mesmo não paramétricos convencionais, levando-se em consideração a grande dinâmica do estuário em relação às variáveis ambientais. Através da análise PCA, os dados ambientais e microbiológicos foram correlacionados entre si e em relação às marés de sizígia e quadratura, adotando-se nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

### 3 RESULTADOS

As concentrações médias de coliformes totais, para as três áreas estudadas variaram de 18 NMP/100ml a 156 NMP/100ml, já para os termotolerantes de 9 NMP/100ml a 38 NMP/100ml.

As menores médias geométricas de coliformes totais e termotolerantes ocorreram na estação Mandira, com 18 NMP/100ml e 9 NMP/100ml respectivamente. Verificou-se que os maiores índices de coliformes, sejam totais ou termotolerantes, foram observados na estação Itapitangui com médias de 156 NMP/100ml e 38 NMP/100ml, respectivamente. As amostras da estação Cooperostra apresentaram média de 48 NMP/100ml para coliformes totais e de 22 NMP/100ml para termotolerantes (Tabela 1). Os valores de coliformes termotolerantes nas três estações amostrais estiveram dentro do limite permissível pela CONAMA 357/05.

Tabela 1 – Médias geométricas e valores mínimos e máximos de coliformes totais e termotolerantes nas diferentes estações de coleta (Mandira, Itapitangui e Cooperostra).

<b>Estação</b>	<b>Coliformes</b>	<b>Média (NMP/100ml)</b>	<b>Mínimo (NMP/100ml)</b>	<b>Máximo (NMP/100ml)</b>
Mandira	Totais	18	7	170
Mandira	Termotolerantes	9	2	130
Itapitangui	Totais	156	17	1.600
Itapitangui	Termotolerantes	38	4	1.600
Cooperostra	Totais	48	0	1.600
Cooperostra	Termotolerantes	22	0	300

Utilizando-se o teste estatístico não-paramétrico Kolmogorov-Smirnov ( $p < 0,05$ ), constatou-se que não houve diferença significativa entre as áreas estudadas (Mandira, Itapitangui e Cooperostra), com relação à concentração

de coliformes termotolerantes (Figura 16). Entretanto, para coliformes totais houve diferença significativa entre as Estações Mandira e Itapitangui ( $P=0,01$ ) (Figura 17).

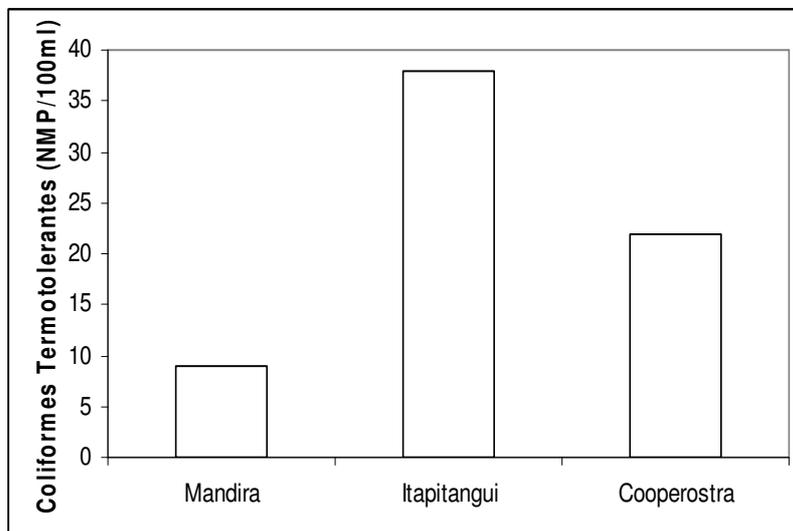


Figura 16 – Médias geométricas de coliformes termotolerantes (NMP/100ml) entre as diferentes áreas de coleta.

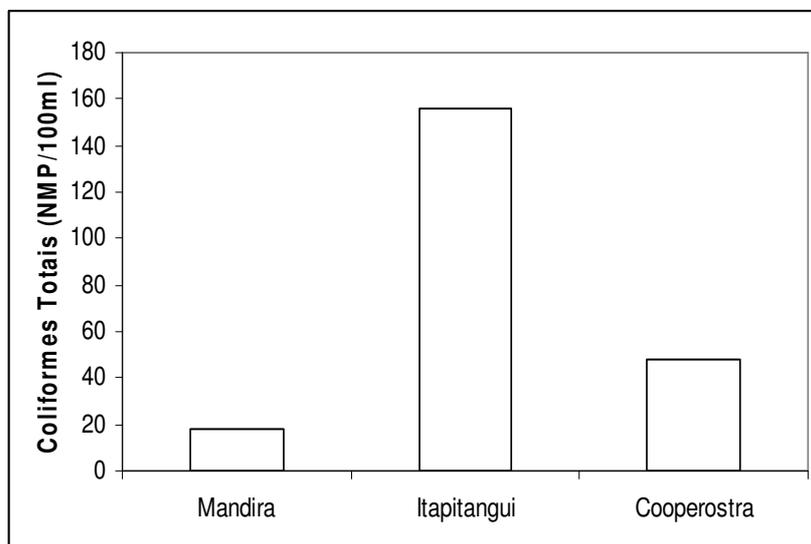


Figura 17 – Médias geométricas de coliformes totais (NMP/100ml) entre as diferentes áreas de coleta.

Durante a maré de quadratura as médias de coliformes totais e termotolerantes para as três áreas agrupadas foram de 53 NMP/100ml e 18 NMP/100ml, respectivamente, ao passo que na maré de sizígia as médias foram de 44 NMP/100ml para coliformes totais e de 22 NMP/100ml para termotolerantes. As maiores médias geométricas de coliformes totais e termotolerantes foram registradas durante a maré de quadratura nas estações do Mandira (Figuras 18 e 19) e do Itapitangui (Figuras 20 e 21), enquanto que na estação Cooperostra (Figuras 22 e 23) foi observada a maior média durante a maré de sizígia.

Encontrou-se diferença significativa (Kolmogorov-Smirnov ( $p < 0,05$ )) entre as marés de quadratura e sizígia e os valores de coliformes totais ( $P = 0,0001$ ). Analisando-se os valores de coliformes termotolerantes verificou-se que não houve diferença significativa entre as marés de quadratura e sizígia ( $P = 0,1$ ), em todas as estações de coleta.

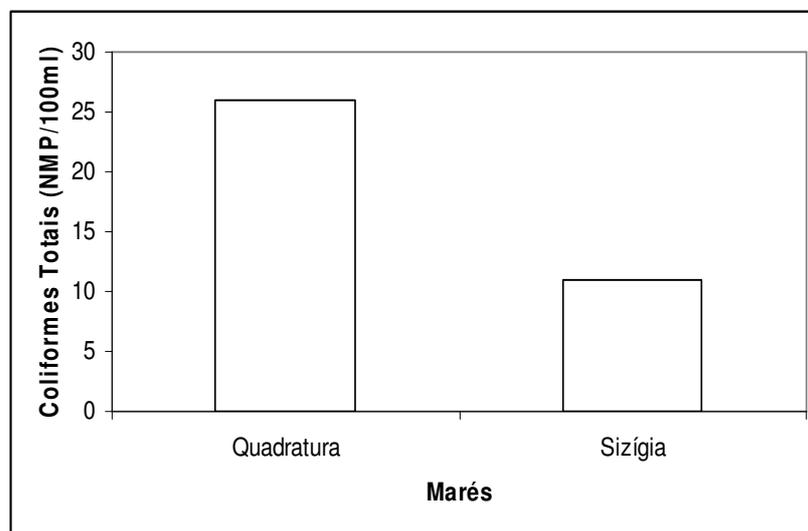


Figura 18 - Médias geométricas de coliformes totais durante as marés de sizígia e quadratura na área do Mandira.

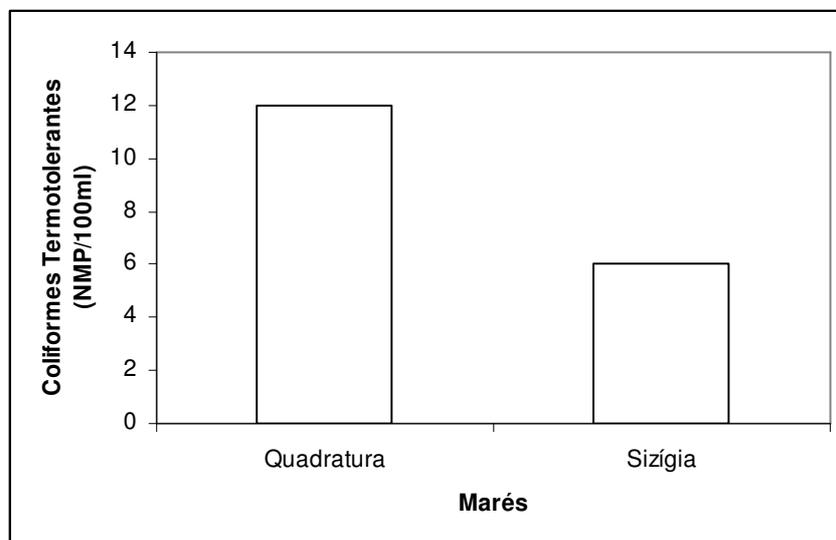


Figura 19 - Médias geométricas de coliformes termotolerantes durante as marés de sizígia e quadratura na área do Mandira.

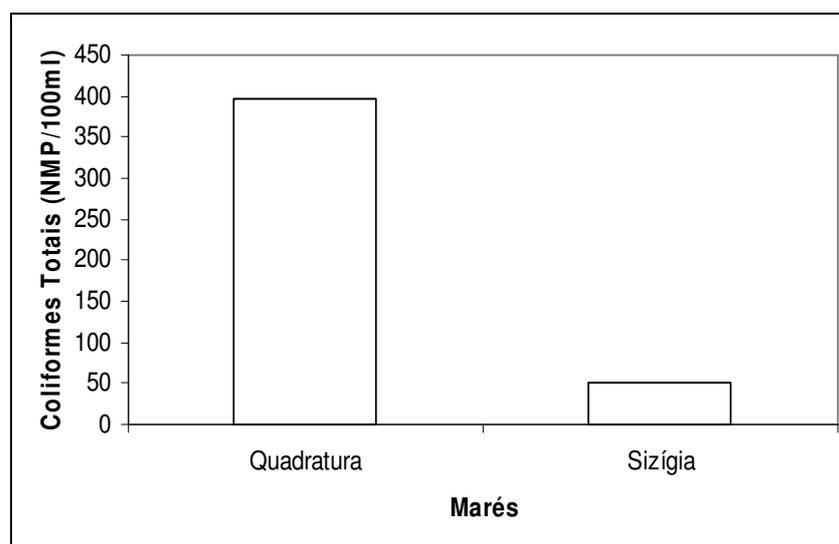


Figura 20 - Médias geométricas de coliformes totais durante as marés de sizígia e quadratura na área do Itapitangui.

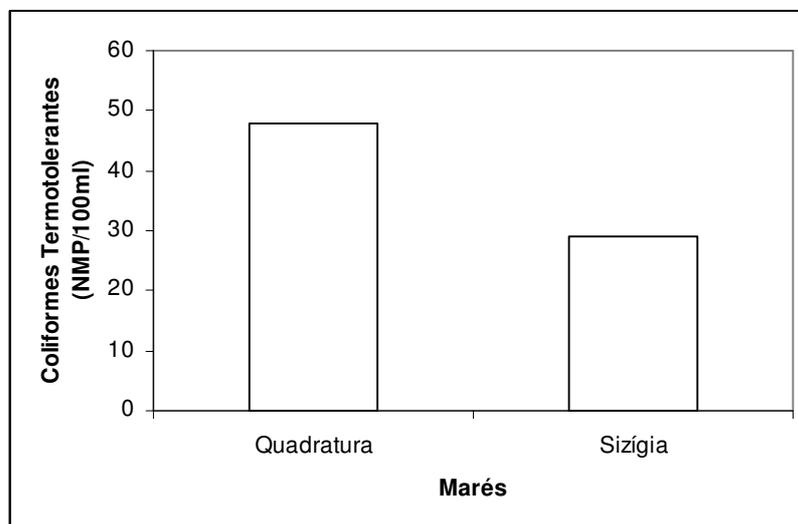


Figura 21 - Médias geométricas de coliformes termotolerantes durante as marés de sizígia e quadratura na área do Itapitangui.

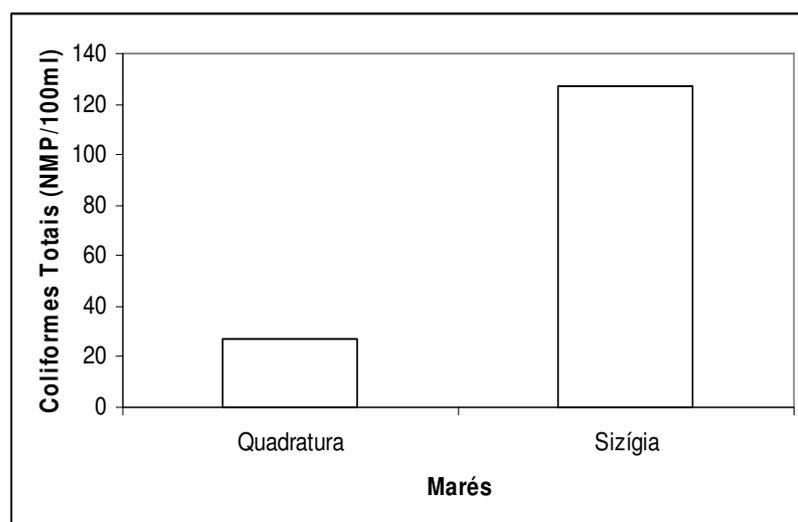


Figura 22 - Médias geométricas de coliformes totais durante as marés de sizígia e quadratura na área da Cooperostra.

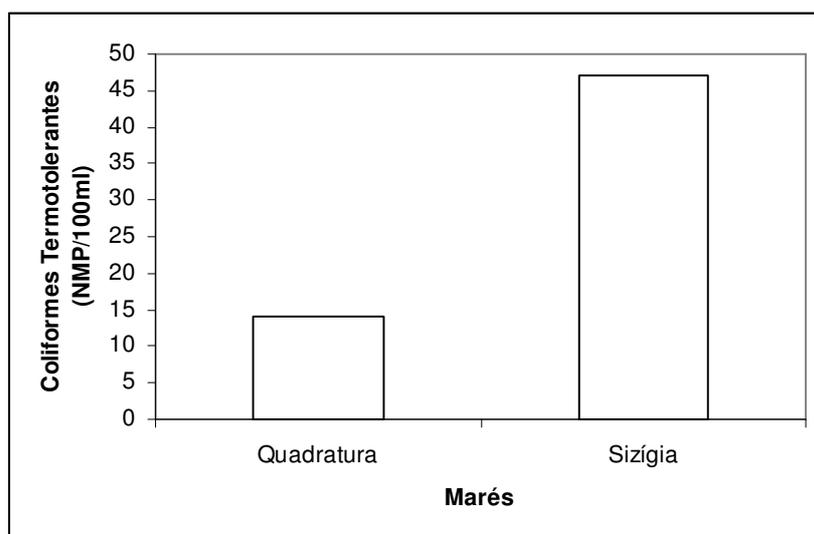


Figura 23 - Médias geométricas de coliformes termotolerantes durante as marés de sizígia e quadratura na área da Cooperostra.

As médias geométricas de coliformes totais foram maiores durante os meses de verão (79 NMP/100ml) e outono (50 NMP/100ml), diminuindo nos meses da primavera (49 NMP/100ml) e inverno (37 NMP/100ml) (Figura 24). Já a variação sazonal referente aos coliformes termotolerantes apresentou maior média na primavera (30 NMP/100ml), sendo que no verão foi de 24 NMP/100ml, no outono de 19 NMP/100ml e no inverno 14 NMP/100ml (Figura 25).

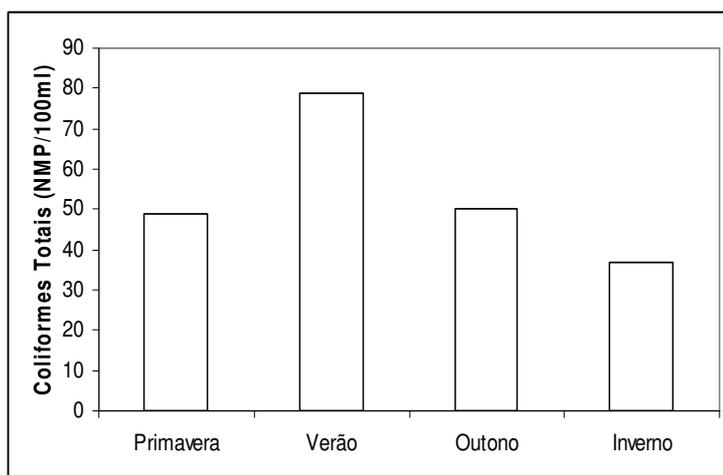


Figura 24 - Variação sazonal de coliformes totais (NMP/100ml).

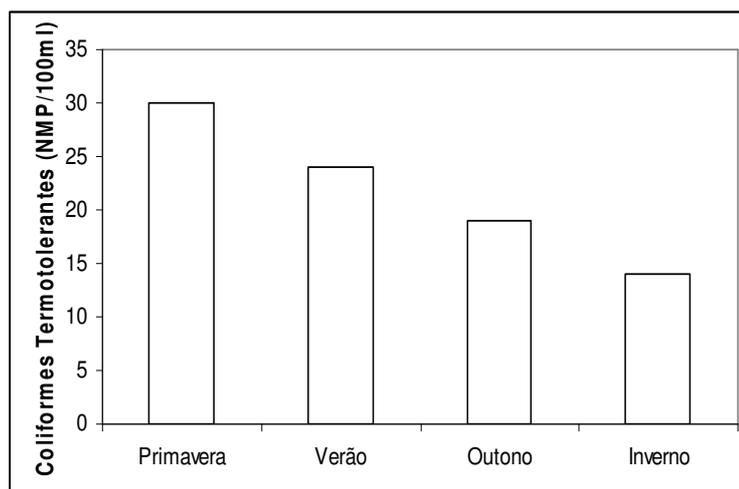


Figura 25 - Variação sazonal de coliformes termotolerantes (NMP/100ml).

Na área Itapitangui, os valores pontuais das amostras, durante os meses de abril (80 NMP/100ml), maio (130 NMP/100ml), outubro (55 NMP/100ml) e novembro (1.600 NMP/100ml), excederam 43 coliformes termotolerantes por 100ml limites permissíveis pela CONAMA 357/05. As amostras da área Mandira apresentaram coliformes termotolerantes acima dos valores toleráveis apenas no mês de dezembro (130 NMP/100ml), ao passo que na Cooperostra nos meses de agosto (300 NMP/100ml), janeiro (90 NMP/100ml), março (300 NMP/100ml), abril (80 NMP/100ml) e setembro (170 NMP/100ml), estiveram fora dos limites aceitáveis.

A menor temperatura registrada no período amostral foi de 17,04 °C na área Itapitangui, no mês de agosto, ao passo que a maior, 28,4 °C, foi registrada no mês de fevereiro, na Cooperostra. De acordo com a Análise de Correlação Linear Simples (Spearman) não se observou correlação entre a temperatura da água e a concentração de coliformes totais e de termotolerantes ( $r = 0,08$  para totais e  $r = -0,006$  para termotolerantes) (Tabela 2).

A salinidade durante o período de coleta, nas diferentes estações, variou entre 0,2 (valor registrado no mês de novembro na área do Itapitangui) e 25,4 (registrada no mês de agosto para a área da Cooperostra). Verificou-se uma

correlação negativa (Spearman) entre a salinidade e os níveis de coliformes totais ( $r = -0,35$ ) e termotolerantes ( $r = -0,40$ ) (Tabela 2).

Quanto ao pH, durante o período amostral variou de 5,89 (valor registrado na área Cooperostra no mês de setembro) a 8,26 (valor registrado no mês de setembro para a área da Cooperostra). Este parâmetro não apresentou nenhuma correlação (Spearman) com as concentrações de coliformes totais e termotolerantes ( $r = 0,19$  para totais e  $r = 0,09$  para termotolerantes) (Tabela 2).

Através da correlação linear (Spearman), correlacionando o valor dos coliformes totais com a pluviosidade encontrou-se uma correlação positiva entre as duas variáveis ( $r = 0,36$ ). Para os coliformes termotolerantes ( $r = 0,28$ ) observou-se apenas uma tendência de aumento em relação à pluviosidade (Tabela 2).

Alguns parâmetros estiveram correlacionados entre si. A temperatura com a pluviosidade ( $r = 0,44$ ), temperatura com a salinidade ( $r = -0,32$ ) e a temperatura com o pH ( $r = -0,36$ ) (Tabela 2).

Tabela 2 - Correlação linear de Spearman entre os coliformes totais e termotolerantes e as variáveis ambientais (temperatura, pluviosidade, salinidade e pH). (Em **negrito** os valores que obtiveram correlação).

Variáveis	R	t (N-2)	p (<0,05)
Colif. Totais / Colif. Termot.	<b>0,88</b>	<b>11,77</b>	<b>0,00</b>
Colif. Totais / Temperatura	0,08	0,41	0,67
Colif. Totais / Pluviosidade	<b>0,36</b>	<b>2,41</b>	<b>0,02</b>
Colif. Totais / Salinidade	<b>-0,35</b>	<b>-2,55</b>	<b>0,01</b>
Colif. Totais / pH	0,19	1,00	0,32
Colif. Termot. / Temperatura	0,006	0,69	0,49
Colif. Termot. / Pluviosidade	<b>0,28</b>	<b>1,86</b>	<b>0,05</b>
Colif. Termot. / Salinidade	<b>-0,40</b>	<b>-2,91</b>	<b>0,04</b>
Colif. Termot. / pH	0,09	0,90	0,37
Temperatura / Pluviosidade	<b>0,44</b>	<b>3,02</b>	<b>0,004</b>
Temperatura / Salinidade	<b>-0,32</b>	<b>-2,11</b>	<b>0,041</b>
Temperatura / pH	<b>-0,36</b>	<b>-2,41</b>	<b>0,020</b>

## Análise Multivariada

A correlação linear entre os dados ambientais, os coliformes totais e termotolerantes e entre as marés (quadratura e sizígia) foram obtidos através da Análise dos Componentes Principais (PCA). Segundo os resultados observados na figura, o componente I representou 60,28% da variação, relacionando negativamente os níveis de coliformes totais e termotolerantes em relação às marés quadratura e sizígia, demonstrando uma diferença significativa entre os índices de coliformes nas diferentes marés (Figura 26). O segundo componente (II) representou 34,78% das variações evidenciando uma relação positiva entre a pluviosidade e temperatura e negativa com a salinidade e com o pH (Figura 26). Observou-se uma correlação negativa entre os índices de coliformes totais e termotolerantes com a salinidade, em ambas as marés. Houve também, uma correlação positiva entre a pluviosidade com os coliformes totais e termotolerantes (Figura 26).

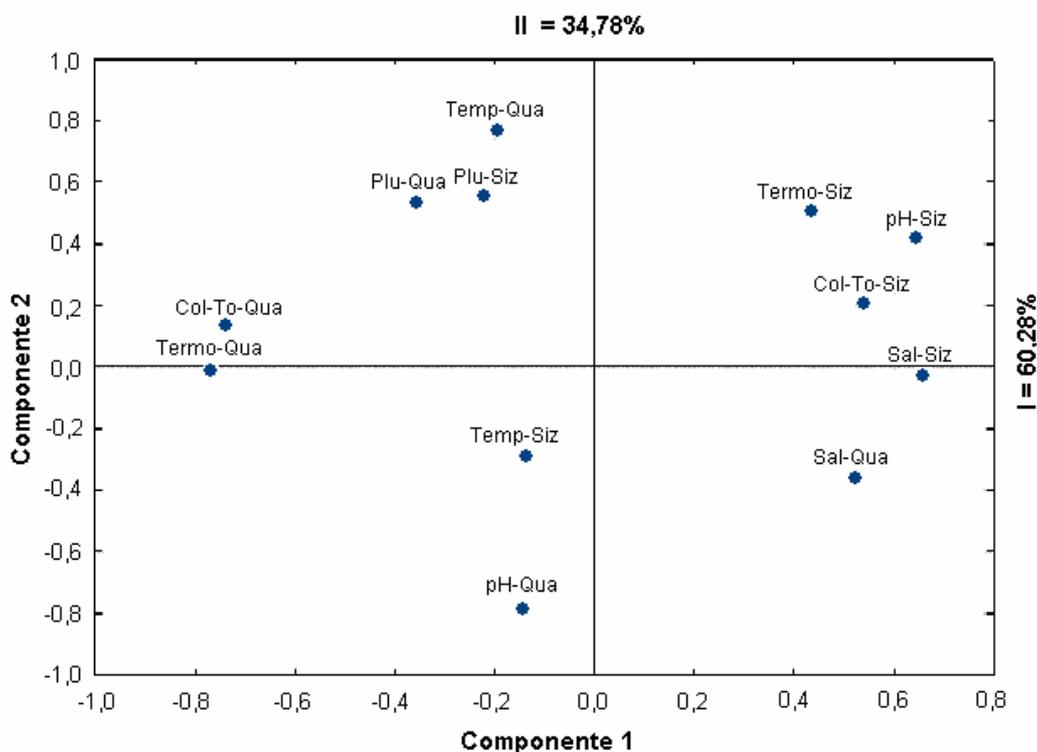


Figura 26 - Correlação linear entre os dados ambientais, coliformes totais e termotolerantes e entre as marés (quadratura e sizígia) - Análise dos Componentes Principais (PCA).

## 4 DISCUSSÃO

A importância para se monitorar os índices de contaminação por coliformes fecais nas águas do estuário de Cananéia prende-se ao fato de que esta região é considerada um importante meio de pesca e utilizada para fins de aquicultura e porque as bactérias do grupo coliformes são ainda consideradas os principais indicadores de contaminação fecal, tendo grande importância para relacionar qualidade de água com saúde (BARBIERI e MACHADO, 2006). Este indicador é de grande significado, uma vez que no país ainda é muito relevante a agenda tradicional de saúde, especialmente no que se refere às doenças de veiculação hídrica, transmitidas pela via fecal-oral. Alguns autores (LIZÁRRAGA-PARTIDA e CÁRDENAS, 1996; BARROS *et al.*, 2005; BARBIERI e MACHADO, 2006; RISTORI *et al.*, 2007;) vêm utilizando a enumeração de agentes bacterianos a fim de detectar a presença de contaminação nas águas de cultivo de moluscos bivalves, objetivando verificar possíveis riscos que estes organismos podem gerar quando destinados ao consumo humano.

LIZÁRRAGA-PARTIDA E CÁRDENAS (1996) ao estudarem a influência da circulação das águas e os níveis de bactéria em uma área de cultivo de mexilhões, observaram que os coliformes termotolerantes nas águas de superfície tiveram níveis consideravelmente baixos, estando de acordo com os limites permissíveis pela legislação Mexicana e pelas agências de saúde dos Estados Unidos. O mesmo foi observado nesta pesquisa, onde nas três áreas estudadas (Mandira, Itapitangui e Cooperostra), os níveis de coliformes termotolerantes apresentaram-se dentro dos limites previstos pela legislação brasileira CONAMA 357/05.

A contaminação fecal detectada na área do Itapitangui, bairro localizado na parte continental do município, pode ser proveniente do lançamento de efluentes de esgoto doméstico no ambiente. Os altos índices de coliformes também podem estar relacionados a eventos chuvosos anteriores ao período de coleta, os quais carregam sedimentos e material orgânico proveniente do continente. GALVÃO (2004) afirma que altos índices de pluviosidade contribuem para o aumento da contagem bacteriana de águas de cultivo,

porém, SANT'ANNA e DALFIOR (2004) estudando a influência da pluviosidade nas concentrações de coliformes termotolerantes verificaram que não houve correlação do período chuvoso com o aumento ou diminuição do índice de poluição na água. As altas concentrações verificadas na área da Cooperostra, (depuradora de ostras localizada na ilha de Cananéia) possivelmente estão relacionadas com a proximidade do bairro Porto Cubatão, uma área urbana onde a falta de saneamento básico constitui fonte permanente de poluição do estuário por resíduos orgânicos e esgotos domésticos. Próximo a esta área existe também um emissário responsável pelo lançamento de 50% do esgoto de Cananéia. Esse esgoto é tratado, porém trata-se apenas de um tratamento primário onde boa parte dos microorganismos presentes não é eliminada, o que provavelmente contribuiu para a grande contaminação ali verificada. MACHADO *et al.* (2000) em estudos para avaliar a qualidade da água como subsídio para extração, manejo e cultivo de ostras, no bairro do Porto Cubatão (local próximo dos locais de despejos de esgoto), em Cananéia, observaram níveis significativos de contaminação nesta área. Também BARBIERI e MACHADO (2006), ao avaliarem a distribuição da concentração de coliformes termotolerantes no Mar de Cubatão, na área Cooperostra, verificaram que, para coliformes termotolerantes, em todos os meses estudados a maioria dos valores foram superiores ao permitido por lei. Nesta pesquisa constatou-se que as amostras, nestas duas áreas, excederem os valores permissíveis pela Resolução 357/05 do CONAMA na maioria dos meses amostrados, porém, ao calcular a média geométrica constatou-se que os valores estiveram dentro dos permissíveis pela Resolução.

RISTORI *et al.* (2007) realizaram uma avaliação do nível de bactérias patogênicas associadas à ostra *Crassostrea rizophorae* e à água estuarina ao longo da costa sul do Brasil, onde verificaram a presença de contaminação na água por microorganismos dos tipos *Salmonella*, *Aeromonas* e *Vibrio vulnificus*. Os índices de coliformes termotolerantes foram de 60%. Nas amostras de ostra, 80%, 70%, e 10% apresentaram contaminação por *Vibrio vulnificus*, *Aeromonas* e *Salmonella*, respectivamente. Os coliformes termotolerantes foram detectados em 40% das amostras tratadas de ostras, sugerindo um risco significativo de microorganismos patogênicos nos organismos, o que denota a

existência de contaminação na água. Também dados obtidos por BARROS *et al.* (2005), revelaram elevados percentuais de bactérias do grupo coliformes fecais nas ostras comercializadas na Praia do Futuro (CE), sendo que o NMP de coliformes termotolerantes nas ostras coletadas variou de 4 a 930 g<sup>-1</sup> e de 4 a 430 g<sup>-1</sup> em dois pontos amostrais, sugerindo que a baixa qualidade microbiológica destes moluscos provavelmente se deve ao elevado nível de contaminação por coliformes termotolerantes no ambiente aquático da região.

MENDES *et al.* (2002), em estudos realizados para avaliar a contaminação microbiológica de ostras consumidas na grande Recife (PE), relataram que o índice de contaminação da água de cultivo é dependente de alterações sazonais. Os autores observaram que nos meses de verão, o NMP de coliformes foi significativamente menor, provavelmente devido ao aumento da salinidade, em consequência da maior evaporação. Porém, no presente estudo constatou-se que os maiores valores de coliformes totais ocorreram nos meses de verão e do outono e termotolerantes nos meses da primavera e do verão, isto ocorreu, possivelmente, em virtude dos altos índices pluviométricos observados na região nessa época do ano e também devido ao incremento do afluxo de turistas na região. Observou-se que os menores níveis de coliformes presentes ocorreram no inverno, discordando com os resultados obtidos por KOLM e ANDRETTA (2003), que relataram que a biomassa bacteriana presente na água do Córrego do Perequê (Pontal do Sul – PR) foram maiores no mês de julho, pois este período foi caracterizado por altas pluviosidades que podem ter interferido na variação das bactérias na água. Já RISTORI *et al.* (2007), em estudos na região de Cananéia (SP), observaram um aumento dos coliformes termotolerantes no verão, provavelmente devido aos altos índices pluviométricos e ao aumento da população flutuante nesta época do ano.

Neste estudo, apesar das variações de salinidade não terem sido tão acentuadas, os resultados mostraram uma correlação negativa entre este parâmetro e a concentração de coliformes, ou seja, houve uma diminuição no número de bactérias com o aumento da salinidade. Em estudos na região da pluma estuarina da Lagoa dos Patos (RS), ABREU *et al.* (1995) observaram que a produção bacteriana foi menor em águas costeiras de maior salinidade,

sendo este parâmetro um dos principais fatores controladores do crescimento bacteriano. No entanto, SÁLAN (2005) informa que bactérias do grupo coliformes têm pouca tolerância a altas salinidades, concluindo que, a detecção de coliformes no ambiente demonstra uma descarga constante de matéria fecal. A amplitude de variação da salinidade em regiões costeiras, principalmente em estuários, é muito grande, sendo assim, pode-se encontrar neste ecossistema bactérias halofílicas que possuem adaptações para tolerar salinidades elevadas, bactérias halotolerantes, as quais toleram níveis de salinidade intermediária e as halofóbicas que vivem em águas com baixo teor de sal, sobrevivendo por pouco tempo em altas salinidades (KOLM e ANDRETTA, 2003).

Os resultados aqui obtidos concordam com o trabalho de ALMEIDA *et al.* (2004), que verificaram não haver correlação entre o pH e o NMP de coliformes da água. Também concordam com SILVA *et al.* (2003), que ao correlacionarem a temperatura e o pH da água na área de cultivo e os níveis de contaminação encontrados em ostras, verificaram que não houve correlação entre esses parâmetros com o aumento da contaminação. GALVÃO *et al.* (2006), ao avaliarem a qualidade microbiológica das águas de cultivo e dos mexilhões cultivados na região de Ubatuba (SP), encontraram indícios de contaminação microbiológica tanto na água como na carne dos mexilhões, porém, constataram que estes valores não estavam relacionados com o pH. As variações do pH podem estar relacionadas com as marés, pois KOLM e ANDRETTA (2003) relataram que durante as marés altas a variação foi significativamente mais elevada do que durante as marés baixas.

Durante o período estudado a temperatura não apresentou correlação com os coliformes, possivelmente devido a pouca amplitude de variação, além do que, normalmente, a temperatura da água tem menor variação do que a do ar ou do solo, impedindo mudanças bruscas na temperatura do meio aquático (TOMMASI, 1979).

Verificou-se que alguns parâmetros estiveram correlacionados entre si, como a temperatura, pluviosidade, salinidade e o pH. Estas correlações

demonstraram que um parâmetro pode interagir com o outro sinergindo ou antagonizando, podendo interferir as concentrações de coliformes. Ambientes estuarinos estão sujeitos a variações ambientais constantes que dependem das condições climáticas e hidrológicas, também estão suscetíveis à influência antrópica que pode alterar suas características ambientais. KOLM *et al.* (2002) que ao avaliarem as variáveis ambientais com a biomassa bacteriana na baía de Paranaguá e de Antonina (PR) verificaram a existência de uma relação direta entre a salinidade e a transparência da água e negativa quanto à matéria orgânica particulada, a biomassa bacteriana e os coliformes totais, também concluíram que a influência antrópica pode alterar as características ambientais das regiões litorâneas, como influenciar no índice bacteriano de uma maneira direta ou indireta, qualitativa ou quantitativa.

A região de Cananéia é caracterizada por variações consideráveis nos índices pluviométricos. As chuvas contribuem para as contaminações nas águas, pois podem carrear esgotos, lixos e outros detritos para as áreas costeiras, como praias e estuários, produzindo um aumento considerável na densidade do número de bactérias presentes nas águas. Verificou-se neste trabalho uma correlação positiva entre a concentração de coliformes e a pluviosidade, porém essa correlação é baixa quando comparada com os resultados obtidos por BARBIERI e MACHADO (2006), que ao avaliarem a qualidade microbiológica da água de cultivo de ostras, verificaram alta correlação dos índices de coliformes totais ( $r = 0,86$ ) e coliformes termotolerantes ( $r = 0,79$ ) com a pluviosidade. LIZÁRRAGA-PARTIDA e CÁRDENAS (1996) afirmam que o índice pluviométrico interfere no aumento da contagem microbiana da água de cultivo, pois a água da chuva carrega resíduos domésticos e de esgotos para os cursos d'água. KOLM e ABSHER (1995) encontraram uma correlação entre a concentração bacteriana e a pluviosidade elevada nas águas de superfície das baías de Paranaguá e Antonina (PR). Também MACHADO *et al.* (2000), em estudos realizados em Cananéia, obtiveram níveis de contaminação relacionados com variações sazonais com tendência à redução nos meses mais frios e menos chuvosos e aumento quando das precipitações pluviométricas. A baixa correlação entre índices de pluviosidade e concentração de coliformes na água registrada no

presente trabalho deve-se provavelmente ao pequeno número de amostras coletadas e ao curto período amostral.

Muitos fatores podem influir na sobrevivência de microorganismos nos ecossistemas estuarinos, dependendo principalmente de condições ambientais, entre as quais as marés. A variação da maré pode influir de maneira incisiva na contaminação das águas, pois durante as marés cheias, as águas agem no sentido de barrar cursos d'água que possam estar contaminados, enquanto que na vazante ocorre uma drenagem das águas superficiais para o mar. Os resultados aqui obtidos indicam influência significativa da maré sobre a concentração de coliformes totais ( $P=0,0001$ ), porém, não houve diferença significativa para os coliformes termotolerantes ( $P=0,1$ ). Neste estudo, os maiores valores de coliformes nas áreas do Mandira e do Itapitangui se deram na maré de quadratura, enquanto que na área da Cooperostra os maiores valores ocorreram durante a maré de sizígia, isto se deve, possivelmente, à renovação constante de água durante este ciclo de maré, onde as águas foram carregadas mais vezes durante o dia do bairro do Porto Cubatão para a área de cultivo da Cooperostra. KOLM e ANDRETTA (2003), estudando a contaminação bacteriana do córrego do Perequê, Pontal do Sul (PR), evidenciaram uma relação direta entre as marés e a concentração de coliformes, sendo que os maiores valores registrados foram durante a baixa-mar de quadratura no mês de julho. No entanto, ainda segundo esse autor, esse período foi caracterizado por altas pluviosidades, o que também pode ter influenciado a alta concentração registrada.

Pode-se dizer que a capacidade de autodepuração de cada corpo de água corrente é uma característica particular e, em seu próprio contexto, altamente variável. Daí decorre a dificuldade de se estudar características generalizadoras desses processos. Conforme VELZ (1984) o caráter dos recursos hídricos é dinâmico e complexo (por exemplo, ressaltam-se as regiões estuarinas, com suas variações espaciais e temporais). Ainda, segundo SCHULZ (2001) o equilíbrio estável no ambiente hidrológico pode ser estabelecido através de interações complexas entre a água, o canal de

escoamento e a cobertura de vegetação, os quais são relativamente variáveis no tempo.

A natureza dos sistemas de drenagem é radicalmente influenciada pela fisiografia (em uma bacia razoavelmente estável, os fatores determinantes como o clima, precipitação, temperatura, velocidade do vento, pressão de vapor, radiação solar, são altamente variáveis no tempo e no espaço), que induz a variações no escoamento e na capacidade de assimilação de resíduos (CUNHA *et al.*, 2004; McCUTHEON e FRECH, 1989; LUNG, 1993; SIQUEIRA, 1996; SIQUEIRA, 1997). Isto influencia nas características dos canais, os quais têm um papel maior sobre a dispersão, diluição ou autodepuração dos corpos de água, influenciando desta maneira a concentração de coliformes. Por esse motivo deve-se utilizar, análise multivariada para se analisar realmente as tendências dos vários fatores que estão se correlacionando.

Nesta pesquisa seguiram-se os padrões para corpos d'água estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA em sua Resolução 357/2005 que determina que para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43NMP/100ml. Logo, de acordo com esta resolução, os resultados permitem concluir que a área Mandira mostrou-se própria para o cultivo da ostra, pois os níveis bacteriológicos da água apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos, na quase totalidade das amostras analisadas. Na Cooperostra, a maioria das amostras estiveram dentro dos limites permissíveis, porém por se tratar de uma área onde está localizada a depuradora há necessidade de um monitoramento constante, a fim de detectar e minimizar possíveis contaminações. Nas águas da área do Itapitanguí, os níveis de coliformes termotolerantes excederam os valores permissíveis em algumas amostras, porém ao calcular a média geométrica o resultado apresentou-se dentro dos limites estabelecidos por esta resolução.

Para garantir a qualidade dos moluscos a serem consumidos, torna-se essencial o desenvolvimento de programas de monitoramento permanente da

qualidade da água de cultivo de ostras, a fim de minimizar os riscos de ingestão dos bivalves contaminados pelo consumidor. Dos resultados aqui obtidos verificou-se que o simples diagnóstico das condições ambientais das áreas de cultivo é insuficiente para esse fim, devido às flutuações dos índices de contaminação ao longo do ano. Assim, um programa de monitoramento permanente seria adequado não só para a avaliação do potencial das áreas monitoradas para a maricultura, como também constituiria importante ferramenta para a compreensão da relação entre essa contaminação e as variáveis ambientais envolvidas.

## 5 CONCLUSÕES

A área Mandira mostrou boas condições para o cultivo em termos da concentração de coliformes, de acordo com a legislação em vigor.

A atividade da ostreicultura pode ser realizada nas áreas Itapitangui e Cooperostra, pois estas apresentaram-se dentro dos limites permissíveis pela CONAMA 357/05.

Foi constatada diferença significativa entre as marés de quadratura e sizígia, tanto para os coliformes totais quanto para os termotolerantes, indicando maior contaminação durante a maré de quadratura nas áreas Mandira e Itapitangui. Já a área da Cooperostra apresentou maior contaminação na maré de sizígia.

A pluviosidade apresentou uma correlação positiva com os coliformes (totais e termotolerantes).

Verificou-se uma correlação linear negativa entre a salinidade e os índices de coliformes totais e termotolerantes.

## 6 RECOMENDAÇÕES

Em trabalhos futuros seria importante avaliar a qualidade microbiológica das ostras cultivadas, para assim, verificar a contaminação diretamente nos organismos cultivados.

A adoção de medidas preventivas é extremamente importante para verificar a contaminação em organismos oriundos da maricultura, considerando surtos de doenças que podem estar relacionadas ao consumo deste alimento, devido ao acúmulo de organismos patogênicos e de contaminantes presentes na coluna d'água (MORAES *et al.*, 2000). Sendo assim, para a colheita dos moluscos bivalves devem ser selecionadas áreas livres de contaminação e, preferencialmente, depuração após a colheita.

Evitar que a colheita das ostras seja efetuada após intensos períodos de chuvas.

Para o desenvolvimento responsável e sustentável dessa atividade são necessários um cuidadoso planejamento participativo quanto ao ordenamento dos cultivos e um criterioso manejo dos mesmos, como forma de prevenir e reduzir os problemas sociais e ambientais resultantes da implantação da maricultura (PEREIRA *et al.*, 2000).

Visto a necessidade de proteção dos ambientes aquáticos importantes para as atividades econômicas de turismo, pesca e aquicultura, medidas de saneamento básico devem ser tomadas visando a eliminação ou diminuição dos riscos de contaminação nestes ecossistemas.

Visando a melhoria da qualidade dos produtos provindos da maricultura e a diminuição de possíveis riscos à saúde pública, recomenda-se que as áreas de cultivo sejam submetidas à programas de monitoramentos regulares, com devida depuração dos organismos aquáticos, antes de serem destinados ao consumo.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, P.C.; GRANÉLI, H.W.; ODEBRECHT, C. 1995 Produção fitoplanctônica e bacteriana na região da pluma estuarina na Lagoa dos Patos – RS, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande do Sul, 17(1): 35-52.
- ADAIME, R.R. 1985 *Produção de Bosque de Mangue da Gamboa Nóbrega (Cananéia, 25 Graus, Lat S – Brasil)*. São Paulo. 305p. (Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, USP).
- ALMEIDA, R.M.A.; HUSSAR, G.J.; PERES, M.R.; FERRIANI JR., A.L. 2004 Qualidade microbiológica do Córrego “Ribeirão dos Porcos” no município de Espírito Santo do Pinhal – São Paulo. *Revista Engenharia Ambiental*, Espírito Santo do Pinhal, 1(1): 51-56.
- APHA; AWWA; WEF. 1998 Standard methods for the examination of water and Wastewater. Washington: APHA (20).
- APHA; AWWA; WEF. 2005 Multiple tube fermentation technique for members of the coliform group. In: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington DC: APHA (21).
- AKABOSHI, S.; PEREIRA, O.M. 1981 Ostreicultura na região lagunar-estuarina de Cananéia, São Paulo, Brasil. 1. Captação de larvas de ostras *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819), em ambiente natural. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 8(único): 87-104.
- BARARDI, C.R.M.; SANTOS, C.S.; SIMÕES, C.M.O. 2001 Ostras de qualidade em Santa Catarina. *Ciência hoje*, Rio de Janeiro, 29:(172) 70-73.
- BARBIERI, E. 1995 *Avaliação do Impacto Ambiental na parte Sul da Ilha Comprida (Litoral Sul do Estado de São Paulo)*. São Paulo. 250p. (Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP).
- BARBIERI, E.; CAVALHEIRO, F. 2000 Diagnóstico do Impacto Ambiental na Parte Sul da Ilha Comprida (Litoral Sul de São Paulo). V *SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS BRASILEIRO: CONSERVAÇÃO*. p.338-348.
- BARBIERI, E.; MACHADO, I.C. 2006 Qualidade microbiológica da água de cultivo de Ostra (*Crassostrea brasiliiana*) comercializada em Cananéia (SP), Brasil. Comunicação Científica. In: *IV CONGRESSO IBEROAMERICANO VIRTUAL DE ACUICULTURA*. CIVA: 1-8. Disponível em: <http://www.civa2006.org>. Acesso em: 01 fev. 2008.
- BARDACH, J.; RYTHER, J.; Mc LARNEY, W. 1973 Oyster culture, In: *Acuaculture*. 36 ed. New York: John Wiley e Sons. 675-742p.
- BARREIRA-ALBA, J.J.; GIANESELLA, S.M.F.; HARARI, J.; MIRANDA, L. B.;

- MOSER, G.A.O.; NISHIHARA, L.; PICARELLI, S. S.; SALDANHA-CORRÊA, F.M.P.; JAKOVAC, A.C.C.; RICCI, F.P.; MELLO, R.L. 2002 Transporte de Ferro e Silicato Dissolvidos nas Entradas do Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape. In: *II CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS AMBIENTAIS*, Santos, Brasil. Julho de 2001.
- BARREIRA-ALBA, J.J. 2004 *Dinâmica Metabólica e Transporte de Propriedades no Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape*. São Paulo. 405p. (Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico, USP).
- BARROS, L.M.O.; THEOPHILO, G.N.D.; COSTA, R.N.; RODRIGUES, D.P.; VIEIRA, R.H.S.F. 2005 Contaminante fecal da ostra *Crassostrea rhizophorae* comercializada na Praia do Futuro, Fortaleza-Geará. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, 36(3): 285-289.
- BEIRÃO, H.; TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.M. 2000 Processamento e industrialização de moluscos. In: *SEMINÁRIO E WORKSHOP TECNOLOGIAS PARA O APROVEITAMENTO INTEGRAL DO PESCADO*. Campinas: ITAL, Centro de Tecnologia de Carnes: 38-84p.
- BUENO, L.F.; GALBIATTI, J.A.; BORGES, M.J. 2005 Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde – Conchal – SP. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 25(3): 742-748.
- CABELLI, V.J.; DUFOUR, A.P.; McCABE, D.J.; LEVIN, M.A. 1983 A marine recreational water quality criterion consistent with indicator concepts and risk analysis. *Journal of Water Pollution Control Federation*, Washington, 55(10): 1306-1314.
- CAVALCANTE, C.E.M.H.; SILVA, V.L.; SALGUEIRO, A.A. 1998 Avaliação microbiológica da água do Riacho Cavouco, Recife – PE. *Higiene Alimentar*, São Paulo, 12(57): 45-49.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). 1978 *Determinação do Número Mais Provável de coliformes totais e fecais pela técnica de tubos múltiplos*. Normalização Técnica, São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. L5.202: 1-21p.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). 1978 *Poluição das águas no estuário e Baía de Santos*. São Paulo, 2p.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). 1988 *Guia de coleta e preservação de amostras de água*. São Paulo.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). 2003 *Relatório de balneabilidade das praias paulistas 2002*. São Paulo, 2003: 206p.

- CONAMA. Resolução nº 274, de novembro de 2000 Dispõe sobre a qualidade das águas utilizadas para fins de balneabilidade. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, 08 de janeiro de 2001.
- COOK, D.W. 1991 Microbiology of bivalves molluscan shellfish. In: WARD, D.R.; HACKNEY, C. *Microbiology of marine food products*, New York: Van Nostrand Reinhold, 2: 19-34.
- CRISPINO, R.L. 2001 *Caracterização Ecomorfológica de algumas espécies da ictiofauna do complexo estuarino-lagunar de Iguape- Cananéia , São Paulo, Brasil*. São Paulo. 202p. (Tese Doutorado. Instituto Oceanográfico, USP).
- CUNHA A.C., CUNHA H.F.A, JÚNIOR A.C.P.B., DANIEL L.A., SCHULZ H.E. 2004 Qualidade microbiológica da água em rios de áreas urbanas e periurbanas no baixo Amazonas: o caso do Amapá. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, 9(4): 234-40.
- DAME, R. F. 1996 Organismic level processes. *Ecology of marine bivalves: an ecosystem approach*. New York: CRC Press, (3): 35-74.
- FAO. 2002 El estado de los recursos pesqueros: tendencias de la producción. Aprovechamiento y comercio. Disponível em: <http://www.fao.org/DOCREP/003/X8002S04 .htm> Acesso em 10 julh. 2002.
- GALVÃO, J.A.; FURLANI, E.F.; SÁLAN, E.O; PORTO, E.; OETTERER, M. 2006 Características físico-químicas e microbiológicas (*Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus*) da água e dos mexilhões cultivados em Ubatuba, SP. *Ciências Agrotécnicas*, Lavras, 30(6): 1124-1129.
- GARCIA, T.R. 2005 *Impactos da implantação de uma cooperativa de produção de ostras junto a comunidades extrativistas caiçaras do Litoral Sul/SP: um estudo de caso*. São Paulo. 110p. (Dissertação de Mestrado. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP).
- GELLI, V.C.; PEREIRA, R.T.L.; GIFFONI, B.B.; ALVES, M.R.P. 1998 Caracterização da mitilicultura no Litoral Norte de São Paulo. *SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA. RESUMOS*. Porto Alegre: Editora Universitária, (11): 37-40.
- GIANESELLA, S.M.F.; Di Paolo, C.; Cunha, D.R.; Cerqueira, E.; Saldanha-Correa, F.M.P.; Barrera-Alba, J.J. 2003 Influência do Máximo de Turbidez Estuarina (MTE) sobre a Biomassa Fitoplanctônica na Região de Cananéia. *TRABALHO DE EVENTO, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo – IOUSP*. São Paulo.
- GUILHERME, E.F.M.; SILVA, J.A.M; OTTO, S.S. 2000 *Pseudomonas aureginosa*, como indicador de contaminação hídrica. *Higiene Alimentar*, São Paulo, 14(76): 43-47.

- HAGLER, A.N.; HAGLER, L.C.S.M. 1988 Indicadores microbiológicos de qualidade sanitária. 3 ed. ROITMAM, I.; TRAVASSOS, R.L.; AZEVEDO, J.L. *Tratado de Microbiologia*. São Paulo: Manole. 88-96p.
- KOLM, H.E.; ABSHER, T.M. 1995 Spatial and temporal variability of saprophytic bacteria in the surface waters of Paranaguá and Antonina Bays, Paraná, Brazil. *Hydrobiologia*, Espanha, 308: 197-206.
- KOLM, H. E.; ANDRETTA, L. 2003 Bacterioplankton in different tides of the Perequê tidal creek, Pontal so Sul, Paraná, Brazil. *Brasilian Journal of Microbiology*, São Paulo, 34: 97-103.
- KOLM, H.E.; SCHOENENBERGER, M.F.; PIEMONTE, M.R.; SOUZA, P.S.A.; SCÜHLI, G.S; MUCCIATTO, M.B.; MAZZUCO, R. 2002 Spatial variation of bacteria in surface water of Paranaguá and Antonina Bays, Paraná, Brazil. *Brasilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, 45(1): 27-34.
- KUTNER, T.C.S.S. 1997 *Estudo dos Padrões de Variação Temporal de Respostas Fisiológicas da Comunidade Fitoplanctônica de Cananéia (25° S, 48' W) sob diferentes regimes de luz e nutrientes*. São Paulo. 208p. (Tese Doutorado. Instituto Oceanográfico, USP).
- LIZÁRRAGA-PARTIDA, M.L.; CÁRDENAS, G.V. 1996 Influence of water circulation on marine and fecal bacteria in mussel-growing area. *Marine Pollution Bulletin*, New York, 32(2): 196-201.
- LUNG, S.W. 1993 *Water quality modeling. Application to Estuaries*. 3 ed. Boca Raton: CRC Press, 3p.
- MACHADO, I.C.; KOGA, S.M.; WOIOECHOVSKY, E.; GELLI, D.S. 2000 Estudo da ocorrência de contaminação orgânica no estuário de Cananéia-SP, Brasil, com subsídio para a extração, manejo e cultivo da ostra do mangue *Crassostrea brasiliana*: avaliação da qualidade da água. *Higiene Alimentar*, São Paulo, 14(72): 66-75.
- MARQUES, H.L.A.; PEREIRA, R.L. 1998. *Criação comercial de mexilhões*. 1 ed. São Paulo, Nobel: 111p.
- MCCUTHEON S.C.; FRECH R.H. 1989. Water quality modeling: transport and surface exchange in rivers. 1 ed. *Boca Raton*: CRC.
- MELANCON, M.J. 1995 Bioindicators used in aquatic and terrestrial monitoring. HOFFMAN, D.J.; RATTNER, B.A.; BURTON JÚNIOR, G.A.; CAIRNS ÚNIOR, J. (Eds). *Handbook of ecotoxicology*, New York: Lewis Publishers, 755(11): 220-240.
- MENDES, E.S.; LOPES, C.A.M.; MENDES, P.P.; COELHO, M.I.S.; CARVALHO, E. 2002. Avaliação microbiológica de ostras consumidas na grande Recife – PE. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E*

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Anais Porto Alegre: SBCTA, vol.18, p430-434.

- MENDONÇA-HAGLER, L.C.; VIEIRA, R.H.S.F.; HAGLER, A.N. 2001 Microbial quality of water, sediment, fish and shellfish in some brazilian coastal regions. In: FARIA, B.M.; FARJALLA, V.F.; ESTEVES, F.A. (Eds). *Aquatic microbial ecology in Brazil*, Rio de Janeiro, (9): 197-216.
- MESQUITA, A.R.; HARARI, J. 1983. Tides and tide gauges of Cananéia and Ubatuba-Brazil (Lat. 24°). *RELATÓRIO INT. INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO*, (11):1-14p.
- MIESCIER, J.J.; HUNT, D.A.; REDMAN, J.; SALINGER, A.; LUCAS, J.P. 1992. Molluscan shellfish: oysters, mussels, and clams. In: AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; TECHNICAL COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL METHODS FOR FOODS. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Washington: APHA. 3 (48): 897- 918p.
- MIRANDA, L.B.; CASTRO, B.M. 1996 On the salt transport in the Cananéia Sea during a spring tide experiment. *Revista Brasileira de Oceanografia*, São Paulo, 44(2): 12-13.
- MIYAO, S.Y. 1977 *Contribuições ao Estudo da Oceanografia Física da Região de Cananéia (25°S, 48°W)*. São Paulo. 302p. (Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico USP).
- MIYAO, S.Y. 1986 Características Físicas e químicas do Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, 1: 54-56.
- MORAES, I.R.; MASTRO, N.L; JAKABI, M.; GELLI, D.S. 2000 Estudo da radiosensibilidade ao <sup>60</sup>Co do *Vibrio cholerae* O1 incorporado em ostras. *Revista Saúde Pública*, São Paulo, 34(1): 29-32.
- MUJIKA, M.; CALVO, M.; LUCENA, F.; GIRONES, R. 2003 Comparative analysis of pathogens and potencial indicators in shellfish. *International Journal of Food Microbiology*, Elsevier Science Ltd., 83: 75-85.
- NATIONAL ADVISORY COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL CRITERIA FOR FOODS. 1992 Microbiological criteria for raw molluscan shellfish. *Journal of Food Protection*, Georgia, 55 (6): 463-480.
- NUNES, A.J.P.; PARSONS, G.J. 1998 Dynamics of tropical coastal aquaculture systems and the consequences to waste production. *World Aquaculture*, Louisiana, 29(2): 27-37.

- OCCHIPINTI, A.G. 1963. Climatologia dinâmica no litoral sul brasileiro. *CONTRIBUIÇÕES DO INSTITUTO OCEANOGRÁFICO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO*. Oceanografia Física, (3): 1-86p.
- PEREIRA, O.M.; MACHADO, I.C.; HENRIQUES, M.B.; GALVÃO, M.S.; YAMANAKA, N. 2000 Avaliação do estoque da ostra *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) em bosques de manguezal da região estuarino-lagunar de Cananéia (25°S; 48° W). *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 26(1): 49-62.
- PEREIRA, O.M.; MACHADO, I.C.; HENRIQUES, M.B.; GALVÃO, M.S.; YAMANAKA, N. 2001 Avaliação do estoque da ostra *Cassostrea brasiliana* em rios e gamboas da região estuarino-lagunar de Cananéia (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 27(1): 85-95.
- PEREIRA, O.M.; GELLI, V.C; HENRIQUES, M.B.; MACHADO, I.C.; BASTOS, A.A. 2003 Programa de desenvolvimento da criação de moluscos bivalves do Estado de São Paulo. Disponível em: [www.pesca.sp.gov.br/RelTéc2.htm](http://www.pesca.sp.gov.br/RelTéc2.htm). Acesso em: 21 ago. 2003.
- PICARELLI, S.S. 2001 *Modelagem numérica da circulação de maré na região costeira centro sul do Estado de São Paulo*. São Paulo. 203p. (Dissertação Mestrado. Instituto Oceanográfico, USP).
- RADULOVICH, R. 2006 *Cultivando El Mar*. Agronomia Costarricense. Universidade de Costa Rica – San José, Costa Rica. 30(1): 115-132p.
- REGAN, P.M.; MARGOLIN, A.B.; WATKINS, W.D. 1993 Evaluation of microbial indicators for the determination of the sanitary quality and safety of shellfish. *Journal of Shellfish Research*, Connecticut, 12(1): 95-100.
- RIBEIRO, E.N. 2002 *Avaliação de indicadores microbianos de balneabilidade em ambientes costeiros de Vitória/ES*. 2002. Vitória. 122p. (Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo).
- RIPPEY, S.R. 1994 Infections diseases associated with molluscan shellfish consumption. *Clinical Microbiology Review*, Washington (7): 419-425.
- RISTORI, C.A.; IARIA, S.T.; GELLI, D.S.; RIVERA, I.N.G. 2007 Pathogenic bacteria associated with oysters (*Crassostrea brasiliana*) and estuarine water along the south coast of Brazil. *International Journal of Environmental Health Research*, São Paulo, (17): 259–269.
- RODRIGUES, P.F. 1998 *Caracterização Sanitária de áreas de criação de moluscos bivalvos do litoral norte do Estado de São Paulo*. São Paulo. 3-66p. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, USP).
- RODRIGUES-ARIZA, A.; ABRIL, N.; NAVAS, J.I.; DORADO, G.; LOPEZ-BAREA, J.; PUEYO, C. 1992 Metal, mutagenicity, and biochemical studies

- on bivalves molluscs from spanish coasts. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, United States, (198): 112-124.
- SÁLAN, E.O. 2005 *Tratamento térmico de mexilhões Perna perna como forma de assegurar a qualidade – avaliação do crescimento do Bacillus cereus e de Staphylococcus aureus*. Piracicaba. 60p. (Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP).
- SANT’ANNA, R.O.; DALFIOR, J.S. 2004 Variabilidade da concentração de coliformes fecais na praia da Curva da Jurema, Vitória (ES). *Tecnologia em Saneamento Ambiental*, Vitória, p.48.
- SANTOS, E. 1982 *Zoologia Brasileira: Moluscos do Brasil*. Belo Horizonte: Itatiaia, 141p.
- SARTI, C.C. 1980 *Influência das Características da camada fótica sobre a produção primária do Complexo Estuarino de Cananéia*. São Paulo. 240p. (Dissertação Mestrado. Instituto Oceanográfico, USP).
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; MESQUITA, H.S.L.; CINTRON-MOLERO, G. 1990 Lagoon Estuarine System, São Paulo, Brazil. *Estuaries Columbia*, Instituto Oceanográfico, São Paulo, 13(2): 193-203.
- SCHULZ, H.E. 2001 *Alternativas em Turbulência*. São Carlos, São Paulo: RIMA, 21p.
- SILVA, N.; CANTUSIO NETO, R.; JUNQUEIRA, V.C.A.. 2000 *Manual de métodos de análise microbiológica da água*. Campinas: ITAL, 99p.
- SILVA, A.I.M.; VIEIRA, R.H.S.F.; MENEZES, F.G.R.; FONTELES-FILHO, A.A.; TORRES, R.C.O.; SANT’ANNA, E. 2003 Bactéria of fecal origin in Mangrove oysters (*Crassostrea rhizophorae*) in the Cocó river estuary, Ceará state, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, São Paulo, 34: 126-130.
- SIQUEIRA, E.Q. 1996 *Aplicação do Modelo de Qualidade de Água (QUAL2E) na Modelação de Oxigênio Dissolvido no Rio Meia Ponte (GO)*. São Carlos-SP. 156p. (Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, USP).
- SIQUEIRA, E.Q, CUNHA, A.C.O. 1997 Coeficiente de Reoxigenação no Modelo QUAL2E: Metodologia de Previsão. In: *XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, Foz do Iguaçu, Paraná.
- STREIT, D.P; LUPCHINSKI, E.; MOREIRA, H.L.M.; RIBEIRO, R.P.; MORAES, G.V.; VARGAS, L.D. 2002 Perspectivas atuais da aquicultura marinha no Brasil. 4 ed. Maringá: ITAPAR, 80-82p.

- SUBASINGHE, R.P.; BUENO, P.; PHILLIPS, M.J.; BRIAN, S.A. 2001 Aquaculture in the Third Millenium. *Technical Proceedins of the Conference on Aquaculture in the Third Millenium*. Bangkok: NACA; Rome: FAO, 471p.
- SUGUIU, K. & TESSLER, M.G. 1992 Depósitos Quartenários da Planície Costeira de Cananéia - Iguape (SP). In: *ROTEIROS DE EXCURSÕES DO CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 1-9p.
- SUGUIU, K. e TESSLER, M.G. 1992 Depósitos Quartenários da Planície Costeira de Cananéia - Iguape (SP). In: *ROTEIROS DE EXCURSÕES DO CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. 1-9p.
- TEIXEIRA, C. 1969 *Estudos sobre algumas características do fitoplancton da região de Cananéia e seu potencial fotossintético*. São Paulo. 82P. (Tese Doutorado. Faculdade de Filosofia e Letras, USP).
- TOMMASI, L.R. 1979 *A degradação do meio ambiente*. 4 ed. São Paulo, Universidade de São Paulo, 169p.
- TOMMASI, L.R. 1984 Tensões Antrópicas sobre o Sistema Lagunar de Iguape-Cananéia. *Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental*. Instituto Oceanográfico Universidade de São Paulo.
- TUNDISI, J.G. 1969 *Produção Primária, "Standing-Stock" e Fracionamento do Fitoplâncton da Região Lagunar de Cananéia*. São Paulo. 138p. (Tese Doutorado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP).
- TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M.; KUTNER, M.B.B. 1973 Plankton studies in a mangrove environment VII Further investigations on primary production, standing-stock of phyto and zooplankton and some environmental factors. *Inst. Revue ges. Hidrobiological*, Salt Lake, 58(6): 925-940.
- VARNAN, A.H.; EVANS, M.G. 1991 Foodborne pathogens. London: Wolfe Publishing, 557p.
- VELEZ, C.J. 1984 Applied Stream Sanitation. Michigan: *A Wiley-Interscience Publication*. 2p.
- ZAR, J. H. 1999 *Biostatistical analysis*. 4 ed., New Jersey: Prentice-Hall.
- WAKAMATSU, T. 1973 A ostra de Cananéia e seu cultivo. *SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO LITORAL PAULISTA (SUDELPA)*. Instituto Oceanográfico - Universidade de São Paulo. 25-48p.
- WATKINS, W.D.; CABELLI, V.J. 1985 Effect of fecal pollution on *Vibrio parahaemolyticus* densities in na estuarine envinment. *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, 49(5): 1307-1311.

