

BACTÉRIAS NA GAMBOA DO MACIEL (PARANÁ, BRASIL): UM SUBSÍDIO PARA O CULTIVO DE OSTRAS

Bacteria in the Maciel tidal creek (Paraná, Brazil): a subsidy for oyster cultivation

Hedda Elisabeth Kolm¹, Ione Lucy Nowicki²

RESUMO

Ostras são moluscos bivalves normalmente consumidos crus que, durante todo o ciclo de vida são filtradores, retirando da água o fitoplâncton de que se alimentam. Devido ao eficiente mecanismo de filtração são capazes de acumular grande quantidade de micro-organismos. No Paraná são cultivadas no lodo, em mesas e em "long line". Nesta pesquisa estudou-se a variabilidade quantitativa do número de bactérias heterotróficas totais, biomassa bacteriana, coliformes totais e Escherichia coli nas margens e no canal de maré da Gamboa do Maciel. Foram analisadas as relações entre os valores bacterianos com os fatores físico-químicos da água: temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, material particulado em suspensão, matéria orgânica particulada e clorofila-a. Os resultados mostraram que não houve variabilidade significativa de clorofila "a" entre as estações, sugerindo que, com relação à sua alimentação, as ostras poderiam ser cultivadas em qualquer local da gamboa. Os valores de E. coli indicam que a Gamboa do Maciel não é adequada para o cultivo de ostras a serem consumidas cruas sem prévia depuração. Entretanto, valores significativamente mais elevados deste micro-organismo registrados nas margens indicam que o cultivo mais indicado é o do tipo "long line", isto é localizado entre as margens e o canal de maré.

Palavras-chaves: bactérias, cultivo de ostras, Gamboa do Maciel, Complexo Estuarino de Paranaguá.

ABSTRACT

Oysters are bivalve mollusks usually consumed raw, that are filter feeders on phytoplankton from the surrounding sea-water, during the entire life cycle. Due to the efficient filtration mechanism they are able to accumulate, from the adjacent seawater big amounts of microorganisms. Thus they may act as bearers of human pathogenic microorganisms. In Paraná they are cultivated in the mud, in tables (both in the intertidal area) and in "long line" (between the tide channel and the margin). In this research the quantitative variability of the number of total heterotrophic bacteria, bacterial biomass, total coliforms and Escherichia coli in the margins and in the tide channel of Maciel's tidal creek was studied. The relationships among the bacterial values and physical-chemical factors of the water: temperature, salinity, pH, dissolved oxygen, suspended particulate matter, particulate organic matter and chlorophyll a were analyzed. The results showed that there was not significant variability of chlorophyll a among the stations, suggesting that, in relation to the feeding mode of the oysters they could be cultivated at any place of the gamboa. E. coli values indicate that Maciel's tidal creek is not proper for the cultivation of oysters that are to be consumed raw without previous purification. However, values significantly higher of this microorganism registered in the margins indicate that the most suitable cultivation method is of the type "long line" that should be located between the margins and the tide channel.

Key words: bacteria, oyster cultivation, Maciel tidal creek, Paranaguá Estuarine Complex.

¹ Professora Associada III, Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná. Caixa Postal 50.002. 83.255.000 Pontal do Sul, Paraná, Brasil. hedda@ufpr.br

² Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná. Caixa Postal 50.002. 83.255.000 Pontal do Sul, Paraná, Brasil.

INTRODUÇÃO

A maricultura, definida pela arte de cultivar organismos marinhos como algas, crustáceos, peixes e moluscos vêm apresentando um crescimento contínuo no litoral brasileiro. Ela representa uma potencial alternativa técnica e econômica graças ao incremento de novas tecnologias e do avanço no estudo desta atividade. Propicia ainda o aumento de renda para várias famílias que moram nas regiões costeiras do Brasil, além de reduzir a pressão da exploração direta sobre os estoques naturais destes recursos (Caldeira & Seravall, 2005).

No cultivo de moluscos, as ostras são responsáveis pela maior parte da produção e do lucro obtidos neste tipo de atividade. No litoral brasileiro, as espécies de ostras de maior interesse econômico pertencem ao gênero *Crassostrea*, da família Ostreidae. Durante todo o ciclo de vida são filtradoras, retirando da água o fitoplâncton de que se alimentam.

No Complexo Estuarino de Paranaguá, o cultivo das ostras (*Crassostrea rhizophorae* e *C. mangle*) é desenvolvido em pequena escala por comunidades de pescadores artesanais. É alternativa de incremento no rendimento econômico familiar, fortemente comprometido por períodos de defeso ou de baixa produtividade pesqueira. A atuação de instituições que, através de trabalhos de extensão, buscavam alternativas sustentáveis de geração de renda para as populações tradicionais, foi decisiva no surgimento da ostreicultura em várias comunidades desta região (Caldeira, 2004).

Devido ao eficiente mecanismo de filtração esses bivalves são capazes de acumular, a partir da água do mar adjacente, grande quantidade de micro-organismos (Kinne, 1983). Consequentemente, apesar de não contraírem doenças bacterianas, as ostras, como os demais moluscos filtradores, podem agir como portadores de micro-organismos patogênicos humanos (Brisou, 1974; Metcalf *et al.*, 1979; Rippey, 1994; Villalobos & Elquezabal, 2000; Silva *et al.*, 2003; Clayton, 2006; Pereira *et al.* 2006, entre outros).

Desta forma, esses organismos podem acumular, entre outros, grandes quantidades de coliformes quando mantidos em águas poluídas por dejetos de animais homeotérmicos. Tal fato se agrava ao tratar-se de organismos consumidos prioritariamente crus ou abertos no bafo.

As técnicas de produção aquícola, por sua vez, podem ser classificadas segundo as estruturas utilizadas para o cultivo. A escolha destas depende da espécie que será cultivada, da área selecionada e da disponibilidade de capital inicial do empreendedor. Podemos encontrar: o cultivo na lama, cultivo

em mesas, e o cultivo “long-line”. O último consiste em balsas sustentadas na superfície por um sistema de flutuadores que podem ser pedaços de isopor ou flutuadores de plástico (Caldeira, 2004).

Os sistemas de cultivos na lama e em mesas situam-se nas regiões entre-marés. Os cultivos do tipo “long line” situam-se em áreas adjacentes aos canais de maré, que são utilizados para a navegação. Além disto, a maioria deles está localizado, principalmente por motivos de segurança, próximo das moradias. Como a presença do lençol freático superficial nestas regiões impede a construção de fossas sépticas e poços mortos (sumidouros) os esgotos residenciais são jogados diretamente no mar. Os efluentes podem desaguar em lugares muito próximos das ostreiculturas, permitindo que as ostras filtrem grandes quantidades de bactérias de origem antrópica. Assim o presente estudo tem por objetivo fornecer subsídios aos cultivadores de ostras da região, orientando-os quanto à localização ideal dos seus cultivos. Além disso, analisou-se, na Gamboa do Maciel, a variabilidade quantitativa do número de bactérias heterotróficas totais, biomassa bacteriana, coliformes totais e *Escherichia coli* nas margens e no canal de maré, interrelacionando-os com fatores físico-químicos (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, material particulado em suspensão, matéria orgânica particulada e clorofila “a”).

ÁREA ESTUDADA

A Gamboa do Maciel (25°33'41"S-48°25'20"W) tem uma extensão de aproximadamente 10,6 km (Almeida *et al.*, 1989) e encontra-se localizada no Complexo Estuarino de Paranaguá, entre o município de Pontal do Paraná e a cidade de Paranaguá (Figura 1).

Como as demais gamboas da região, apresenta um traçado tipicamente meandrante. Suas margens são bordeadas por manguezais e restingas com pouca influência antrópica. A temperatura média da região é de 21,1°C com amplitude média de 7,9°C e a precipitação anual é de 2.000 mm. O clima pode ser definido como tropical de transição (Mack, 1981).

A comunidade do Maciel está composta por aproximadamente 30 casas, poucas das quais são utilizadas com fim de veraneio (Lima, 2006). A principal fonte de renda destas famílias vem de municípios vizinhos, como Paranaguá, onde exercem funções diversas em marinas e na construção civil. A pesca e a aquicultura deixaram de ser a fonte principal de renda.

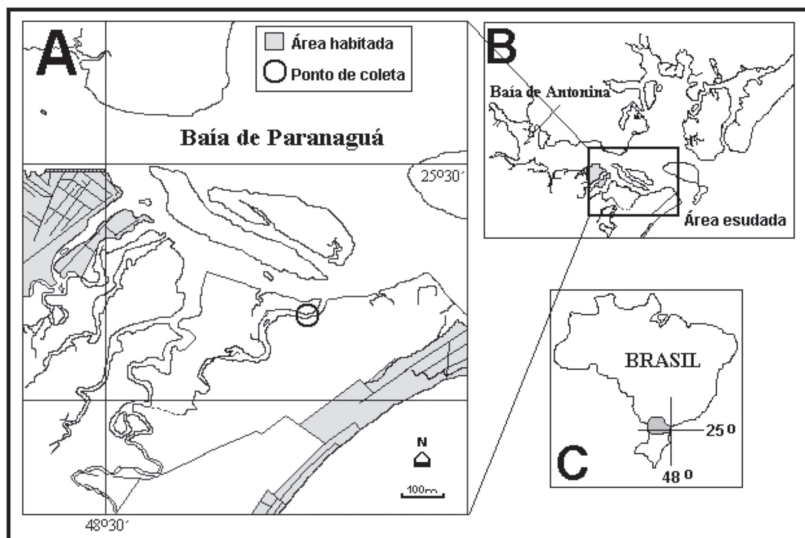


Figura 1 – A: mapa da Gamboa do Maciel com a localização do ponto de coleta; B: mapa do Complexo Estuarino de Paranaguá; C: mapa do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Em julho de 2005 (inverno) e janeiro de 2006 (verão) foram realizadas coletas de água superficial em cinco pontos perpendiculares à margem da Gamboa do Maciel, durante as baixa-mares e preamares de sizígia. Os pontos foram definidos da seguinte forma: um no canal de maré (ponto 3 - 26 m da margem esquerda), dois nas regiões intermediárias entre a margem e o canal de maré (pontos 2 a 14,5 m e 4 a 67,5 m da margem esquerda) e dois próximos às margens da gamboa (pontos 1 a 3,5 m e 5 a 120 m da margem esquerda) (Figura 2). As localizações das estações foram determinadas com o auxílio de um ecobatímetro. Antes da coleta foi confeccionada uma estrutura composta por um cabo de nylon acoplado a uma carretilha presa a um suporte de madeira. Nas distâncias pré-estipuladas foram dispostas, no

cabo, bandeirolas de plástico de várias cores, cada uma indicando um ponto de coleta. O cabo foi preso, na margem esquerda, durante a baixa-mar, a uma árvore de tal forma que a bandeirola da estação 1 ficasse localizada a três metros e meio da margem. Com auxílio de um barco o cabo foi sendo desenrolado e com outro o cabo foi esticado de modo a ficar perpendicular à margem até ser preso a uma árvore na margem oposta (Figura 2). Depois do cabo ter sido colocado aguardou-se durante quinze minutos para a estabilização da coluna d'água. O cabo foi recolocado no mesmo local durante a preamar.

As amostras de água foram obtidas com o barco desligado (a remo) para evitar miscigenação das águas e ressuspensão do sedimento, coletadas com um pegador de água, constituído por uma vasilha plástica acoplado a um cabo de madeira, conforme descrito por Kolm & Andretta, (2003), transferidas, ainda no barco, para os respectivos recipientes e mantidas, sempre que necessário, no gelo até a chegada no laboratório.

Em todos os pontos foram avaliados os seguintes parâmetros abióticos: temperatura da água (termômetro padrão, escala 1/40°C); salinidade (refratômetro Atago modelo S/MILL com escala de 40‰); pH (peagâmetro portátil digital Digimed); porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido (técnica de Winkler); material particulado em suspensão (MPS) (filtros Whatmann GF/F) e matéria orgânica particulada (MOP- método da ignição) e bióticos: clorofila-a pelo método fluorimétrico descrito por Strickland & Parsons (1968); bactérias heterotróficas totais, através

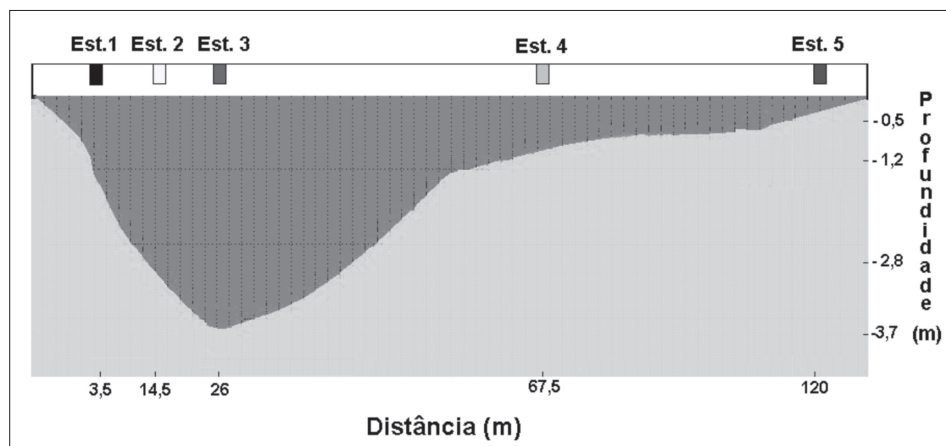


Figura 2 - Perfil vertical da Gamboa do Maciel com localização dos pontos de coleta.

de microscopia de epifluorescência usando como corante o fluorocromo laranja de acridina, seguindo-se metodologia descrita por Parsons *et al.* (1984). Para a quantificação da biomassa bacteriana utilizou-se metodologia descrita por Kolm *et al.* (2002) e o fator de conversão de $0,4 \text{ pgC} \cdot \mu\text{m}^{-3}$, descrito por Bjørnsen & Kuperinen (1991). Os coliformes totais e a *E. coli* foram analisados pelo método do substrato cromogênico Colilert seguindo metodologia descrita pela Empresa Idexx Laboratories, Inc.

As possíveis diferenças entre as amostras foram testadas pela Análise de Variância (ANOVA) e, quando pertinente, foi utilizado o “post hoc” de Tukey e LSD, com nível de significância de 5%. Para exploração de possíveis interações entre as variáveis foi utilizada a Análise dos Componentes Principais (PCA).

RESULTADOS

A temperatura máxima ($27,8^\circ\text{C}$) foi observada no ponto 5, durante a preamar no verão, e a mínima

(18°C) foi constante em todos os pontos durante a baixa-mar de inverno. Somente as diferenças observadas entre as temperaturas de inverno e verão, foram significantes ($F(1, 38) = 3683,90$; $p < 0,0001$) (Figura 3-A).

A salinidade, ao contrário, apresentou diferenças significativas tanto entre os períodos de inverno e verão ($F(1, 38) = 15,68$; $p = 0,0003$) como entre as alternâncias de maré ($F(1, 38) = 63,69$; $p < 0,0001$) (Figura 3-B). Constatou-se o máximo de 34,5 nos pontos 1, 2, 4 e 5, na preamar de inverno, e um mínimo (27,5) nos pontos 1, 2 e 5, durante a baixa-mar de verão.

Os valores de pH, com um mínimo de 7,62 no ponto 1 na baixa-mar de inverno e um máximo de 8,43 no ponto 2 na preamar de verão, foram consistentemente menores durante as baixa-mares ($F(1,38) = 89,09$; $p < 0,0001$), principalmente de inverno ($F(1,38) = 13,94$; $p = 0,0006$) (Figura 3-C).

Da mesma forma, observou-se que os teores de oxigênio dissolvido nas baixa-mares, com um mínimo de 63,9% de saturação no ponto 2 no verão e um máximo de 96,02% de saturação no ponto 4 na pre-

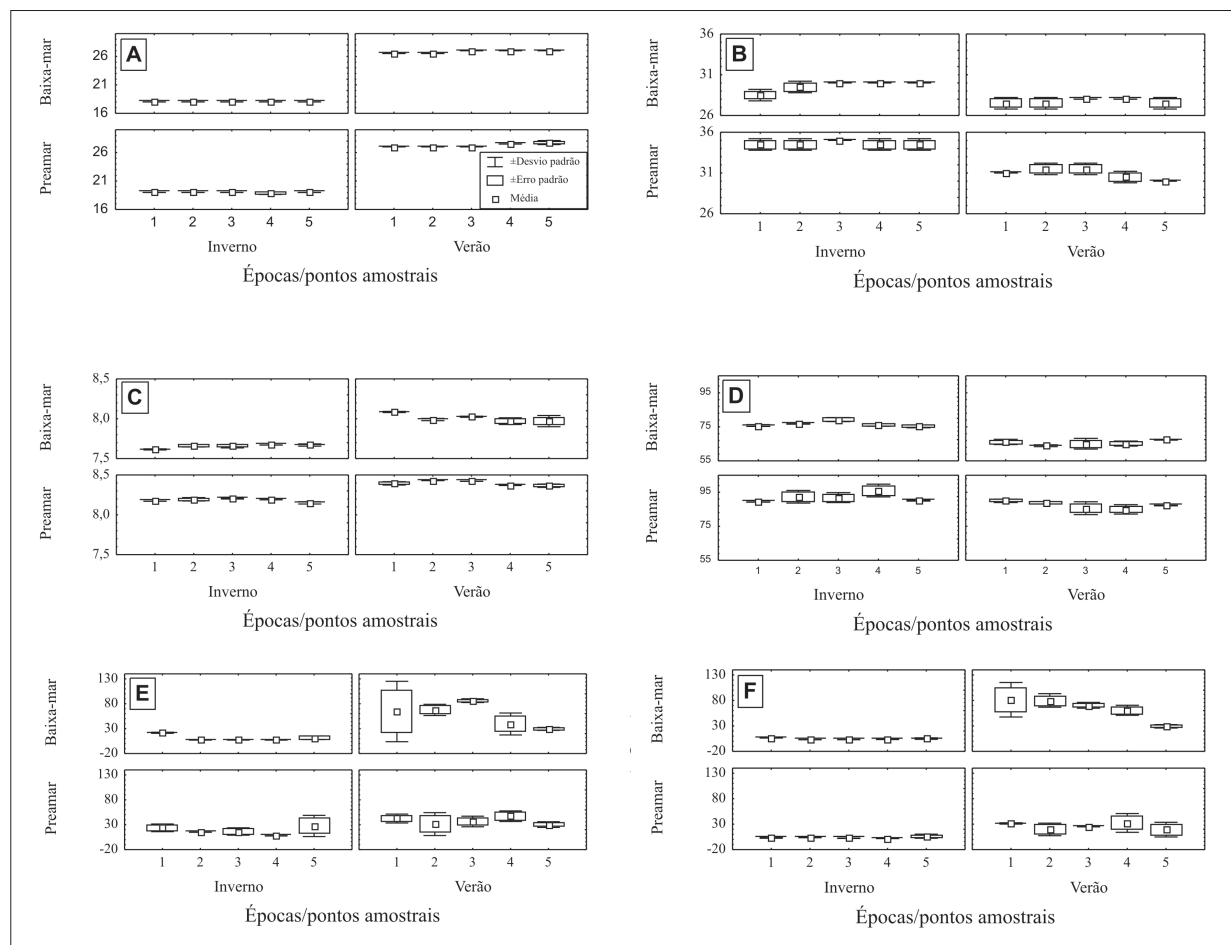


Figura 3 - Representação gráfica: A - da temperatura; B - da salinidade; C - do pH; D - do oxigênio dissolvido; E - do material particulado em suspensão; F - da matéria orgânica particulada, em relação à maré e ao período do ano.

amar de inverno, foram significativamente menores do que nas preamars ($F(1, 38) = 142,18$; $p < 0,0001$). Diferenças significativas também foram observadas com relação às estações do ano, com valores mais elevados no inverno ($F(1, 38) = 6,32$; $p = 0,0163$) (Figura 3-D). Com relação ao material particulado em suspensão, valores significativamente elevados ($F(1, 38) = 30,87$; $p < 0,0001$), com um máximo de $86,23 \text{ mg.L}^{-1}$ na estação 3, foram observados principalmente nos pontos 1, 2 e 3 durante o verão. Já os menores, com um mínimo de $7,14 \text{ mg.L}^{-1}$ na estação 4, foram observados nos pontos mais distantes da margem e durante a baixa-mar de inverno (Figura 3-E).

A matéria orgânica particulada foi mais elevada ($F(1, 38) = 46,46$; $p < 0,0001$) no verão em todos os pontos amostrais. Seu máximo ($81,35 \text{ mg.L}^{-1}$) foi registrado no ponto 1 na baixa-mar do verão e o mínimo ($1,83 \text{ mg.L}^{-1}$) no ponto 4, na preamar do inverno. As diferenças observadas nos valores entre as marés também foram significativas ($F(1, 38) = 5,51$; $p = 0,0243$), com valores mais elevados principalmente durante a baixa-mar de verão (Figura 3-F).

A clorofila-a, ao contrário, com valores máximos de $1,83 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ nos pontos 3 e 5 na preamar do inverno, e mínimos de $0,42 \text{ } \mu\text{g.L}^{-1}$ no ponto 1 na baixa-mar do verão, foram, em todas as estações, significativamente ($F(1, 38) = 25,57$; $p < 0,0001$) mais elevadas no inverno que no verão (Figura 4-A).

As quantidades de bactérias heterotróficas totais foram significativamente ($F(1, 38) = 7,29$; $p = 0,0103$) mais elevadas na baixa-mar. Tanto os máximos ($8,6 \times 10^7 \text{ cel. mL}^{-1}$) na baixa-mar, quanto os mínimos ($2,6 \times 10^7 \text{ cel. mL}^{-1}$) na preamar, foram observados no ponto 1, ambos no inverno (Figura 4-B).

Como observado para as bactérias heterotróficas totais, os valores de biomassa bacteriana, com máximo de $28,51 \text{ } \mu\text{gC.L}^{-1}$ e mínimo de $7,02 \text{ } \mu\text{gC.L}^{-1}$, também foram mais elevados durante a baixa-mar ($F(1,38) = 5,29$; $p = 0,0271$) (Figura 4-C).

Valores máximos de coliformes totais e *E. coli* ($2.183,7 \text{ NMP.100mL}^{-1}$ e $1.062,5 \text{ NMP.100mL}^{-1}$ respectivamente) também foram registrados no ponto 1, na baixa-mar de inverno. Os mínimos de coliformes totais ($343,5 \text{ NMP.100mL}^{-1}$) e *E. coli* ($272,9$

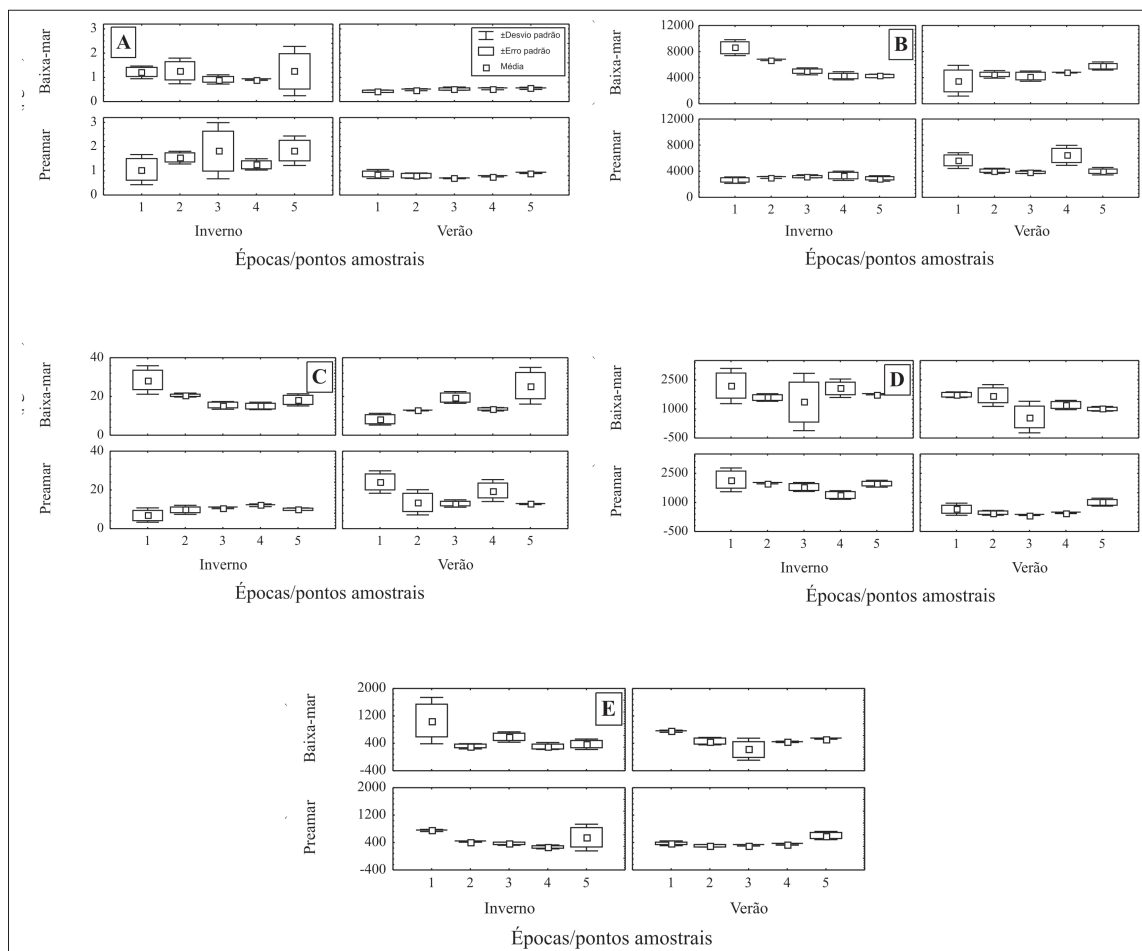


Fig. 4. Representação gráfica: A - da clorofila-a; B - das bactérias heterotróficas totais; C - da biomassa bacteriana; D - dos coliformes totais; E - da *Escherichia coli*, em relação à maré e ao período do ano.

NMP.100mL⁻¹) foram encontrados, respectivamente, no ponto 3 na preamar de verão e no 4 na preamar de inverno.

As quantidades de coliformes totais foram significativamente ($F(1, 38) = 27,69$; $p < 0,0001$) mais elevadas no inverno que no verão (Figura 4-D). As diferenças entre valores de *E. coli* também foram significativas entre os pontos amostrais ($F(4, 35) = 4,85$; $p = 0,0032$) (Figura 4-E). O número máximo destes micro-organismos foi registrado no ponto 1 (1.062,5 NMP.100mL⁻¹) e o mínimo (229,2 NMP . 100mL⁻¹) no ponto 3. O teste “post-hoc” de Tuckey mostrou que a principal causa de variação era o ponto 1 onde os valores de *E. coli* foram mais elevados. Entretanto, aplicando-se o teste “post-hoc” LSD tanto os valores de *E. coli* da estação 1, quanto os da estação 5 foram significativamente mais elevados. Nos ciclos de maré ($F(1, 38) = 0,94$; $p = 0,3385$) e ao longo dos períodos estudados ($F(1, 38) = 0,66$; $p = 0,4217$) a variabilidade deste micro-organismo não foi significativa.

A Análise dos Componentes Principais explicou 70% da variabilidade total, com correlação positiva entre as bactérias heterotróficas totais, a biomassa bacteriana, os coliformes totais e as *E. coli*, em todos os pontos de coleta durante a baixa-mar de inverno.

Observou-se ainda que no ponto 1, durante este período, se destacaram as bactérias heterotróficas

totais, a biomassa bacteriana e a *E.coli*, enquanto que as quantidades de coliformes totais foram mais elevadas nos demais pontos. Além disso, as frequências de micro-organismos apresentaram correlação negativa com o pH e, em menor escala, com a temperatura. Estes parâmetros também foram mais elevados, em todas as estações, durante a preamar de verão. Não foi observada correlação dos grupos bacterianos com os demais parâmetros estudados (Figura 5).

DISCUSSÃO

A Gamboa do Maciel está localizada entre o balneário de Pontal do Sul e o município de Paranaguá, no setor euhalino da baía. Em parte de sua extensão, está circundada por manguezais. Durante a vazante drena águas do lençol freático e, principalmente no verão, águas pluviais no sentido de montante para jusante. Na enchente, ao contrário, recebe águas drenadas na vazante, miscigenadas com águas costeiras da plataforma continental. As últimas diferem das águas do estuário por serem mais salinas, alcalinas e pobres em nutrientes. Tais características influenciam os parâmetros físico-químicos e biológicos da região.

Valores mais elevados de salinidade foram encontrados durante as preamares, devido à intru-

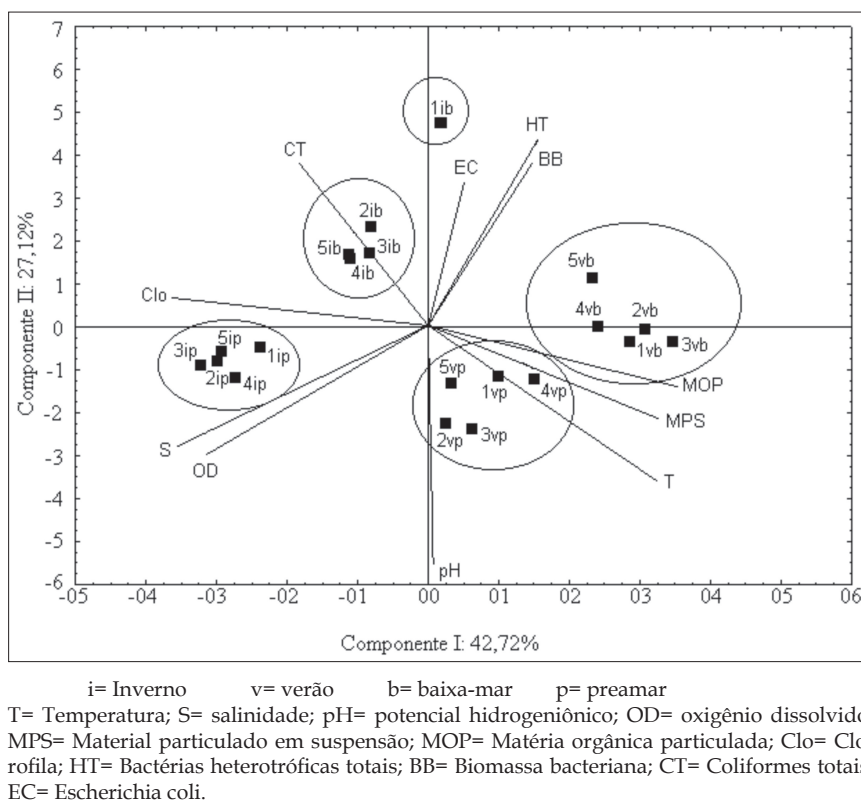


Figura 5 - Representação gráfica da Análise dos Componentes Principais.

são de águas mais salinas oriundas da plataforma continental. Estes resultados coincidem com os observados na Gamboa do Perequê por Jouscoski (2001) e Kolm & Andretta (2003) e mostram que os dois cursos d'água apresentam características muito semelhantes, com relação à intrusão de águas salinas.

Ainda na Gamboa do Maciel, Corrêa (2004) comparou, em abril (outono) de 2004, valores bióticos e abióticos em três pontos amostrais e encontrou uma correlação direta com valores mais elevados de salinidade e pH durante a preamar. Nesta pesquisa também foram observados valores mais elevados destes parâmetros na preamar, entretanto os de salinidade foram mais elevados no inverno e os de pH no verão. Isto sugere que, no ambiente estudado, durante o inverno os valores de ácidos húmicos foram mais elevados. Estas características também parecem beneficiar o crescimento fitoplancônico, pois os valores de clorofila-a foram mais elevados durante as preamares de inverno. Rebello & Brandini (1990) observaram características semelhantes, com máximos no setor mediano da Baía de Paranaguá. Segundo os autores, esta região possui maior transparência que a região interna da baía e quantidades maiores de matéria orgânica que o setor externo, beneficiando assim o desenvolvimento do fitoplâncton. Os valores mais elevados de clorofila-a registrados no período seco do inverno, época em que menos matéria orgânica particulada é carregada, principalmente dos manguezais para o leito da gamboa, e menos sedimentos são ressuspensos, reduzindo assim a turbidez da água, reforçam esta suposição.

Todos os valores de oxigênio dissolvido se mantiveram acima dos 50% de saturação e, portanto, parece não serem limitantes para o desenvolvimento bacteriano. Resultados semelhantes foram observados por Siqueira (2006) nas gamboas Penedo, Perequê e Barranco, todas pouco eutrofizadas. Entretanto, vale ressaltar que em nenhuma das estações e meses de coleta o oxigênio dissolvido atingiu valores iguais ou superiores aos 100% de saturação, frequentemente encontrados nas águas das Baías de Paranaguá (Machado *et al.*, 1997; Kolm *et al.*, 2002) e Laranjeiras (Schoenenberger, 1998).

Quanto à quantidade de bactérias heterotróficas totais e da biomassa bacteriana, observou-se que seus valores foram mais elevados em águas com baixa salinidade e baixo pH, típicas das baixa-mares. Entretanto, parece não existir relação entre estes micro-organismos e o material particulado em suspensão e a matéria orgânica particulada. Resultados semelhantes foram observados para outros corpos d'água da região (Kolm & Absher, 1995; Kolm & Lesnau, 1997; Siqueira & Kolm, 2005) reforçando a idéia de

que as bactérias destes ambientes costeiros exibam uma tendência à vida livre, alimentando-se de matéria orgânica dissolvida. Os altos valores de bactérias heterotróficas totais, e baixos de clorofila, indicam ainda que o metabolismo dos micro-organismos da gamboa investigada é predominantemente heterotrófico. Resultados semelhantes foram observados por Siqueira (2006) para outras quatro gamboas (Penedo, Perequê, Barranco e Olho d'Água) da região.

Kolm & Andretta (2003) verificaram correlação positiva entre as quantidades de coliformes totais, *E. coli* e a pluviosidade, na Gamboa do Perequê (PR). Estes resultados não coincidem com os observados neste trabalho, em que os altos valores de coliformes totais e *E. coli* foram registrados durante o período de seca, no inverno. Existem indícios de que na Gamboa do Perequê, que corta o Balneário de Pontal do Sul, os coliformes totais originários da terra firme são introduzidos no leito da gamboa pela enxurrada proveniente do balneário. Na Gamboa do Maciel, ao contrário, há uma redução destes micro-organismos em decorrência da introdução de água oriunda da chuva e da enxurrada proveniente de áreas pouco alteradas pelo homem.

Ao contrário dos coliformes totais, que podem ser autóctones, a *E. coli* é estritamente originária de contaminações fecais de animais homeotérmicos. Os resultados mostraram que as diferenças nas quantidades de *E. coli* entre os ciclos de maré e os períodos do ano não foram significativas nas águas analisadas. Entretanto, em relação aos pontos de coleta, os valores de *E. coli* foram significativamente mais elevados nos pontos 1 e 5, situados nas margens da gamboa, região com tempo de residência da água maior que a do canal na região mediana.

De acordo com a Resolução do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), nº 357, Artigo 18, 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 43/100 mL, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mL. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras.

Apesar de não terem sido feitas análises de *E. coli* seguindo a legislação, os resultados obtidos na presente pesquisa sugerem que os pontos analisados não são apropriados para o cultivo de ostras a serem consumidas cruas sem prévia depuração. Entretanto, o sistema "long line", por estar localizado entre o canal de maré (utilizado para navegação) e as margens, poderia minimizar a quantidade de *E. coli* nas ostras.

CONCLUSÕES

1 - A ausência de diferenças significativas entre os valores de clorofila-a nos pontos amostrais sugere que, com relação à alimentação do animal, as ostras poderiam ser cultivadas em qualquer local da gamboa.

2 - Os valores de *E. coli* registrados na pesquisa sugerem que os pontos analisados da Gamboa do Maciel não são adequados para o cultivo de ostras a serem consumidas cruas sem prévia depuração.

3 - Para minimizar a quantidade de contaminantes (*E. coli*) nas ostras, o cultivo mais indicado é o do tipo "long line", localizado entre as margens e o canal de maré (utilizado para navegação).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida M.V.O.; Conti, L.M.P.; Couto E. da C.G.; Freitas C.A.F.; Lopes M.J.S.; da Silva M.H.C. *Estudo biológico integrado da Foz da Gamboa do Maciel (Paranaguá, Paraná) durante dois ciclos de maré*. Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar, Dissertação de Especialização, 227 p., 1989.
- Bjørnsen, P.K.; Kuparinen, J. Determination of bacterioplankton biomass, net production and growth efficiency in the Southern Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* v.71, p.185-194, 1991.
- Brisou, J. Infections et intoxications transmises par les coquillages. *Quest. Méd.* v. 27, p. 1321-1329, 1974.
- Caldeira, G. *Diagnóstico sócio-econômico e caracterização dos parques ostreícolas do Complexo Estuarino de Paranaguá*. Monografia de Bacharelado, Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar, 149 p., 2004.
- Caldeira, G.A.; Seraval, T.A. *Caracterização dos parques de cultivo e avaliação dos impactos sobre a biodiversidade e qualidade da água no litoral do Paraná. Maricultura sustentável*. Instituto do Milênio – Projeto RECOS: uso e apropriação de recursos costeiros. Relatório Técnico, UFPR, 2005.
- Clayton, W.E.L. Microbial source tracking - the use of new research tools for the identification and tracking of bacterial pollution sources affecting shellfish culture opportunities. Published - Aquaculture Update # 97, August 2007. Marine Ecosystems and Aquaculture Division, Fisheries and Oceans Canada (<http://www.ieccorporate.com/publications.htm>), 2006.
- Corrêa, F. *Variabilidade espacial e temporal de bactérias na Gamboa do Maciel, Paraná, ao longo de um ciclo diurno de maré*. Monografia de Bacharelado, Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar, 23 p., 2004.
- Joucoski, J. *Variação temporal de bactérias, ao longo de um ciclo de maré de sizígia, em um ponto fixo da Gamboa do Perequê – PR*. Monografia de Especialização, Universidade do Vale do Itajaí, 41 p., 2001.
- Kinne, O. *Diseases of marine animals*. Vol. II. Biologische Anstalt Helgoland, . 1038 p., Hamburg, 1983.
- Kolm, H.E. & Absher, T.M. Spatial and temporal variability of saprophytic bacteria in the surface waters of Paranaguá and Antonina Bays, Paraná, Brazil. *Hydrobiologia*, v. 308, p.197-206, 1995.
- Kolm, H.E. & Andretta, L. Bacterioplankton in different tides of the Perequê tidal creek, Pontal do Sul, Paraná, Brasil. *Braz. J. Microbiol.* v. 34, p.97-103, 2003.
- Kolm, H.E. & Lesnau, N.M. Variação espacial e temporal de bactérias saprófitas na coluna d'água na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Arq. Biol. Tecnol.*, v.40, n.2, p.383-395, 1997.
- Kolm, H.E.; Shoenenberger, M.F.B.; Piemont, M.R.; Souza, P.S.A.; Schnell e Scühli, G.; Mucciato, M.B. & Mazzuco, R. Spatial variation of bacteria in surface waters of Paranaguá and Antonina Bays, Paraná, Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.* v.45, n.1, p.27-34, 2002.
- Lima, L. S. "Diz que é bom...": As plantas na vida das comunidades de Barrancos e Maciel (Pontal do Paraná – Paraná). Monografia de Bacharelado, Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar, 94 p., 2006.
- Maack, R. *Geografia física do Estado do Paraná*. J. Olympio/Curitiba, Secretaria da Cultura e Esporte do Estado do Paraná, 2ª edição, 450 p., 1981.
- Machado, E.C.; Daniel, C.B.; Brandin, N. & Queiroz, R.L.V. Temporal and spatial dynamics of nutrients and particulate suspended matter in Paranaguá Bay, Pr, Brazil. *Nerítica*, v.11, p.15-34, 1997.
- Metcalf, T.G.; Mullin, B.; Eckerson, D.; Moulton, E. & Larkin, E.P. Bioaccumulation and depuration of enteroviruses by the soft-shelled clam, *Mya arenaria*. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.38, p. 275-282, 1979.
- Parsons, T. R.; Maita, Y. & Lalli, C. M. *Direct Counting of Bacteria by Fluorescence Microscopy*. In: A Manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press, 173 p., 1984.
- Pereira, M.A.; Nunes, M.M.; Nuernberg, L.; Schulz, D. & Batista, C.R.V. Microbiological quality of oysters (*Crassostrea gigas*) produced and commercialized in the coastal region of Florianópolis – Brazil. *Braz. J. Microbiol.* v.37, p.159-163, 2006.

- Rebello, J. & Brandini, F.P. Variação temporal de parâmetros hidrográficos e material particulado em suspensão em dois pontos fixos da Baía de Paranaguá, Paraná (1987-1988). *Nerítica*, v.5, p.95-111, 1990.
- Rippey, S.R. Infectious diseases associated with molluscan shellfish consumption. *Clin. Microbiol. Rev.*, v.7, p.419-425, 1994.
- Shoenenberger, M.F.B. *Variação temporal de bactérias em águas de superfície das Baías das Laranjeiras e Guaqueçaba, Paraná*. Monografia de Bacharelado, Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar, 58 p., 1998.
- Silva, A.I.M.; Vieira, R.H.S.F.; Menezes, F.G.R.; Fontes-Filho, A.A.; Torres, R.C.O. & Sant'Ana, E.S. Bacteria of fecal origin in mangrove oysters (*Crassostrea rhizophorae*) in the Cocó river estuary, Ceará State, Brazil. *Braz. J. Microbiol.*, v.34, p.126-130, 2003.
- Siqueira, A.; Godinho, M.J.; Kolm, H.E. & Machado, E. C. (no prelo). Evaluation of the Water Quality of Tidal Creeks of Pontal do Paraná, Paraná, Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.*
- Siqueira, A.; Kolm, H.E. Bacterioplâncton na desembocadura da Gamboa do Maciel, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Revista Saúde e Ambiente*, v.6, n.1, p.20-28, 2005.
- Siqueira, A. *Componentes estruturais abióticos e bióticos e caracterização do grau de trofia de gamboas do litoral sul do Paraná, Brasil*. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade de São Carlos, 126 p., 2006.
- Strickland, J. D. & Parsons, T.R. A practical handbook of sea water analysis. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, v.167, p.1-311, 1968.
- Villalobos, L.B.; Elquezabal, L. Detección de posible *Escherichia coli* enteropatógena en el bivalvo *Pinctada imbricata* comercializado en Cumaná, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr.*, v. 39, p.17-23, 2000.