

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VANESSA DE ANDRADE FERNANDES

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO PROCARIOPLANCTON NA GAMBOA DO
EMBOGUAÇU, PARANÁ, BRASIL, E SUA CORRELAÇÃO COM PARÂMETROS
FÍSICO-QUÍMICOS



PONTAL DO PARANÁ
2012

VANESSA DE ANDRADE FERNANDES

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO PROCARIOPLANCTON NA GAMBOA DO
EMBOGUAÇU, PARANÁ, BRASIL, E SUA CORRELAÇÃO COM PARÂMETROS
FÍSICO-QUÍMICOS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^ª Dra. Hedda Elisabeth Kolm

Co-orientadora: Prof^ª Dra. Eunice da Costa Machado.

PONTAL DO SUL

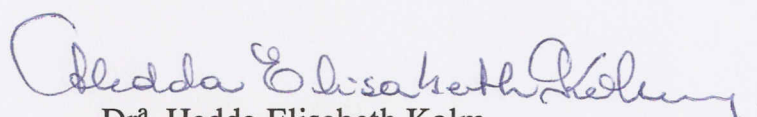
2012

*“VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO PROCARIOPLANCTON NA
GAMBOA DO EMBOGUAÇU, PARANÁ, BRASIL, E SUA
CORRELAÇÃO COM PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS”*

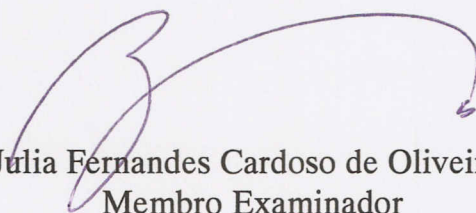
POR

Vanessa de Andrade Fernandes

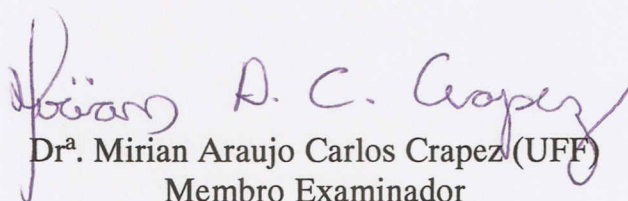
Dissertação nº 96 aprovada como requisito parcial do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Dr^a. Hedda Elisabeth Kolm
Orientador e Presidente



Dr^a. Ana Julia Fernandes Cardoso de Oliveira (UNESP)
Membro Examinador



Dr^a. Mirian Araujo Carlos Crapez (UFF)
Membro Examinador

Pontal do Paraná, 28/03/2012.



Curso de Pós-Graduação em Sistemas
Costeiros e Oceânicos da UFPR

Centro de Estudos do Mar - Setor Ciências da Terra - UFPR
Avn. Beira-mar, s/n.º - Baln. Pontal do Sul - Pontal do Paraná - Paraná - Brasil
Tel. (41)3511 8644 - Fax (41)3511 8644 - www.cem.ufpr.br/pgsisco - pgsisco@ufpr.br

TERMO DE APROVAÇÃO

Vanessa de Andrade Fernandes

VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO PROCARIOPLANCTON NA GAMBOA DO EMBOGUAÇU, PARANÁ, BRASIL, E SUA CORRELAÇÃO COM PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Sistemas Costeiros e Oceânicos, da Universidade Federal do
Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Dr^a. Hedda Elisabeth Kolm
Orientador e Presidente

Dr^a. Ana Julia Fernandes Cardoso de Oliveira (UNESP)
Membro Examinador

Dr^a. Mirian Araujo Carlos Crapez (UFF)
Membro Examinador

Pontal do Paraná, 28/03/2012.

RESUMO

A Gamboa do Emboguaçu está localizada na Baía de Paranaguá e banha a cidade homônima na sua porção oeste. Junto com as gamboas Itiberê, dos Correias, dos Almeidas e Maciel apresenta uma extensa e plana bacia de drenagem margeada por manguezais que são os maiores fornecedores de matéria orgânica dissolvida da Baía de Paranaguá. Segundo informações da Empresa de Saneamento de Paranaguá, a “CAB Águas de Paranaguá”, o esgoto tratado pela Estação de Tratamento de Esgoto do Emboguaçu é lançado na gamboa Emboguaçu Mirim que deságua na Gamboa do Emboguaçu. Considerando-se as alterações antrópicas existentes na região e a escassez de estudos procariológicos, fez-se necessário um estudo do procarioplâncton ao longo do curso d’água em questão e correlacioná-lo com fatores físico-químicos (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, transparência, nitrato, nitrito, fosfato, N-amoniaco, material particulado em suspensão, teor de matéria orgânica particulada, e pluviosidade). Os resultados mostraram que a maior densidade de procariotas heterotróficas totais (1.458×10^3 cel.mL⁻¹), de sua biomassa ($42,74 \mu\text{gC.L}^{-1}$) e de *E. coli* (>48.392 NMP.100mL⁻¹) ocorreu principalmente na segunda quinzena de dezembro (período de férias entre o Natal e o Ano Novo). Nesse período também foram registradas as maiores pluviosidades das últimas 24h, o que pode evidenciar a relação direta entre esse parâmetro e a rápida resposta dessas bactérias a essa condicionante física. As concentrações de coliformes totais (>48.392 NMP.100mL⁻¹) e da pluviosidade das últimas 72 horas foram mais elevadas nas segundas quinzenas de janeiro e fevereiro. Junto com a *E. coli* também foram registrados os maiores valores de amônia e fosfato. As altas concentrações desses nutrientes reforçam a idéia de que há entrada de esgoto “in natura” na gamboa, principalmente no período de altas pluviosidades e do aumento populacional no verão.

Palavras-Chaves: Procarioplâncton, *Escherichia coli*, gamboas, Paranaguá.

ABSTRACT

Emboguaçu tidal creek is located in Paranaguá Bay and bathes the homonymous city in its west portion. With the tidal-creeks Itiberê, Correias, Almeidas and Maciel presents an extensive and flat drainage basin bordered by mangroves and thus the largest suppliers of dissolved organic matter of Paranaguá Bay. According to information of the Sanitation Company of Paranaguá, "CAB Águas of Paranaguá", the sewer treated by the Station of Treatment of Emboguaçu Sewer is thrown into the tidal-creek Emboguaçu Mirim that flows into Emboguaçu tidal-creek. Considering the anthropic alterations existent in the area, its fast development and the shortage of procariological studies, it was necessary a procarioplankton study along its water course and to correlate with physical-chemical factors (temperature, salinity, pH, dissolved oxygen, transparency, nitrate, nitrite, phosphate, ammonia, particulate matter in suspension, particulate, organic matter and pluviosity). The results showed that the largest density of total heterotrophic procarias ($1,458 \times 10^3 \text{ cel.mL}^{-1}$), its biomass ($42.74 \mu\text{gC.L}^{-1}$) and of *E. coli* ($>48,392 \text{ MPN.100ml}^{-1}$) occurred mainly in the second fortnight of December (period of vacations between Christmas and the New Year). In that period were also registered the largest pluviosity of the previous 24:00 hours, what may evidence the direct relationship between that parameter and the fast answer of those procarias to that physical conditioning. The concentrations of total coliforms ($>48,392 \text{ MPN.100ml}^{-1}$) and of pluviosity values of the last 72 hours were higher in the second fortnights of January and February. Together with *E. coli* the largest values of ammonia and phosphate were also registered. The high concentrations of those nutrients reinforce the idea that there is input of sewer "in natura" in the tidal-creek, mainly in the period of high pluviosity in summer.

Key words: Procarioplankton, *Escherichia coli*, tidal creeks, Paranaguá.

**Aos meus pais, José Rubens e Célia Mara,
e à minha irmã Danielle.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente à professora Dra. Hedda E. Kolm, minha orientadora e à professora Dra. Eunice C. Machado pela co-orientação. Os conhecimentos, a amizade e a confiança adquiridos nesses anos serão levados pela minha vida inteira. Agradeço também a todos os professores do Centro de Estudos do Mar (CEM), que de forma direta ou indireta estavam sempre presentes e contribuíram para minha formação acadêmica.

Agradeço a meus pais, José Rubens Fernandes e Célia Mara Buchmann de Andrade, e à minha irmã, Danielle de A. Fernandes, pelo amor, carinho, incondicional incentivo e apoio, pelo ambiente familiar e porto seguro ofertados, por quem sou, e pela dignidade e responsabilidade transmitidas. Sou grata a toda a minha família, especialmente aos avôs queridos: Vô Rubens e Vó Leni, e, Vô Juca e Vó Ozilia.

Aos meus amigos, a todos que se disponibilizaram e ajudaram durante as coletas e análises laboratoriais. Agradeço de maneira geral a todos os alunos da turma, companheiros de laboratório e colegas de trabalho, e, a todos os funcionários do CEM.

Por fim, agradeço ao Programa REUNI pelo auxílio de bolsa nesse período de mestrado.

SUMÁRIO

SEÇÃO 1

1 INTRODUÇÃO	8
2 REFERÊNCIAS	14
3 ANEXOS	21

SEÇÃO 2 - ARTIGO

1 INTRODUÇÃO	2
2 ÁREA DE ESTUDO	4
3 MATERIAL E MÉTODOS	6
4 RESULTADOS	8
5 DISCUSSÃO	20
6 REFERÊNCIAS	24

INTRODUÇÃO

Em 1990, Woese *et al.* (1990) sugeriram o nome de Archaea para microorganismos heterotróficos que eram adaptados a locais extremos tais como regiões geotermiais oceânicas e salinas. Hoje, acredita-se que Archaea's, assim como as bactérias, devem existir em todos os ambientes terrestres que contenham água. Entretanto, como poucas Archaea's foram cultivadas até o momento, muitas características somente são conhecidas para as bactérias ou para um possível coletivo de bactérias e arqueas. Segundo Rosselló-Mora (2005), os procariontes que eram chamados tradicionalmente de bactérias, são o grupo taxonômico que engloba todos os organismos anucleados da biosfera, e geralmente são microscópicos e nunca formam tecidos diferenciados. Além disto, quando é usada a técnica de microscopia por epifluorescência, a contagem se refere a um possível somatório entre os domínios Archaea e Bactéria. Por isso, para se referir a esse coletivo deve-se usar o termo Procaria.

Procarias constituem a maior parte da matéria viva da biosfera (Schlegel, 1993), e por possuírem grande variabilidade metabólica e genética, são encontradas em todos os ambientes que contenham água, livres, ou associadas a outros organismos (Manfio, 2003). Variam nas formas e tamanhos, de acordo com a espécie e a disponibilidade de alimento. Suas formas mais comuns são as esféricas (cocos), cilíndricas (bacilos), vírgula (vibriões) e espirais (espirilos).

No ambiente podem ser encontradas como células isoladas ou agrupadas em pares, tétrades, cadeias, grumos e outras inúmeras formas de agrupamentos, como massas embutidas no interior de uma cápsula ou fazendo parte de grandes colônias, porém, sem apresentar nenhuma forma de divisão de trabalho ou diferenciação celular (Pelczar *et al.*, 1997). No ambiente marinho podem ser encontradas na coluna d'água (livres ou aderidas a partículas), no sedimento, e em tecidos vivos e mortos de vegetais e animais (Rheinheimer, 1987).

As procarias são o principal contribuinte nos processos biogeoquímicos marinhos e estuarinos (Cowan *et al.*, 1996). Isso se deve à sua capacidade de degradação e reciclagem de elementos essenciais como o carbono, nitrogênio e fósforo (Alongi, 1994), e por servirem como fonte de alimento para a cadeia alimentar microbiana (Azam *et al.*, 1983). Possuem maior importância nas regiões

costeiras já que há uma constante entrada de materiais orgânicos e nutrientes vindos do continente (Rheinheimer, 1987) e há influência antrópica evidente (Kolm & Andretta, 2003). Esses fatores externos atuam de forma direta ou indireta nas suas qualidades e quantidades (Kolm & Andretta, 2003). Além disto, nos ambientes costeiros há uma grande variabilidade delas, tanto espacialmente quanto temporalmente, decorrente das alterações físico-químicas locais e da variação climática.

Os esgotos domésticos contribuem com elevadas cargas orgânicas, as indústrias com uma série de compostos sintéticos e metais pesados, e as atividades agrícolas são responsáveis pela presença de pesticidas e excesso de fertilizantes na água (Zeilhofer *et al.*, 2006). Segundo Branco *et al.* (1991), as alterações da qualidade da água representam uma das maiores evidências do impacto das atividades humanas sobre a biosfera. A liberação de esgoto “in natura” é considerada um dos principais fatores responsáveis pelas alterações dos ecossistemas aquáticos em áreas urbanizadas (Camargo *et al.*, 1995). Situações extremas nesses ecossistemas podem ser representadas por alterações de componentes como nitrogênio e fósforo, devido à contribuição da matéria orgânica por esgotos domésticos (Siqueira *et al.*, 2009).

Vários fatores abióticos e bióticos influenciam a abundância e a produção da comunidade procariótica. Em alguns sistemas aquáticos sua abundância e atividade parecem ser limitadas por fatores abióticos, tais como a temperatura e as concentrações de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo (Coveney & Wetzel, 1988; Morris & Lewis Jr., 1992). As procarias necessitam tanto de macronutrientes como de micronutrientes para o crescimento, sendo carbono, nitrogênio e fósforo os macronutrientes que normalmente regulam sua atividade (Kirchman, 1994; Breitbart *et al.*, 2008). Em sistemas costeiros que recebem grandes quantidades de matéria orgânica alóctone, o carbono não é o responsável pela limitação do seu crescimento, mas sim os nutrientes inorgânicos dissolvidos, principalmente nitrogênio e fósforo (Abreu *et al.*, 1995). Estes estão presentes em rios, gamboas e lagos, e constituem dois nutrientes básicos que dão suporte à cadeia alimentar.

Uma das principais vias de aporte de N antropogênico nos ecossistemas é a deposição atmosférica (Elser *et al.*, 2009), mas o aporte de esgoto doméstico e outros efluentes despejados “in natura” em ambientes aquáticos também são problemas crescentes e a concentração de nitrato em rios se correlaciona

fortemente com a ocupação humana em torno desses ambientes (Howarth *et al.*, 1996). Em sistemas com baixa fixação biológica de nitrogênio, a adição desse elemento geralmente aumenta a produtividade e o estoque de carbono interno, desencadeando ou acelerando o processo de eutrofização (Aber *et al.*, 1991). A diversidade biológica também pode ser alterada e normalmente diminui onde a adição de nitrogênio aumenta a produtividade dos ecossistemas (Santoro *et al.*, 2011). Os problemas advindos das alterações das concentrações desses elementos refletem na proliferação de algas e conseqüente aumento de procárias, nos déficits de oxigênio consumido nesse processo e no efeito tóxico do amônio nos peixes (Lima, 2001).

Os rios e as gamboas são importantes porque servem como elo entre o ambiente terrestre e o marinho, realizando o transporte de água doce, matéria orgânica, nutrientes e contaminantes do continente para o mar. As gamboas constituem cursos de água meandrantés, característicos de planícies litorâneas de grandes complexos estuarinos (Marone *et al.*, 1997). Elas diferem dos rios, por não possuírem uma nascente e por serem mais rasas e semi-fechadas, sofrendo assim mais efeitos de condições ambientais extremas (Serpe *et al.*, 2010). São altamente influenciadas pelas marés, podendo sofrer grandes variações de salinidade e profundidade em um mesmo dia (Oliveira-Neto *et al.*, 2008). Além da água marinha, recebem água do lençol freático, da chuva e, em ambientes urbanizados, de canalizações de água pluvial e de esgotos.

Considerando que os rios e gamboas vêm sendo, ao longo dos anos, utilizados como depósitos de rejeitos, é importante ressaltar que a severidade da poluição de um corpo d'água não é determinada apenas pela intensidade e qualidade dos poluentes, mas pela capacidade de sua assimilação, que depende das interações entre condições físicas, químicas e biológicas do ambiente.

A maioria das bactérias patogênicas é heterotrófica e é capaz de transformar em energia detritos orgânicos e uma variedade de substratos de carbono incluindo aminoácidos, lipídios, glicolipídios e carboidratos. A estrutura e dinâmica das comunidades de procárias heterotróficas são intensamente influenciadas por elementos, como disponibilidade de alimento e temperatura (Comte *et al.*, 2006). O aumento do número destes micro-organismos pode ser usado para monitorar a poluição ambiental orgânica (Cowan *et al.*, 1996). Sendo assim, a determinação do número de procárias e suas flutuações são necessárias para avaliar com mais precisão as

mudanças na comunidade após as descargas de poluentes (Gonzalez *et al.*, 2006).

Para um micro-organismo ser considerado adequado como indicador de poluição ambiental ele deve reunir qualidades como: ser mensurável, representativo e comparável, baseado em conceitos científicos, ser utilizado internacionalmente, permitir um monitoramento regular e ser detectado por uma metodologia de fácil interpretação e de valor acessível (Reche *et al.*, 2010). Assim, um bioindicador apropriado irá revelar sinteticamente, por meio de valores ou parâmetros, modificações que ocorreram ou estejam ocorrendo em um sistema específico. Salienta-se que não existe um indicador ideal de qualidade sanitária da água, e sim os que se aproximam dos requisitos exigidos (Bettega *et al.*, 2006; Neto *et al.*, 2009). Assim a *Escherichia coli* é, pela legislação vigente, o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual existência de organismos patogênicos (ANVISA 2004, CONAMA 2005).

Comumente são utilizadas bactérias do grupo dos coliformes da família *Enterobacteriaceae* como indicadoras de qualidade sanitária em ambientes naturais. Os coliformes totais são encontrados naturalmente em ambientes enriquecidos com matéria orgânica (Neill, 2004). Os coliformes termotolerantes distinguem-se dos totais por resistirem às elevadas temperaturas (Griffin *et al.*, 2001). O principal representante do grupo termotolerante e o indicador mais específico de contaminação fecal e de eventual presença de organismos patogênicos é a *Escherichia coli* (Conte *et al.*, 2004) que habita a microbiota intestinal normal de aves e mamíferos. Apesar de ocorrer normalmente nos intestinos de animais homeotérmicos, as cepas patogênicas da *E. coli* podem ser oportunistas, alojando-se em outros tecidos e causando bacteremias, meningites e infecções, principalmente das vias urinárias, sépticas, pulmonares, de pele e de ferimentos (Pelczar *et al.*, 1981).

A contagem bacteriana de *E. coli* é um importante indicador de qualidade da água - especialmente nas águas em que o esgoto é despejado. Também é uma indicação da possível presença de organismos patogênicos entéricos (Neill, 2004). A vantagem de *E. coli* sobre outras bactérias causadoras de doenças é que esta se encontra universalmente distribuída em altas densidades nas fezes de animais homeotérmicos e é de fácil detecção (Zilli *et al.*, 2003). Coliformes totais, coliformes fecais, *E. coli* e Enterococos são reportados por Poté *et al.* (2009) como bactérias indicadoras de contaminação fecal. No

entanto para Zilli *et al.* (2003), a definição de um indicador biológico inclui a presença ou ausência de uma determinada espécie de planta ou animal, em dada área, associada às distintas circunstâncias ambientais.

A tolerância biológica da *E. coli* a fatores físico-químicos está sendo bem estudada, embora na maior parte das vezes em laboratório (Whitman *et al.*, 2004). Desses fatores, a radiação solar (insolação) é, sem dúvida, a mais potente na inativação ou morte de *E. coli* e enterococos em água (Fujioka *et al.*, 1981; Pommepuy *et al.*, 1996; Burkhardt *et al.*, 2000; Sinton *et al.*, 2002). Troussellier *et al.* (1998) acrescentam também a falta de matéria orgânica e a salinidade. A falta de nutrientes combinada com outros fatores, como a salinidade e a radiação solar, diminui a sobrevivência de *E. coli* em águas costeiras (Rozen & Belkin, 2001). Solic & Krstulovic (1992) também afirmam que o aumento da temperatura e da salinidade é mais prejudicial para a sobrevivência de *E. coli* na presença de luz solar, o que sugere que a luz do sol age sinergicamente com a temperatura e/ou salinidade.

Ao longo dos anos foram feitos vários estudos bacteriológicos em diversas gamboas do litoral paranaense. Dentre eles destacam-se os feitos por Kolm & Andretta (2003) e Joucoski (2006) na Gamboa do Perequê, incluindo coliformes totais e *Escherichia coli* e sua inter-relação com fatores físico-químicos; Siqueira & Kolm (2009), que estudaram o bacterioplâncton na desembocadura da Gamboa Maciel e Kolm & Nowicki (2011) que estudaram variações físico-químicas e microbiológicas em um transecto transversal à linha da costa da mesma gamboa; Siqueira *et al.* (2009) que estudaram os componentes estruturais abióticos e bióticos e caracterizaram o grau de trofia de quatro gamboas (Olho d'Água, Barrancos, Perequê e Penedo) do litoral sul do Paraná; Castro Junior (2008) que estudou o bacterioplâncton do canal do DNOS (Pontal do Paraná) e sua inter-relação com fatores físico-químicos; e Pellizari (2008) que estudou parâmetros geográficos, demográficos e sanitários da Gamboa Itiberê em Paranaguá. Entretanto, apesar da importância da cidade e do porto de Paranaguá, ainda são poucos os estudos bacteriológicos efetuados nesta região da baía.

Considerando-se que a crescente urbanização nas proximidades da gamboa do Emboguaçu tem causado evidentes mudanças na qualidade dos habitats marinhos para os micro-organismos e que tais modificações não foram quantificadas até o momento, faz-se necessário um estudo mais detalhado sobre o assunto, uma vez que pouco se conhece sobre a caracterização da região em questão.

Sendo assim, a presente pesquisa teve como principais objetivos caracterizar a distribuição espaço-temporal de procárias heterotróficas totais, biomassa procariótica, coliformes totais e *Escherichia coli*, em águas superficiais da Gamboa do Emboguaçu, em Paranaguá; correlacionar os resultados obtidos com fatores físico-químicos (temperatura, salinidade, pH, transparência, oxigênio dissolvido, nitrato, nitrito, N-amoniaco, fosfato, material particulado em suspensão, matéria orgânica dissolvida e pluviosidade) de cada local amostrado; e verificar possíveis fatores de contaminação e suas implicações para o gerenciamento das áreas costeiras.

1 **Varição espaço-temporal do procarioplâncton e sua relação com parâmetros físico-químicos na Gamboa**
2 **do Emboguaçu, Paraná, Brasil**

3 **Revista: Hydrobiologia**

4
5 Vanessa de Andrade Fernandes^{1*}, Hedda Elisabeth Kolm¹, Eunice da Costa Machado¹

6
7 ¹ Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná, Caixa Postal 61, 83.255-976, Pontal do Sul, PR,
8 Brasil

9 *Corresponding author: nessa_cem@yahoo.com.br

10
11 **ABSTRACT**

12
13 Emboguaçu tidal creek is located in Paranaguá Bay and bathes the west portion of the city of the same name.
14 Given the area's anthropic alterations, fast development, and shortage of prokaryological studies, the latter was
15 necessary along the tidal creek to correlate its results with physical and chemical factors. The results showed that
16 the largest density of total heterotrophic prokaryotes ($1,458 \times 10^3 \text{ cell.ml}^{-1}$), its biomass ($42.74 \mu\text{gC.l}^{-1}$), and that
17 of *E. coli* ($>48,392 \text{ MPN.100ml}^{-1}$) occurred primarily during the second fortnight of December (i.e., the holiday
18 period between Christmas and New Years Day). That period also registered the heaviest rainfall of the previous
19 24 hours, which might have caused the fast prokaryotic response. The coliform concentration ($>48,392$
20 MPN.100ml^{-1}) and the amount of rainfall over the 72 hours prior to sampling were higher during the second
21 fortnights of January and February compared with that of December. The largest values of *E. coli*, ammonia, and
22 phosphate were also recorded. The high concentrations of these hazards support the hypothesis that there is a
23 natural sewer input in the tidal creek, primarily during the heavy summer rainfall.

24
25 Keywords: Procarioplankton, *Escherichia coli*, Tidal Creek, Paranaguá.

26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40

INTRODUÇÃO

41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70

Em 1990, Woese (Woese et al., 1990) sugeriu o nome de Archaea para micro-organismos heterotróficos que eram adaptados a locais extremos, tais como regiões geotermiais oceânicas e salinas. Hoje, acredita-se que Archaea's, assim como as bactérias, devem existir em todos os ambientes terrestres que contenham água. Entretanto, como poucas foram colocadas em cultivo até o momento, muitas características somente são conhecidas para as bactérias ou para um possível coletivo de bactérias e arqueias. Segundo Rosselló-Mora (2005), os procariontes que eram chamados tradicionalmente de bactérias, são o grupo taxonômico que engloba todos os organismos anucleados da biosfera, geralmente são microscópicos e nunca formam tecidos diferenciados. Além disto, quando é usada a técnica de microscopia por epifluorescência, a contagem se refere a um possível coletivo entre os domínios Archaea e Bacteria. Por isso, para se referir a esse coletivo deve-se usar o termo Procária.

As procárias são o principal contribuinte nos processos biogeoquímicos marinhos e estuarinos (Cowan et al., 1996). Isso se deve à sua capacidade de degradação e reciclagem de elementos essenciais como o carbono, nitrogênio e fósforo (Alongi, 1994). Em ambientes marinhos possuem uma maior importância nas regiões costeiras já que há uma constante entrada de materiais orgânicos e nutrientes vindos do continente (Rheinheimer, 1987) e há influência antrópica evidente (Kolm, & Andretta, 2003). Além disto, nos ambientes costeiros há uma grande variabilidade delas, tanto espacialmente quanto temporalmente, decorrente das alterações físico-químicas locais e da variação climática.

A liberação controlada de resíduos orgânicos, principalmente através de esgotos "in natura", em corpos d'água pode provocar um incremento na produtividade primária local, mas os seus excessos são prejudiciais, podendo causar eutrofização dos ecossistemas (Bishop, 1985; Camargo et al., 1995). Tais alterações podem ser representadas por alterações em componentes como nitrogênio e fósforo e devido à contribuição da matéria orgânica (Siqueira et al., 2009). Os problemas advindos das alterações dessas concentrações refletem na proliferação de algas e conseqüente aumento de procárias, nos déficits de oxigênio consumido nesse processo e no efeito tóxico do amônio nos peixes (Lima, 2001).

Comumente são utilizadas bactérias do grupo dos coliformes da família *Enterobacteriaceae* como indicadoras de qualidade sanitária em ambientes naturais. Os coliformes totais são encontrados naturalmente em ambientes enriquecidos com matéria orgânica (Neill, 2004). Os termotolerantes distinguem-se dos totais por resistirem às elevadas temperaturas (Griffin, 2001). O principal representante do grupo termotolerante e o

71 indicador mais específico de contaminação fecal e de eventual presença de organismos patogênicos é a
72 *Escherichia coli* (Conte et al., 2004) que habita a microbiota intestinal normal de aves e mamíferos.

73 Ao longo dos anos foram feitos vários estudos bacteriológicos em diversas gamboas do litoral
74 paranaense. Dentre eles destacam-se os feitos por Kolm & Andretta (2003) e Joucoski et al. (2006) na Gamboa
75 do Perequê incluindo coliformes totais e *Escherichia coli* e sua inter-relação com fatores físico-químicos;
76 Siqueira & Kolm (2009), que estudaram o bacterioplâncton na desembocadura da Gamboa Maciel; Kolm &
77 Nowicki (2011) que estudaram variações físico-químicas e microbiológicas em um transecto transversal à linha
78 da costa da mesma gamboa e Siqueira et al. (2009) que estudaram os componentes estruturais abióticos e
79 bióticos e caracterizaram o grau de trofia de quatro gamboas (Olho d'Água, Barrancos, Perequê e Penedo) do
80 litoral sul do Paraná. Entretanto, apesar da importância da cidade e do porto de Paranaguá, ainda são poucos os
81 estudos bacteriológicos efetuados nesta região da baía.

82 Considerando-se que a crescente urbanização nas proximidades da gamboa do Emboguaçu tem causado
83 evidentes mudanças na qualidade dos habitats costeiros para os micro-organismos e que tais modificações não
84 foram quantificadas até o momento, faz-se necessário um estudo mais detalhado sobre o assunto, uma vez que
85 pouco se conhece sobre a caracterização da região em questão.

86

87

ÁREA DE ESTUDO

88

89 O Complexo Estuarino de Paranaguá (Figura 1A) está localizado no litoral do Paraná, sul do Brasil. O
90 clima na região é, de acordo com a classificação Köppen (Marone et al., 1997), subtropical úmido mesotérmico,
91 com verão quente (Cfa). A Gamboa do Emboguaçu (Figura 1B), com aproximadamente 4 Km de comprimento,
92 tem traçado meandrante, está localizada na Baía de Paranaguá e banha a cidade homônima na sua porção oeste.
93 Nas suas margens estão localizados manguezais e algumas áreas urbanizadas (bairros Jardim Araçá, Jardim
94 Iguazu, Vila do Povo e Emboguaçu). Segundo informações da Empresa de Saneamento de Paranaguá, a “CAB
95 Águas de Paranaguá”, o esgoto tratado pela Estação de Tratamento de Esgoto do Emboguaçu (ETE) é lançado no
96 rio Emboguaçu Mirim (córrego que deságua na Gamboa do Emboguaçu) na altura do ponto número 4 de coleta
97 (Figura 1B). Essa estação foi concebida em 1997, e trata esgotos da cidade pelo processo biológico, através do
98 lodo ativado. Além dos aterros e poluentes industriais, a Gamboa do Emboguaçu é influenciada diretamente
99 pelos habitantes que exploram madeira e crustáceos, capturam aves, e lançam esgoto “in natura” (Mestre et al.,
100 1997).

101

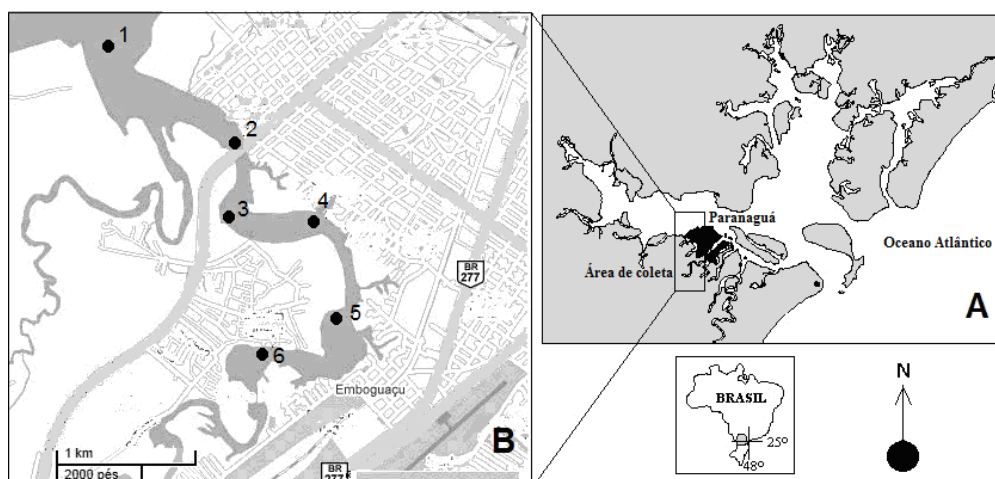


Figura 1. A) Complexo Estuarino de Paranaguá com destaque para a área de estudo. B) Área de estudo com localização dos pontos de coleta de água. Fonte: Google Maps modificado.

102

103

MATERIAIS E MÉTODOS

104

105 Entre agosto de 2010 e julho de 2011 foram feitas dez coletas de águas superficiais, sempre na baixa-
 106 mar de sizígia, no período da manhã e no sentido montante - jusante, em seis estações ao longo da Gamboa do
 107 Emboguaçu (Figura 1B) sempre em três réplicas. O ponto de número 1 foi localizado na parte mais externa da
 108 gamboa, o número 2 embaixo da ponte da Estrada Velha de Alexandra, o número 3 numa porção intermediária, o
 109 4 próximo à área de descarte do esgoto tratado pela ETE, e os 5 e 6 em áreas mais internas. A água foi coletada
 110 com o auxílio de um recipiente plástico acoplado a um cabo de madeira de 2,2 m utilizado pela primeira vez para
 111 coletar água da Gamboa do Perequê no trabalho de Kolm & Andretta (2003).

112 Em todas as estações foram mensurados parâmetros físico-químicos e biológicos. A temperatura e a
 113 transparência foram medidas “in situ”, com o auxílio de um termômetro padrão de escala 1/100 °C e de um disco
 114 de Secchi. A salinidade e o potencial hidrogeniônico (pH) foram determinados em laboratório com a utilização
 115 de um refratômetro (QA Supplies, LLC, modelo MT-110ATC) e de um pH-metro portátil digital LT-Lutron. Para
 116 a determinação do oxigênio dissolvido, as amostras foram fixadas imediatamente após a coleta e conservadas em
 117 local escuro e sem variação de temperatura até a análise, que foi efetuada pela técnica de Winkler, segundo
 118 Grasshoff et al. (1983). Os valores de pluviosidade foram obtidos junto à Estação Meteorológica de Paranaguá,
 119 localizada no Aeroparque – Paranaguá. Foram utilizados dados das 24 e 72 horas anteriores ao horário de cada
 120 coleta. As análises de material particulado em suspensão (MPS) foram feitas de acordo com o método descrito

121 por Strickland & Parsons (1972) utilizando filtros GF-52C - Schleicher & Schuell ($\varnothing = 47\text{mm}$). A matéria
122 orgânica particulada (MOP) foi obtida pelo método da ignição. Após a determinação do MPS, os filtros foram
123 incinerados a 450°C por 1 hora em mufla Quimis[®] e em seguida pesados. Todas as pesagens foram feitas em
124 balança Ohaus[®] Discovery com precisão de cinco casas decimais. Os cálculos foram feitos com base na
125 diferença entre pesos antes e depois da incineração. As águas remanescentes das filtragens foram acondicionadas
126 em frascos de polietileno e congeladas até o momento das análises de nutrientes, que foram feitas segundo
127 Grasshoff et al. (1983). As análises de fosfato, nitrito, nitrato, N-amoniaco e silicato foram realizadas no
128 Laboratório de Biogeoquímica Marinha CEM-UFPR através de leituras em espectrofotômetro (SHIMADZU[®]
129 UV – 1601 PC) em diferentes comprimentos de ondas, conforme as técnicas descritas por Grasshoff et al.
130 (1983). Para a determinação das procárias heterotróficas totais, foram utilizados 0,5 mL da amostra de água da
131 garrafa e 1,5 mL de água destilada autoclavada acrescidos de 0,2 mL de laranja de acridina, e depois de 2
132 minutos filtrados em filtros de membrana Nucleopore (0,22 μm de poro) previamente escurecidos, seguindo a
133 metodologia descrita por Parsons et al. (1984). Sua contagem foi feita por microscopia de epifluorescência
134 (Microscópio Nikon, mod. Labophot). Para a quantificação da biomassa procariótica, determinou-se seu
135 biovolume médio a partir de figuras geométricas aproximadas e se utilizou o fator de conversão de $0.4 \text{ pgC} \cdot \mu\text{m}^{-3}$
136 (Bjørnsen & Kuparinen, 1991). Para a análise de coliformes totais e *Escherichia coli* foi usado um substrato
137 cromogênico conforme descrito pelo “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (Apha,
138 1995). Os meios de cultura e as cartelas utilizadas nas análises foram os Colilert[®] da empresa Idexx
139 Laboratories, Inc. Para a obtenção do número mais provável (NMP) dos coliformes em 100 mL de água, foi
140 utilizada uma tabela de correlação fornecida pela própria empresa.

141 Os resultados obtidos foram submetidos a testes estatísticos com auxílio do Software STATISTICA 7.0.
142 Com intuito de verificar se houve diferenças significativas entre as variáveis analisadas, foi utilizada a Análise de
143 Variância (ANOVA) e o Teste “post hoc” de Tukey HSD. A inter-relação dos parâmetros ambientais foi realizada
144 através da Análise dos Componentes Principais (ACP). Sempre que houve variações significativas, os dados
145 foram representados em gráficos com os valores de F e p inseridos.

146

147

147 RESULTADOS

148

149 A figura 2 apresenta o nível de pluviosidade das 24 e 72 horas anteriores ao horário das coletas. Como
150 pode ser observado na figura 2A, em agosto de 2010, na primeira coleta de janeiro, na segunda de fevereiro e nas

151 coletas de abril e de julho de 2011 não houve pluviosidade nas 24 horas que antecederam às coletas. O maior
 152 valor (31,2 mm) ocorreu na segunda coleta de dezembro de 2010. A figura 2B mostra que os menores valores (1
 153 mm e 4 mm) de chuva nas 72 horas que antecederam ao horário da coleta foram registrados, respectivamente,
 154 em agosto de 2010 e na primeira coleta de janeiro de 2011. O maior valor (121,7 mm) foi durante a segunda
 155 coleta de fevereiro de 2011.

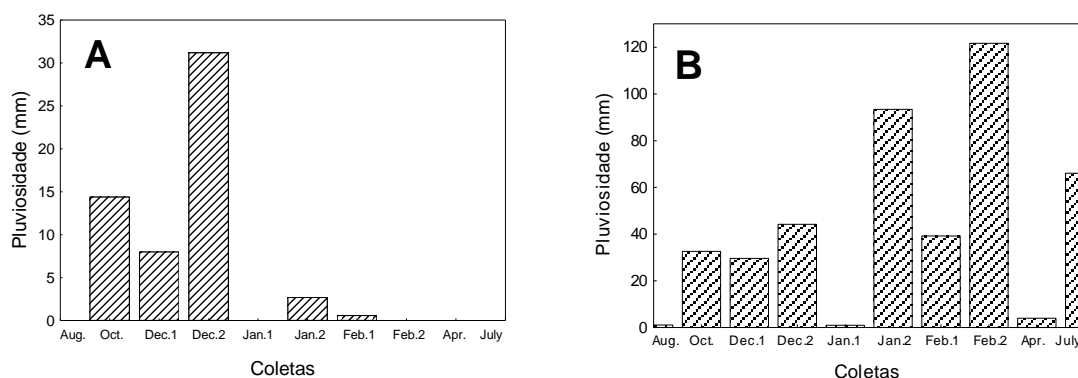


Figura 2. Pluviosidade no período estudado. A) Nível acumulado nas 24 horas anteriores às horas das coletas. B) Nível acumulado nas 72 horas anteriores às horas das coletas.

157
 158 A transparência da água (figura 3A) foi menor na segunda coleta de dezembro de 2010, segunda de
 159 janeiro e nas duas de fevereiro de 2011 e maior em julho de 2011. Seu mínimo (0,35m) foi registrado em
 160 fevereiro de 2011 nos pontos 3, 5 e 6, e o máximo (1,40m) em julho de 2011 no ponto 1.

161 Os valores de MPS foram menores em julho e maiores em fevereiro de 2011 (figura 3B). O mínimo (5,2
 162 mg.L⁻¹) foi registrado em julho no ponto 4, e o máximo (49,02 mg.L⁻¹) durante a primeira coleta de fevereiro, no
 163 ponto 3.

164 A figura 3C mostra que os valores de MOP foram maiores em fevereiro de 2011, sendo que o menor
 165 (1,8 mg.L⁻¹) foi registrado em dezembro de 2010 no ponto 1, e o maior foi de 16,4 mg.L⁻¹, durante a primeira
 166 coleta de fevereiro no ponto 5.

167 As menores temperaturas, com um mínimo de 10°C na maioria das estações, foram registradas em julho
 168 (figura 3D) e as maiores (27°C), em janeiro de 2011 no ponto 6.

169 Como pode ser observado na figura 3E, os valores de salinidade foram menores em janeiro e fevereiro
 170 de 2011 (ambos nas segundas coletas) e maiores em agosto de 2010, abril e julho de 2011. Seu mínimo (3) foi
 171 registrado no ponto 4, durante a segunda coleta de janeiro de 2011, e o máximo foi 25 no ponto 1 em julho do
 172 mesmo ano.

173 Os maiores valores do pH foram registrados em abril de 2011 (figura 3F), sendo que o menor valor
 174 (6,37) foi durante a segunda coleta de fevereiro e o maior (7,5) em abril, ambos nos pontos 1.
 175

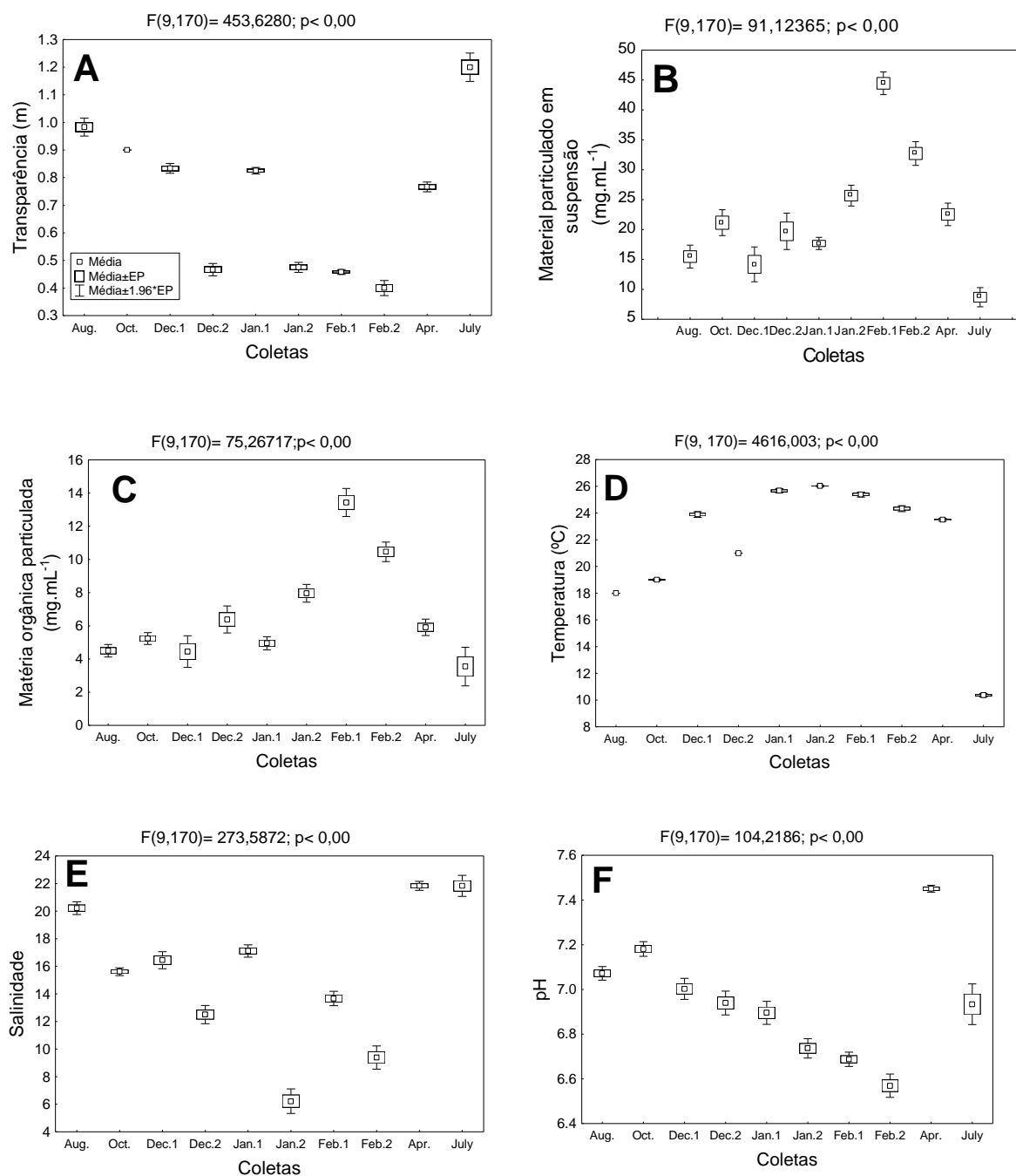


Figura 3. Variação temporal com média e desvio padrão: A) Transparência, B) Material particulado em suspensão, C) Matéria orgânica particulada, D) Temperatura, E) Salinidade e F) Potencial hidrogeniônico ao longo do período estudado.

176

177 A porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido foi menor em dezembro de 2010 durante a segunda

178 coleta, e maior em agosto de 2010 e abril de 2011 (figura 4A). Também pode ser observado na figura 4B que os
179 valores foram consistentemente mais elevados na estação 1. O valor máximo registrado foi de 66,9% em agosto
180 na estação 1 e o mínimo 4,3% na segunda coleta de dezembro na estação 4.

181 As menores concentrações de nitrato foram encontradas em janeiro de 2011 durante a primeira coleta, e
182 as maiores em agosto de 2010 e julho de 2011 (figura 4C). Seu mínimo foi de 2,87 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ durante a segunda
183 coleta de janeiro no ponto 1, e o máximo 28,98 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ em julho no ponto 3.

184 A figura 4D mostra que as menores concentrações de nitrito ocorreram em agosto de 2010 e julho de
185 2011, e as maiores durante a primeira coleta de janeiro de 2011. O mínimo registrado foi de 2,39 $\mu\text{mol.L}^{-1}$
186 durante a primeira coleta de janeiro no ponto 3, e o máximo 13,51 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ em agosto de 2010 no ponto 2.

187 Como pode ser observado na figura 4E, os menores valores de N-amoniacal foram encontrados em
188 agosto de 2010, janeiro (primeira coleta), fevereiro (segunda coleta) e abril de 2011. Seu mínimo foi de 32,56
189 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ na primeira coleta de janeiro, e o máximo (166,62 $\mu\text{mol.L}^{-1}$) na segunda coleta de fevereiro, ambos no
190 ponto 6.

191 As maiores concentrações de fosfato foram registradas na segunda coleta de janeiro, segunda de
192 fevereiro, e em julho de 2011 (figura 4F). O menor valor (6,81 $\mu\text{mol.L}^{-1}$) foi na primeira coleta de fevereiro de
193 2011 no ponto 1, e o maior (63,81 $\mu\text{mol.L}^{-1}$) na segunda coleta de janeiro no ponto 5.

194 Na primeira coleta de fevereiro de 2011 (figura 4G) foram observados os menores valores de silicato,
195 com um mínimo de 6,41 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ no ponto 6. Apesar do valor máximo (72,44 $\mu\text{mol.L}^{-1}$) ter sido encontrado em
196 outubro de 2010 no ponto 1, os valores foram consistentemente mais elevados em julho de 2011.

197

198

199

200

201

202

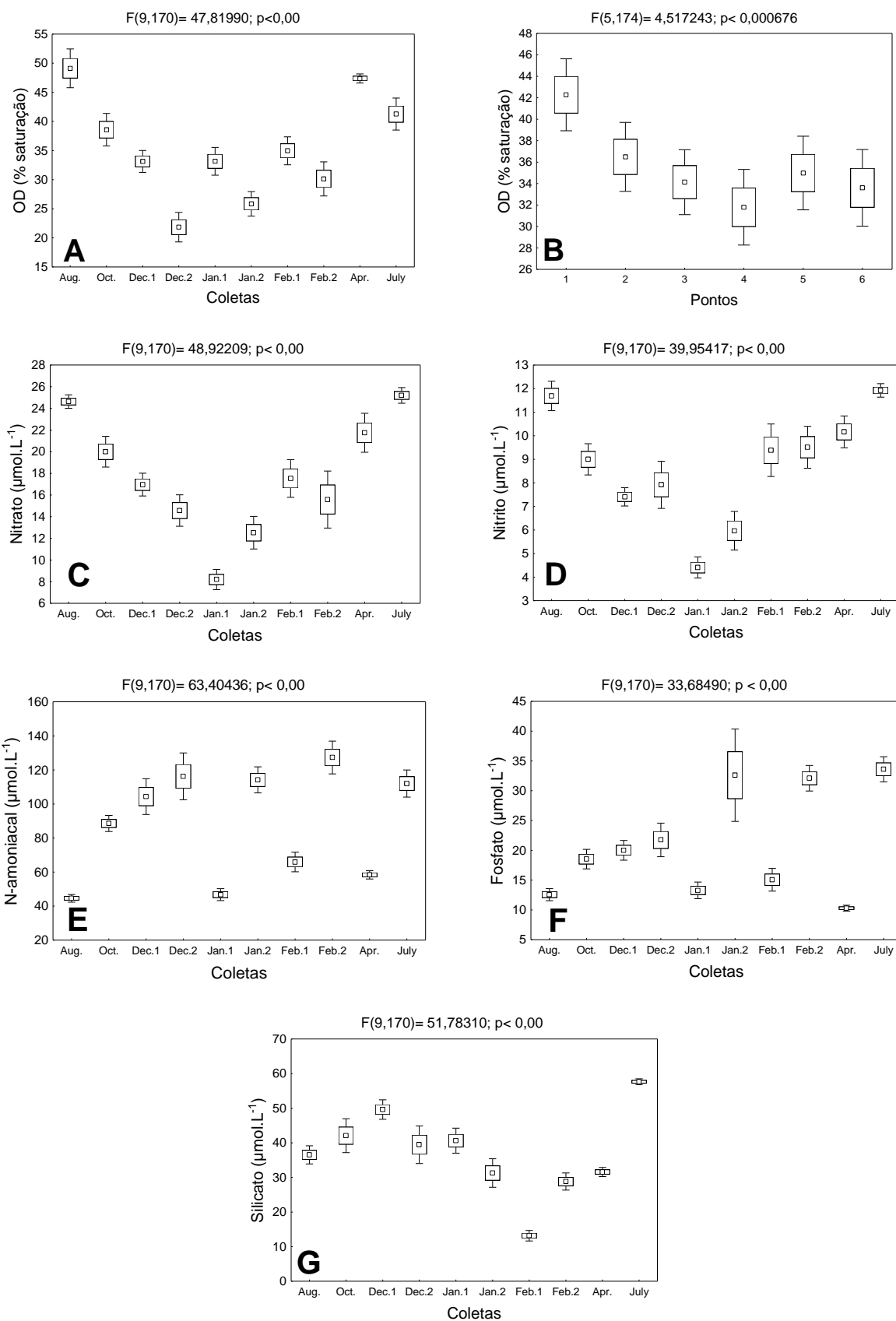


Figura 4. Variação espacial e temporal com média e desvio padrão: A) Oxigênio dissolvido ao longo do período estudado, B) Oxigênio dissolvido ao longo dos pontos de coleta, C) Nitrato, D) Nitrito, E) N-amoniacal, F) Fosfato e G) Silicato ao longo do período estudado.

203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227

Ao contrário do observado para os parâmetros abióticos (com exceção do oxigênio dissolvido), os coliformes totais e a *E. coli*, em que a variabilidade não foi significativa entre os pontos de coleta, as variações do número de procárias heterotróficas totais e de sua biomassa, foram significativas tanto ao longo do período estudado, quanto entre os pontos.

Os maiores valores de densidade de procárias heterotróficas totais assim como a sua biomassa foram observados em outubro, e durante a segunda coleta de dezembro de 2010 (figura 5A e 5C), e também foram consistentemente mais elevados no ponto 4 (figura 5B e 5D). O mínimo encontrado de procárias heterotróficas totais foi de $149,19 \times 10^3 \text{ cel.mL}^{-1}$, registrado durante a coleta de outubro (ponto 2), e o maior foi de $2.548,61 \times 10^3 \text{ cel.mL}^{-1}$ também em outubro de 2010 (ponto 4). Já o menor valor de biomassa procariótica ($4,02 \mu\text{gC.L}^{-1}$), foi registrado durante a primeira coleta de dezembro de 2010 (ponto 5), e o maior foi de $67,34 \mu\text{gC.L}^{-1}$ em outubro de 2010 (ponto 4).

Apesar do mínimo de coliformes totais ($14.540 \text{ NMP.100mL}^{-1}$) ter sido encontrado no ponto 6 em julho, seus valores foram consistentemente baixos em agosto, dezembro de 2010 (primeira coleta) e julho de 2011. Em dezembro de 2010 (segunda coleta), janeiro e fevereiro de 2011 seus valores foram $>48.392 \text{ NMP.100mL}^{-1}$ na maioria dos pontos de coleta. Para a análise estatística estes valores foram considerados iguais a $48.392 \text{ NMP.100mL}^{-1}$.

Os maiores valores de *E. coli*, com um máximo de $>48.392 \text{ NMP.100mL}^{-1}$ nos pontos 2 e 3, foram observados durante a segunda coleta de dezembro de 2010 (figura 5F). Seu mínimo foi de $3.000 \text{ NMP.100mL}^{-1}$ no ponto 5, durante a primeira coleta de dezembro do mesmo ano. Para a análise estatística estes valores máximos também foram considerados iguais a $48.392 \text{ NMP.100mL}^{-1}$.

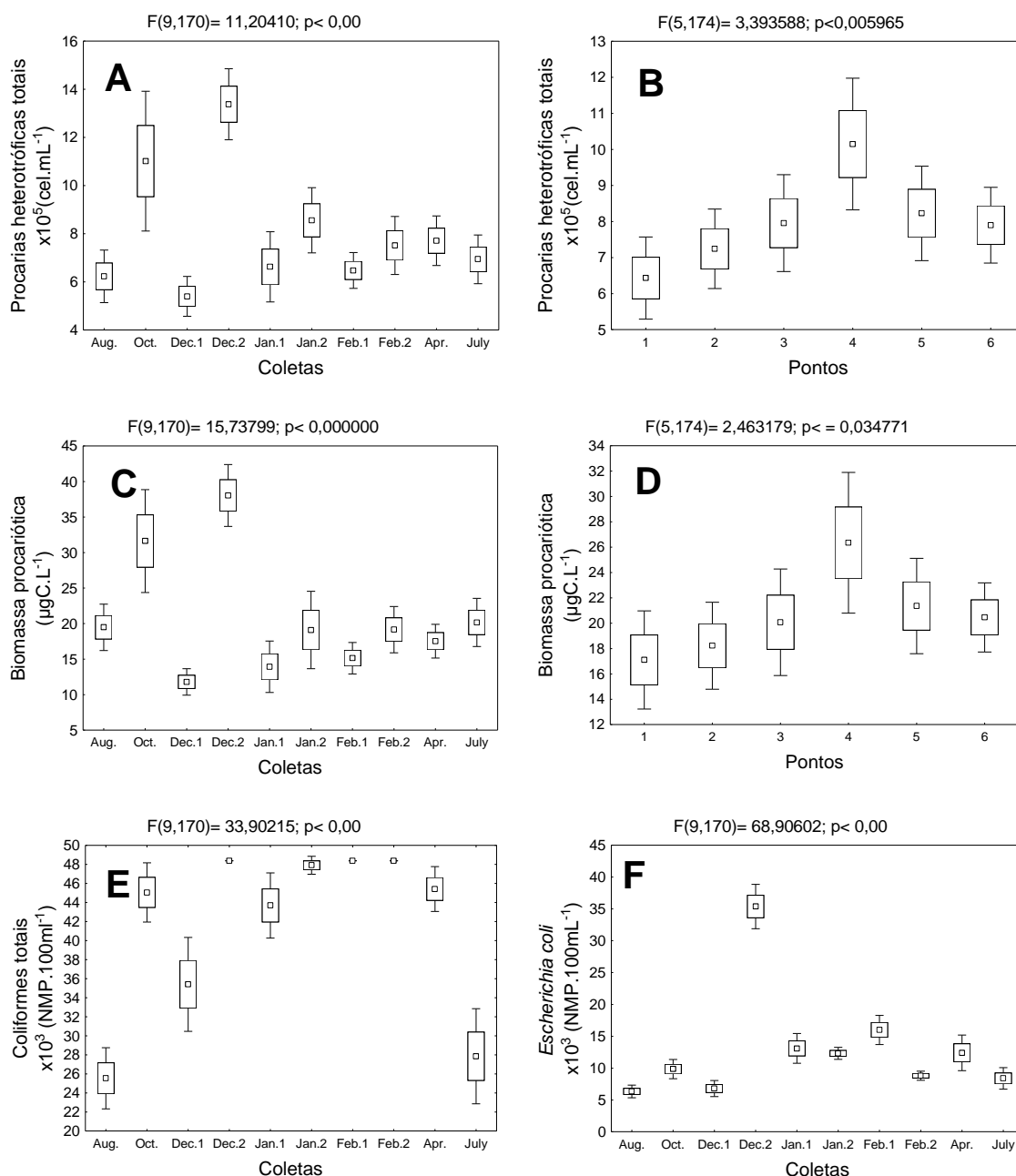


Figura 5. A) Procarias heterotróficas totais ao longo do período estudado, B) Procarias heterotróficas totais ao longo dos pontos de coleta, C) Biomassa procariótica ao longo do período estudado, D) Biomassa procariótica ao longo dos pontos de coleta, E) Coliformes totais e F) *Escherichia coli* na água superficial ao longo do período estudado.

228

229

230

231

232

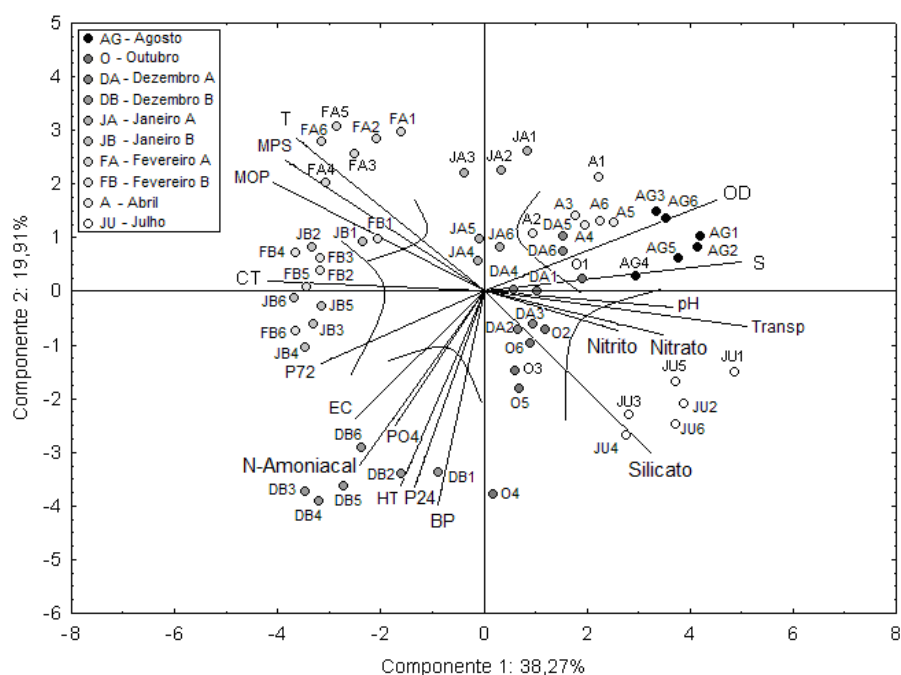
233

A figura 6 apresenta os resultados da Análise de Componentes Principais (PCA). O primeiro componente explicou 38,27% da variabilidade e mostrou relação direta da salinidade e do oxigênio dissolvido e inversa da pluviosidade das últimas 72 horas e dos coliformes totais com todas as estações em agosto, abril, dezembro (primeira coleta) e com a estação 1 em outubro. Estes, por sua vez, mostraram correlação direta com todos os pontos da segunda coleta de janeiro e com a maioria dos da segunda coleta de fevereiro. Mostrou

234 também relação direta do pH, transparência, nitrito, nitrato e silicato, e inversa com a temperatura, material
 235 particulado em suspensão e matéria orgânica particulada, com todas as estações em julho e com a maioria delas
 236 em outubro. As últimas apresentaram correlação direta com todos os pontos da primeira coleta de fevereiro, e do
 237 ponto 1 na segunda coleta de janeiro e de fevereiro.

238 O segundo componente explicou 19,91% da variabilidade, e mostrou relação direta, das procarias
 239 heterotróficas totais, da biomassa procariótica, pluviosidade de 24h, fosfato, amônia e *E. coli* com todos os
 240 pontos na segunda coleta de dezembro e o ponto 4 de outubro e inversa principalmente com os pontos 1, 2 e 3 de
 241 janeiro (figura 6).

242



Legenda: S = salinidade; pH = potencial hidrogeniônico; T = temperatura; POM = matéria orgânica particulada; SPM = material particulado em suspensão; Turbidity = transparência; Nitrate = teor de nitrato; Nitrite = teor de nitrito; N-amoniacal = teor de N-amoniacal; Silicate = teor de silicato; P24 = pluviosidade das últimas 24 horas; P72 = pluviosidade das últimas 72 horas; HT = procarias heterotróficas totais, PB = biomassa procariótica; TC = coliformes totais; EC = *Escherichia coli*.

Figura 6. Representação gráfica da Análise dos Componentes Principais.

243

244

245

246

DISCUSSÃO

247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276

Os rios e as gamboas são importantes porque servem como elo entre o ambiente terrestre e o marinho, realizando o transporte de água doce, matéria orgânica, nutrientes e contaminantes do continente para o mar. As gamboas constituem cursos de água meandrantos, característicos de planícies litorâneas de grandes complexos estuarinos (Marone et al., 1997). Elas diferem dos rios, por não possuírem uma nascente e por serem mais rasas e semi-fechadas, sofrendo assim mais efeitos de condições ambientais extremas (Serpe et al., 2010). São altamente influenciadas pelas marés, podendo sofrer grandes variações de salinidade e profundidade em um mesmo dia (Oliveira-Neto et al., 2008). Além da água marinha, recebem água do lençol freático, da chuva e, em ambientes urbanizados, de canalizações de água pluvial e de esgotos.

Na presente pesquisa pode ser observado que a intrusão de água salina na gamboa do Emboguaçu é bem marcada, pois foram registradas altas salinidades ao longo dos seis pontos (alcançando aproximadamente 22 na parte mais interna da região navegável da gamboa em abril), embora a salinidade do primeiro ponto tenha sido quase sempre maior em relação à dos demais. Siqueira *et al.* (2009) encontraram padrão semelhante para a gamboa do Perequê, onde foram registradas, na baixa-mar de sizígia, salinidades de até 17 no ponto mais interno.

As gamboas sofrem intrusão marinha durante a enchente o que faz com que haja um fluxo e refluxo de suas águas, com correntes mais elevadas na direção montante para jusante. Tais características fazem com que na Gamboa do Emboguaçu, apesar de estar localizada em área urbana, durante as baixa-mares, principalmente em períodos de alta pluviosidade, seja carregada matéria orgânica particulada e dissolvida das regiões adjacentes (manguezais e vegetação de restinga arbórea ainda existente em parte de suas margens).

Apesar de não terem sido registradas diferenças significativas entre as estações de coleta, na estação externa (ponto 1), foram observados, além da salinidade, valores mais elevados de transparência, pH e oxigênio dissolvido principalmente no inverno. O mesmo padrão foi encontrado por Kolm e Andretta (2003) e Siqueira *et al.* (2009) em várias gamboas que deságuam na mesma baía.

Segundo Neill (2004) grandes partes dos coliformes totais podem ser encontrados naturalmente em ambientes enriquecidos com matéria orgânica. Tais observações podem ser confirmadas pela presente pesquisa em que seus valores foram mais elevados na segunda quinzena de janeiro e fevereiro, período de maior temperatura, maior pluviosidade nas últimas 72 horas e maiores quantidades de material particulado em suspensão e matéria orgânica particulada.

277 Entretanto é importante observar que no somatório da precipitação das 72 horas o período entre a chuva
278 e a coleta foi maior que na precipitação das últimas 24 horas. Estes resultados mostram que as procarias
279 heterotróficas totais, os coliformes totais e a *E. coli* apresentam características diferentes. Enquanto os
280 coliformes totais foram mais elevados no período de 72 horas de chuva, os demais micro-organismos estudados
281 foram mais elevados no período de 24 horas. Como no primeiro período de chuva somente as quantidades de
282 coliformes totais ainda eram maiores, há indícios de que estes demorem mais tempo até estabilizar. Tais
283 resultados coincidem com os de Kolm & Andretta (2003) e são contrários aos encontrados por Kolm & Nowicki
284 (2011) que verificaram uma relação negativa da pluviosidade com as procarias heterotróficas totais, os
285 coliformes totais e com a *E. coli* o que sugere que não existe um padrão de reação das procarias às chuvas.

286 Além das altas pluviosidades também puderam ser observadas, neste período, as menores salinidades.
287 Sabe-se que tanto os coliformes totais quanto a *E. coli* são micro-organismos adaptados à água doce e estes
288 resultados sugerem que, da mesma forma, os procariontes heterotróficos totais encontrados neste ambiente
289 também sejam provenientes de ambiente terrestre e/ou límnic.

290 A baixa correlação existente entre os procariontes heterotróficos totais, o material particulado em
291 suspensão e a matéria orgânica particulada corrobora a hipótese postulada por Kolm & Lesnau, (1997) e Ribeiro
292 et al. (2011) de que as bactérias destes ambientes costeiros exibam uma tendência à vida livre, alimentando-se de
293 matéria orgânica dissolvida. Os altos valores de procarias heterotróficas totais, principalmente no período de
294 altas temperaturas e pluviosidades e pouca transparência da água, indicam ainda que o a gamboa investigada seja
295 predominantemente heterotrófica, principalmente no verão.

296 Kolm & Nowicki (2011) verificaram correlação negativa entre as quantidades de coliformes totais, *E.*
297 *coli* e a pluviosidade na Gamboa do Maciel. As autoras sugerem que tais características se devem ao fato de que
298 nesta gamboa há uma redução destes micro-organismos em decorrência da introdução de água oriunda da chuva
299 e da enxurrada proveniente de áreas pouco alteradas pelo homem. Ao contrário, na presente pesquisa os
300 coliformes totais e a *E. coli* foram mais elevados durante o período de chuvas. Tais resultados coincidem com os
301 de Kolm & Andretta (2003). Assim como a Gamboa do Perequê que divide o balneário de Pontal do Sul, a do
302 Emboguaçu também atravessa áreas urbanizadas. Estas características confirmam as suposições das autoras de
303 que, sempre que uma gamboa corte áreas urbanizadas, o aumento das chuvas carree bactérias de origem fecal
304 através da enxurrada e/ou de galerias de águas pluviais, valetas, etc. para o seu leito.

305 Além disto, pode ser observado que as procarias heterotróficas totais, a biomassa bacteriana e as *E. coli*,
306 a amônia e o fosfato foram mais abundantes na segunda quinzena de dezembro. Esta coleta foi feita entre as

307 festas de Natal e Ano Novo quando a densidade populacional da cidade de Paranaguá aumenta
308 consideravelmente. Os valores altos das concentrações desses nutrientes reforçam a idéia de Mestre et al. (2007)
309 de que pode haver entrada de esgoto “in natura” na gamboa, principalmente no verão. Apesar da Estação do
310 Emboguaçu lançar o esgoto já tratado, há indícios de que, no verão, quando há um aumento populacional na
311 cidade em virtude do turismo e uma pluviosidade maior, a estação acaba lançando parte do esgoto sem
312 tratamento. Entretanto, em metade dos períodos estudados, os valores de *E. coli* não foram maiores na estação 4.
313 Como descrito acima, o fluxo e refluxo das águas pode levar as enterobactérias de um lado para outro ou ainda a
314 gamboa pode estar recebendo esgotos não provenientes da ETE, mas sim de residências localizadas nas
315 proximidades de suas margens. Apesar de que a ETE atenda a população dos bairros adjacentes à gamboa, há
316 muitas casas nas suas margens de classes sociais com baixo poder aquisitivo e que podem não estar ligadas à
317 rede. Assim sendo, sugere-se que em próximos estudos seja inserido um ponto de coleta no Emboguaçu Mirim.

318 Vários estudos têm relatado o efeito deletério que a radiação solar tem sobre as bactérias indicadoras de
319 contaminação fecal (Solic & Krstulovic, 1992; Rozen & Belkin, 2001). Entretanto nesta pesquisa os números,
320 tanto de procaría heterotróficas totais, quanto os de coliformes totais e de *E. coli*, foram mais elevados no verão,
321 período de temperaturas mais elevadas, mais pluviosidade e maiores intensidades luminosas. Estes resultados
322 mostram que parece não haver efeito deletério dos raios UV sobre os micro-organismos estudados em águas
323 superficiais desta região ou que, mesmo havendo destruição de parte dos micro-organismos por raios UV, a
324 quantidade remanescente ainda é maior que nos demais períodos estudados.

325 Ao contrário do encontrado por Siqueira *et al.* (2009) nas gamboas Penedo, Perequê e Barranco e Kolm
326 & Nowicki (2011) na gamboa do Maciel os valores de oxigênio dissolvido se mantiveram abaixo dos 50% de
327 saturação principalmente nos meses de temperaturas mais elevadas (outubro, dezembro, janeiro e fevereiro). Tal
328 resultado parece mostrar que a gamboa apresenta, principalmente neste período do ano, características de
329 eutrofização.

330 Apesar de não terem sido feitas análises de *E. coli* seguindo as legislações, os resultados obtidos na
331 presente pesquisa sugerem que os pontos analisados não são apropriados para o cultivo de ostras a serem
332 consumidas cruas e sem depuração e tampouco para balneabilidade.

333

334

335

336

REFERÊNCIAS

- 337
- 338
- 339 1. Alongi, D. M. (1994). The role of bacteria in nutrient recycling in tropical mangrove and other coastal benthic
340 ecosystems. *Hydrobiol.* 285, 19-32.
- 341
- 342 2. Apha, American Public Health Association. (1995). Standard Methods for the examination of water and
343 wastewater. Washington: APHA. 15, 1260, 1995.
- 344
- 345 3. Bishop, P. L. (1985). Marine pollution and its control. 2 ed. Mc Graw Hill, New York.
- 346
- 347 4. Bjørnsen, P.; Kuparinen, A. (1991). Determination of bacterioplankton biomass, net production and growth
348 efficiency in the southern ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 71, 185-194.
- 349
- 350 5. Camargo, A.F.M., Bini, L.M., Schiavetti, A. (1995). Avaliação dos Impactos Provocados pelas Descargas de
351 Esgotos Orgânicos em Alguns Corpos D'Água do Município de Rio Claro. *Oecologia Brasiliensis.* 1, 395-406.
- 352
- 353 6. Conte, V.D.; Colombo, M.; Zanrosso, A.V.; Salvador, M. (2004). Qualidade microbiológica de águas tratadas e
354 não tratadas na região nordeste do Rio Grande do Sul. *Infarma*, 6, 11-12.
- 355
- 356 7. Cowan, J.L.W.; Pennock, J.R.; Boynton, W.R. (1996). Seasonal and interannual patterns of sediment-water
357 nutrient and oxygen fluxes in Mobile Bay, Alabama (USA): regulating factors and ecological significance. *Mar.*
358 *Ecol. Prog. Ser.* 141, 229-245.
- 359
- 360 8. Grasshoff, K.; Ehrhardt, M.; Kremling, K. (1983). Methods of sea water analysis. Verlag Chemie, New York.
- 361
- 362 9. Griffin, D.W.; Lipp, E.K.; Mclaughlin, M.R.; Rose, J.B. (2001) Marine recreation and public health
363 microbiology: quest for the ideal indicator. *BioScience.* 51(10), 817-825.
- 364
- 365 10. Joucoski, J.; Marenzi, A.W.C.; Kolm, H.E. (2006). Temporal variation of bacteria trough a spring tide cycle
366 on a fixed site at the Perequê tidal creek, Paraná, Brazil. *Journal of Coastal Research.* 39, 1132-1134.

- 367
- 368 11. Kolm, H.E.; Andretta, L. (2003). Bacterioplankton in different tides of the Perequê tidal creeck, Pontal do
369 Sul, Paraná, Brazil. *Braz. J. Microbiol.* 34 (2), 97-103.
- 370
- 371 12. Kolm, H.E.; Lesnau, N.M. (1997). Variação espacial e temporal de bactérias saprófitas na coluna d'água da
372 baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Arq. Biol. Tecnol.* 40 (2), 383-395.
- 373
- 374 13. Kolm, H.E.; Nowicki, I.L. (2011). Bacteria in the Maciel tidal creek (Paraná, Brazil): a subsidy for oyster
375 cultivation. *Arq. Ciên. Mar.* 44 (1), 53-61.
- 376
- 377 14. Lima, E.B.N.R. (2001). Modelação integrada para gestão da qualidade da água na bacia do rio Cuiabá. Rio
378 de Janeiro, Brasil, 206p. (Dr. Dissertation. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro).
- 379
- 380 15. Marone, E.; Mantovanelli, A.; Klingenfuss, M. S.; Lautert, L. F. C. and Prata Jr., V. P. (1997). Transporte de
381 água, sal, material particulado em suspensão e calor na Gamboa Perequê num evento de maré de sizígia. VII
382 Congresso latino-americano sobre Ciências do Mar, Santos, SP, p. 134.
- 383
- 384 16. Mestre, L.A.M.; Krul, R.; Moraes, V.S. (2007). Mangrove Bird Community of Paranaguá Bay - Paraná,
385 Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 50 (1), 75-83.
- 386
- 387 17. Neill, M. (2004) Microbiological indices for total coliform and *E. coli* bacteria in estuarine waters. *Mar.*
388 *Pollut. Bull.* 49, 752-760.
- 389
- 390 18. Oliveira-Neto, J.F.; Spach, H.L.; Schwarz-Junior, R.; Pichler, H.A. (2008). Diel variation in fish assemblages
391 in tidal creeks in southern Brazil. *Braz. J. Biol.* 68 (1), 37-43.
- 392
- 393 19. Parsons, T.R.; Maita, Y.; Lalli, C.M. (1984). Direct counting of bacteria by fluorescence microscopy. A
394 manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press, Oxford.
- 395
- 396 20. Rheinheimer, G. (1987). *Microbiologia de las aguas*. Acribia, Zaragoza, Espanha.

- 397
- 398 21. Ribeiro, C.G.; Kolm, H.E., Machado, E.C. (2011). Short-term variability of bacterioplankton in the
399 maximum turbidity zone in the Paranaguá Bay, southern Brazil, and its relationship with environmental
400 variables. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 54 (5), 947-955.
- 401
- 402 22. Rosselló-Mora, R. (2005). El concepto de espécie em Procariotas. *Ecosistemas*. 14 (2), 11-16.
- 403
- 404 23. Rozen, Y.; Belkin, S. (2001). Survival of enteric bacteria in seawater. *Fed. Europ. Microbiol. Soc. Microbiol.*
405 25, 513-529.
- 406
- 407 24. Serpe, R.F.; Adloff, C.T.; Crispim, M.C.; Rocha, R.M. (2010). Comunidade zooplanctônica em um estuário
408 hipersalino no nordeste do Brasil. *Rev. Bras. Eng. Pesca*. 5 (3), 51-73.
- 409
- 410 25. Siqueira, A.; Godinho, M.J.L.; Kolm, H.E.; Machado, E.C. (2009). Evaluation of the water quality of tidal
411 creeks of Pontal do Paraná, Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 52 (2), 483-492.
- 412
- 413 26. Siqueira, A.; Kolm, H.E. (2009). Bacterioplâncton na desembocadura da Gamboa do Maciel, Baía de
414 Paranaguá, Paraná, Brasil. *Health and Environ. J.* 6 (1), 20-28.
- 415
- 416 27. Solic, M.; Krstulovic, N. (1992). Separate and combined effects of solar radiation, temperature, salinity, and
417 pH on the survival of faecal coliforms in seawater. *Mar. Pollut. Bull.* 24, 411–416.
- 418
- 419 28. Strickland, J. L. H.; Parsons, T. R. (1972). A practical handbook of sea-water analysis. *Bull. Fish Res. Bd.*
420 *Can.*, 122, 1-172.
- 421
- 422 29. Woese, C.R.; Kandler, O.; Wheelis, M.L. (1990). Towards a natural system of organisms: proposal for the
423 domains *Archaea*, *Bacteria*, and *Eucarya*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 87,
424 4576–4579.
- 425
- 426
- 427

REFERÊNCIAS

- Aber, J.D.; Melillo, J.M.; Nadelhoffer, K.J.; Pastor, J.; Boone, R.D. (1991). Factors Controlling Nitrogen Cycling and Nitrogen Saturation in Northern Temperate Forest Ecosystems. *Ecological Applications*. 1, 303-315.
- Abreu, P.C.; Graneli, H.W.; Odebrecht, C. (1995). Produção fitoplanctônica e bacteriana na região da pluma estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica*. 17, 35-52.
- Alongi, D.M. (1994). The role of bacteria in nutrient recycling in tropical mangrove and other coastal benthic ecosystems. *Hydrobiol.* 285, 19-32.
- ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). 2004. Ministério da Saúde, Brasil. Resolução nº 518, 25 de março de 2004.
- Azam, F., Fenchel, T., Field, J.G., Gray, J.S., Meyer-Reil, L.A., Thingstad, F. (1983). The ecological role of water-column microbes in the sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 10, 257-263.
- Bettega, J.M.P.R.; Machado, M.R.; Presibella, M.; Baniski, G.; Barbosa, C.A. (2006). Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. *Ciência e Agrotecnologia*. 30, 950-954.
- Branco, S. M., Cleary, R. W. (1991). *Hidrologia Ambiental*. Edusp, São Paulo, SP.
- Breitbart, M.; Middelboe, M.; Rohwer, F. (2008). Marine viruses: Community dynamics, diversity and impact on microbial process. In: Kirchman, D.L. (eds). *Microbial ecology of the oceans*. Wiley-Blackwell, p.443-479.
- Burkhardt, W.; Calci III, K.R.; Watkins W.D.; Rippey, S.R.; Chirtel, S.J. (2000). Inactivation of indicator microorganisms in estuarine waters. *Water Res.* 34, 2207–2214.

Camargo, A.F.M., Bini, L.M., Schiavetti, A. (1995). Avaliação dos Impactos Provocados pelas Descargas de Esgotos Orgânicos em Alguns Corpos D'Água do Município de Rio Claro. *Oecologia Brasiliensis*. 1, 395-406.

Castro Junior, J. (2008). Bacterioplâncton do canal do DNOS e gamboas adjacentes (Pontal do Paraná) e sua inter-relação com fatores físico-químicos. Paraná, Brasil, 48p. (Monografia, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná).

Comte, J.; Jacquet, S.; Viboud, S.; Fontvieille, D.; Millery, A.; Paolini, G.; Domaizon, I. (2006). Microbial community structure and dynamics in the largest natural french lake (Lake Bourget). *Microbial Ecology*. 52, 72-89.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). 2005. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.

Conte, V.D.; Colombo, M.; Zanrosso, A.V.; Salvador, M. (2004). Qualidade microbiológica de águas tratadas e não tratadas na região nordeste do Rio Grande do Sul. *Infarma*. 6, 11-12.

Coveney, M.F.; Wetzel, R.G., (1988). Experimental evaluation of conversion factors for the [3H] thymidine incorporation assay of bacterial secondary productivity. *Appl. Environ. Microbiol.* 54(8), 2018-2026.

Cowan, J.L.W.; Pennock, J.R.; Boynton, W.R. (1996). Seasonal and interannual patterns of sediment-water nutrient and oxygen fluxes in Mobile Bay, Alabama (USA): regulating factors and ecological significance. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 141, 229-245.

Elser, J.J.; Andersen, T.; Baron, J.S.; Bergstrom, A.K.; Jansson, M.; Kyle, M.; Nydick, K.R.; Steger, L.; Hessen, D.O. (2009). Shifts in lake N:P stoichiometry and nutrient limitation driven by atmospheric nitrogen deposition. *Science*. 326, 835-837.

Fujioka, R.S.; Hashimoto, H.H.; Siwak, E.B.; Young, R.H. (1981). Effect of sunlight on survival of indicator bacteria in seawater. *Appl. Environ. Microbiol.* 41 (3), 690-696.

Gonzalez A.M.; Paranhos R.; Lutterbach M.S. (2006) Heterotrophic bacteria abundances in Rodrigo de Freitas Lagoon (Rio de Janeiro, Brazil). *Braz. J. Microbiol.* 37, 428–433.

Griffin, D.W.; Lipp, E.K.; Mclaughlin, M.R.; Rose, J.B. (2001) Marine recreation and public health microbiology: quest for the ideal indicator. *BioScience.* 51(10), 817-825.

Howarth, R.W.; Billen, G.; Swaney, D.; Townsend, A.; Jaworski, N.; Lajtha, K.; Downing, J.A.; Elmgren, R.; Caraco, N.; Jordan, T.; Berendse, F.; Freney, J.; Kudeyarov, V.; Murdoch, P.; Zhu, Z.L. (1996). Regional nitrogen budgets and riverine N&P fluxes for the drainages to the North Atlantic Ocean: Natural and human influences. *Biogeochemistry.* 35, 75-139.

Joucoski, J. (2006). Temporal variation of bacteria through a spring tide cycle on a fixed site at the Perequê tidal creek, Paraná, Brazil. *J. Coast. Res.* 39, 1132-1134.

Kirchman, D.L. (1994). The uptake of inorganic nutrients by heterotrophic bacteria. *Microbiol Ecol.* 28, 255–271.

Kolm, H.E.; Andretta, L. (2003). Bacterioplankton in different tides of the Perequê tidal creek, Pontal do Sul, Paraná, Brazil. *Braz. J. Microbiol.* 34 (2), 97-103.

Kolm, H.E.; Nowicki, I.L. (2011). Bacteria in the Maciel tidal creek (Paraná, Brazil): a subsidy for oyster cultivation. *Arq. Ciên. Mar.* 44 (1), 53-61.

Lima, E.B.N.R. (2001). Modelação integrada para gestão da qualidade da água na bacia do rio Cuiabá. Rio de Janeiro, Brasil, 206p. (Dr. Dissertation. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro).

Manfio, G.P. (2003). Avaliação do Estado Atual do Conhecimento Sobre a Diversidade Microbiana no Brasil. Projeto Estratégia Nacional de Diversidade Biológica. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Diretoria da Conservação da Biodiversidade. Campinas, SP.

Morris, D.P.; Lewis Jr, M., (1992). Nutrient limitation of bacterioplankton growth in Lake Dillon, Colorado. *Limnol. Oceanogr.* 37(6), 1179-1192.

Neill, M. (2004) Microbiological Indices for total coliform and *E. coli* bacteria in estuarine waters. *Mar. Pollution Bull.* 49, 752-760.

Neto, J.M.; Krüger, C.M.; Dziedzic, M. (2009). Análise de indicadores ambientais no reservatório do Passaúna. *Engenharia Sanitária Ambiental*, 14, 205-214.

Oliveira-Neto, J.F.; Spach, H.L.; Schwarz-Junior, R.; Pichler, H.A. (2008). Diel variation in fish assemblages in tidal creeks in southern Brazil. *Braz. J. Biol.* 68 (1), 37-43.

Pelczar, M.J.; Chan, E.C.S.; Krieg, N.R. (1997). *Microbiologia: Conceitos e Aplicações*. Pearson Makron Books, São Paulo.

Pelczar, M.; Reid, R.; Chan, E.C.S. (1981). *Microbiologia*. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo.

Pellizzari, G. (2008). Estudo analítico e descritivo dos parâmetros geográficos, demográfico e sanitários do rio Itiberê em Paranaguá – PR. Paraná, Brasil, 91p. (Monografia, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná).

Pommepuy, M.; Butin, M.; Derrien, A.; Gourmelon, M.; Colwell, R.R.; Ifremer, M.C. (1996). Retention of enteropathogenicity by viable but nonculturable *Escherichia coli* exposed to seawater and sunlight. *Appl. Environ. Microbiol.* 62 (12), 4621-4626.

Poté, J.; Goldscheider, N.; Haller, L.; Zopfi, J.; Khajehnouri, F.; Wildi, W. (2009). Origin and spatial-temporal distribution of fecal bacteria in a bay of Lake Geneva, Switzerland. *Environ. Monitor. Assessm.* 154, 337-348.

Reche, M.H.L.R.; Pittol, M.; Fiúza, L.M. (2010). Bactérias e bioindicadores de qualidade de águas de ecossistemas orizícolas da região sul do Brasil. *Oecol.*

Austral. 14(2), 452- 463.

Rheinheimer, G. (1987). Microbiologia de las aguas. Acribia, Zaragoza, Espanha.

Rosselló-Mora, R. (2005). El concepto de espécie em Procariotas. Ecosistemas. 14 (2), 11-16.

Rozen, Y.; Belkin, S. (2001). Survival of enteric bacteria in seawater. Federation of Europ. Microbiol. Soc. Microbiol. Rev. 25, 513-529.

Santoro, A.L.; Enrich-Prast, A. (2011). Regulação microbiológica da disponibilidade de nitrogênio em ecossistemas aquáticos continentais. Oecol. Austr. 15(2), 213-235.

Schlegel, H. G. (1993). General Microbiology. 7 ed. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.

Serpe, R.F.; Adloff, C.T.; Crispim, M.C.; Rocha, R.M. (2010) Comunidade zooplanctônica em um estuário hipersalino no nordeste do Brasil. Rev. Bras. Eng. Pesca. 5 (3), 51-73.

Sinton, L.W.; Hall, C.H.; Lynch, P.A.; Davies-Colley, R.J. (2002). Sunlight inactivation of fecal indicator bacteria and bacteriophages from waste stabilization pond effluent in fresh and saline waters. Appl. Environ. Microbiol. 68 (11), 22-1131.

Siqueira, A.; Godinho, M.J.L.; Kolm, H.E.; Machado, E.C. (2009). Evaluation of the water quality of tidal creeks of Pontal do Paraná, Brazil. Braz. Arch. Biol. Technol. 52 (2), 483-492.

Siqueira, A.; Kolm, H.E. (2009). Bacterioplâncton na desembocadura da Gamboa do Maciel, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. Health Environ. J. 6 (1), 20-28.

Solic, M.; Krstulovic, N. (1992). Separate and combined effects of solar radiation, temperature, salinity, and pH on the survival of faecal coliforms in seawater. Mar. Pollut. Bull. 24, 411-416.

Trossellier, M., Bonnefont, J.; Courties, C.; Derrien, A.; Dupray, E.; Gauthier, M.; Gourmelon, M.; Jou, F.; Lebaron, P.; Martin, Y.; Pommeypuy, M. (1998). Response of enteric bacteria to environmental stress in seawater. *Oceanologica Acta*. 21(6), 965-981.

Whitman, R.L.; Nevers, M.B.; Korinek, G.C.; Byappanahalli, M.N. (2004). Solar and temporal effects on *Escherichia coli* concentration at a lake Michigan swimming beach. *Appl. Environ. Microbiol.* 70 (7), 4276-4285.

Woese, C.R.; Kandler, O.; Wheelis, M.L. (1990). Towards a natural system of organisms: proposal for the domains *Archaea*, *Bacteria*, and *Eucarya*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 87, 4576–4579.

Zeilhofer, P., Lima, E.B.N.R., Lima, G.A.R. (2006). Spatial patterns of water quality in the Cuiaba river basin, Central Brazil. *Environ. Monit. Assess.* 123, 41–62.

Zilli, J.E.; Rumjanek, N.G.; Xavier, G.R.; Coutinho, H.L.C. & Neves, M.C.P. (2003). Diversidade microbiana como indicador da qualidade do solo. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*. 2, 391- 411.

ANEXOS

ANEXO I - Tabelas com dados brutos bióticos e abióticos analisados por data de coleta.

Dados abióticos

Agosto	P24 (mm)	P72 (mm)	Transp (cm)	MPS (mg.mL ⁻¹)	MOP (mg.mL ⁻¹)	T (°C)	S	pH	OD (%)	Nitrato (μM)	Nitrito (μM)	N- amoniacal (μM)	Fosfato (μM)	Silicato (μM)
1a	0	1,1	90	18,981	4,34286	18	21	7.17	59,81	24,803	9,0548	45,348	8,4341	27,192
1b	0	1,1	90	8,05455	3,02727	18	22	7.17	66,95	23,936	9,7075	36,067	9,2202	29,785
1c	0	1,1	90	7,5	3,1	18	22	7.13	45,64	21,513	9,1137	37,506	8,5237	43,529
2a	0	1,1	100	10,56	3,55	18	20	7.13	49,27	26,704	13,358	50,297	15,11	38,211
2b	0	1,1	100	18,4182	5,21818	18	20	7.08	45	24,803	13,514	43,63	15,415	37,762
2c	0	1,1	100	17,4182	4,25455	18	21	7.10	55,84	24,617	12,413	41,072	12,825	50,996
3a	0	1,1	90	20,94	5,57	18	20	7.10	41,94	26,145	11,905	43,847	12,799	37,175
3b	0	1,1	90	18,94	5,66	18	19	7.08	42,92	24,435	11,982	46,923	12,839	36,43
3c	0	1,1	90	14,6381	4,20952	18	19	7.09	54,74	24,803	11,563	40,681	12,68	29,703
4a	0	1,1	110	14,75	4,93	18	19	6.92	40,81	23,635	13,514	51,466	16,299	41,89
4b	0	1,1	110	17,1391	4,68696	18	19	6.99	49,86	22,394	13,08	39,221	15,184	36,665
4c	0	1,1	110	15,8091	4,73636	18	20	6.98	43,83	23,357	11,762	46,554	12,503	40,771
5a	0	1,1	100	18,8571	4,91429	18	20	7.08	45,49	26,518	12,413	44,111	13,247	36,194
5b	0	1,1	100	10,3455	3,54545	18	19	7.01	58,37	25,869	11,693	46,976	12,382	33,398
5c	0	1,1	100	11,69	4,09	18	21	7.05	45,06	24,505	11,627	39,004	11,802	35,887
6a	0	1,1	100	19,74	5,77	18	20	7.11	43,94	24,505	11,502	49,478	12,103	34,451
6b	0	1,1	100	16,9727	4,8	18	21	7.05	49,48	25,675	11,693	52,591	12,274	37,833
6c	0	1,1	100	17,9429	4,61905	18	21	7.05	45,41	25,132	10,567	47,695	12,516	29,632

Legenda: P24 – pluviosidade de 24h antes da coleta, P72 – pluviosidade de 72h antes da coleta, Trans – transparência, MPS – material particulado em suspensão, MOP – matéria orgânica particulada, T – temperatura, S – Salinidade, pH – potencial hidrogeniônico, OD – porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido, Nitrato – teor de nitrato, Nitrito – teor de nitrito, Amônia – teor de amônia, Fosfato - teor de fosfato, Silicato – teor de silicato, PHT*10³ – procarias heterotróficas totais, BP – biomassa procariótica, CT – coliformes totais e EC – *Escherichia coli* da água superficial.

Outubro	P24 (mm)	P72 (mm)	Transp (cm)	MPS (mg.mL ⁻¹)	MOP (mg.mL ⁻¹)	T (°C)	S	pH	OD (%)	Nitrato (µM)	Nitrito (µM)	N- amoniacal (µM)	Fosfato (µM)	Silicato (µM)
1a	14,4	32,6	90	24,57	5,25	19	17	7.27	47,67	19,3461	9,73504	76,2841	17,6568	47,9475
1b	14,4	32,6	90	26,8	6,28889	19	16	7.28	44,98	17,0708	8,32141	78,9508	27,5329	72,4415
1c	14,4	32,6	90	12,0111	4,18889	19,5	16	7.13	51	12,8076	11,0579	69,0376	15,4199	25,7012
2a	14,4	32,6	90	10,87	3,59	19	16	7.25	37,06	19,3005	10,7325	91,5989	21,3941	45,0639
2b	14,4	32,6	90	24,3667	6,18889	19	15	7.25	37,04	21,1082	7,02219	87,7043	20,7046	52,3825
2c	14,4	32,6	90	19,9333	5,32222	19	16	7.11	32,07	20,1426	7,5832	80,1787	15,8605	34,6096
3a	14,4	32,6	90	20,4	4,68	19	15	7.21	32,92	19,2083	8,02931	76,0514	15,7165	31,5232
3b	14,4	32,6	90	14,8	5,12941	19	15	7.21	32,16	24,0747	7,20276	97,9042	18,0064	36,3145
3c	14,4	32,6	90	18,6842	4,87368	19	15	7.24	38,68	24,0747	10,1416	113,02	18,1662	32,4332
4a	14,4	32,6	90	21,5667	4,65556	19	16	7.11	31,61	23,0384	10,4515	97,6716	21,9387	46,8566
4b	14,4	32,6	90	20,47	5,22	19	15	7.18	31,66	21,5912	10,9594	96,7724	20,8118	37,3342
4c	14,4	32,6	90	22,8556	5	19	15	7.13	36,32	21,7941	10,4897	91,0204	23,3485	41,9227
5a	14,4	32,6	90	20,72	5,17	19	16	7.22	39,52	20,5549	8,97946	90,8964	18,8127	51,1271
5b	14,4	32,6	90	22,0333	5,45556	19	15	7.18	39,29	21,3965	7,91441	88,6328	15,6884	36,8573
5c	14,4	32,6	90	27,6471	6,81176	19	16	7.20	32,04	21,2125	8,75303	85,7414	17,3344	39,0994
6a	14,4	32,6	90	26,1889	6,16667	18,5	16	7.00	41,97	19,5243	6,76148	85,6483	12,5913	34,7247
6b	14,4	32,6	90	23,9889	4,86667	19	16	7.17	45,48	13,3164	8,20264	91,2607	15,6594	41,4841
6c	14,4	32,6	90	22,7667	5,43333	19	15	7.12	43,05	20,4064	9,65587	95,7646	16,8777	49,6141

Legenda: P24 – pluviosidade de 24h antes da coleta, P72 – pluviosidade de 72h antes da coleta, Trans – transparência, MPS – material particulado em suspensão, MOP – matéria orgânica particulada, T – temperatura, S – Salinidade, pH – potencial hidrogeniônico, OD – porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido, Nitrato – teor de nitrato, Nitrito – teor de nitrito, Amônia – teor de amônia, Fosfato – teor de fosfato, Silicato – teor de silicato, PHT*10³ – procarias heterotróficas totais, BP – biomassa procariótica, CT – coliformes totais e EC – *Escherichia coli* da água superficial.

Dezembro (1ª coleta)	P24 (mm)	P72 (mm)	Transp (cm)	MPS (mg.mL ⁻¹)	MOP (mg.mL ⁻¹)	T (°C)	S	pH	OD (%)	Nitrato (µM)	Nitrito (µM)	N- amoniacal (µM)	Fosfato (µM)	Silicato (µM)
1a	8	29,6	80	6,768	2,6	24,5	18	7.11	36,43	18,117	7,2902	106,21	16,572	47,76
1b	8	29,6	80	14,96	4,56	24,5	19	6.7	35,76	17,999	8,0113	87,276	18,389	51,608
1c	8	29,6	80	6,3	1,83077	25	18	6.82	30,29	12,534	8,0113	97,989	18,655	48,171
2a	8	29,6	80	8,13636	3	24	17	6.93	34,67	19,23	6,4496	130,45	19,293	44,626
2b	8	29,6	80	16,7739	4,52174	24	16	7.03	33,61	17,35	6,3094	117,04	19,678	45,804
2c	8	29,6	80	9,25	3,275	24	16	6.98	31,65	16,999	8,0596	114,23	23,593	57,891
3a	8	29,6	85	10,7583	3,19167	24	15	7.04	32,17	17,958	8,2315	115,59	25,439	57,322
3b	8	29,6	85	10,7727	3,68182	24	15	7.01	29,32	16,455	8,2863	99,3	24,065	57,958
3c	8	29,6	85	17,32	5,08	24	15	7.01	26,8	13,824	8,0278	131,27	18,521	56,697
4a	8	29,6	80	25,3652	11,4348	23,5	16	7.05	30,16	17,554	6,2207	128,66	24,416	46,206
4b	8	29,6	80	10,7263	3,96842	24	15	7.05	31,18	15,137	8,1953	123,69	23,174	56,279
4c	8	29,6	80	7,712	3,504	24	15	7.04	30,31	17,672	8,1266	143,61	15,507	56,728
5a	8	29,6	85	11,8842	3,93684	23,5	17	7.04	37,52	20,001	5,833	96,261	16,711	40,674
5b	8	29,6	85	22,6632	4,91579	23,5	16	7.04	38,5	20,636	6,3286	92,331	16,436	42,394
5c	8	29,6	85	17,1889	4,61111	23,5	15	6.97	34,76	19,152	6,7415	79,3	17,478	41,591
6a	8	29,6	90	22,5444	5,54444	23	18	7.12	43,42	13,492	7,6649	75,966	16,855	44,016
6b	8	29,6	90	11,2211	4,05263	23,5	18	7.02	30,21	16,557	7,6384	61,548	18,521	49,058
6c	8	29,6	90	25	6,425	23,5	17	7.09	29,78	14,663	7,9338	77,819	26,784	48,265

Legenda: P24 – pluviosidade de 24h antes da coleta, P72 – pluviosidade de 72h antes da coleta, Trans – transparência, MPS – material particulado em suspensão, MOP – matéria orgânica particulada, T – temperatura, S – Salinidade, pH – potencial hidrogeniônico, OD – porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido, Nitrato – teor de nitrato, Nitrito – teor de nitrito, Amônia – teor de amônia, Fosfato - teor de fosfato, Silicato – teor de silicato, PHT*10³ – procarias heterotróficas totais, BP – biomassa procariótica, CT – coliformes totais e EC – *Escherichia coli* da água superficial.

Dezembro (2ª coleta)	P24 (mm)	P72 (mm)	Transp (cm)	MPS (mg.mL ⁻¹)	MOP (mg.mL ⁻¹)	T (°C)	S	pH	OD (%)	Nitrato (µM)	Nitrito (µM)	N- amoniacoal (µM)	Fosfato (µM)	Silicato (µM)
1a	31,2	44,2	50	10,5158	3,67368	21	15	7.07	27,96	17,75	10,156	82,78	23,31	52,244
1b	31,2	44,2	50	10,4316	3,34737	21	15	7.06	27,84	11,25	10,156	53,059	14,77	49,146
1c	31,2	44,2	50	11,6556	4,22222	21	15	6.93	29,71	13,888	5,2686	76,493	25	29,046
2a	31,2	44,2	50	19,1412	6,00000	21	14	7.01	23,78	20,049	9,2588	98,517	22,917	44,214
2b	31,2	44,2	50	14,5625	4,46250	21	13	7.07	24,16	20,307	10,87	95,478	15,507	60,237
2c	31,2	44,2	50	21,6154	6,93846	21	13	7.08	23,53	14,118	5,0684	92,261	13,733	27,696
3a	31,2	44,2	50	23,0333	8,16667	21	12	6.69	19,97	10,917	5,333	132,53	25	19,854
3b	31,2	44,2	50	31,55	8,68333	21	12	6.85	20,12	15,905	7,4151	162,91	21,185	37,462
3c	31,2	44,2	50	28,3857	8,27143	21	12	7.05	23,77	15,104	6,7254	133,39	26,19	38,181
4a	31,2	44,2	50	15,3333	6,16000	21	11	6.77	20,18	10,688	8,5674	147,87	23,449	40,642
4b	31,2	44,2	50	23,6923	7,87692	21	11	7.03	19,41	12,222	7,8446	148,56	19,678	34,594
4c	31,2	44,2	50	27,8857	8,47143	21	12	6.99	4,292	15,236	6,9125	132,53	21,27	34,245
5a	31,2	44,2	40	29,4857	8,65714	21	12	6.86	17,21	16,096	7,4869	137,07	19,678	38,577
5b	31,2	44,2	40	18,3875	6,37500	21	12	6.84	21,54	15,67	6,6388	135,9	14,4	31,419
5c	31,2	44,2	40	13,3111	4,68889	21	12	6.85	24,45	8,2023	10,798	97,067	35,15	57,249
6a	31,2	44,2	40	18,6857	6,28571	21	12	6.87	23,88	14,033	11,022	101,36	29,785	54,288
6b	31,2	44,2	40	20	6,72857	21	10	6.91	19,62	14,549	4,1942	123,52	12,431	20,568
6c	31,2	44,2	40	17,0375	5,88750	21	12	6.98	21,77	16,236	8,8219	140,64	27,88	40,846

Legenda: P24 – pluviosidade de 24h antes da coleta, P72 – pluviosidade de 72h antes da coleta, Trans – transparência, MPS – material particulado em suspensão, MOP – matéria orgânica particulada, T – temperatura, S – Salinidade, pH – potencial hidrogeniônico, OD – porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido, Nitrato – teor de nitrato, Nitrito – teor de nitrito, Amônia – teor de amônia, Fosfato - teor de fosfato, Silicato – teor de silicato, PHT*10³ – procariias heterotróficas totais, BP – biomassa procariótica, CT – coliformes totais e EC – *Escherichia coli* da água superficial.

Janeiro (1ª coleta)	P24 (mm)	P72 (mm)	Transp (cm)	MPS (mg.mL ⁻¹)	MOP (mg.mL ⁻¹)	T (°C)	S	pH	OD (%)	Nitrato (µM)	Nitrito (µM)	N- amoniacal (µM)	Fosfato (µM)	Silicato (µM)
1a	0	1	80	18,57	4,46	26	18	6.91	40,96	9,621	4,32	49,152	11,585	38,896
1b	0	1	80	15,09	4,05	26	18	7.06	43,78	8,812	3,74	45,742	10,468	35,934
1c	0	1	80	20,4842	5,38947	25	19	6.94	40,14	5,229	3,0607	48,774	8,689	30,146
2a	0	1	85	17,51	4,48	26	18	7.04	35,65	10,25	4,6925	49,087	11,917	42,644
2b	0	1	85	17,36	4,68	26	17	6.91	34,93	9,995	2,395	57,617	7,7455	25,37
2c	0	1	85	15,1818	4,25455	26	17	6.92	31,88	8,459	5,1576	53,357	15,616	45,637
3a	0	1	85	18,2727	5,82727	26	16	6.64	30,72	6,037	3,1904	53,8	10,936	30,751
3b	0	1	85	15,7	4,52727	26	18	6.75	31,02	8,482	3,7774	53,18	11,735	34,855
3c	0	1	85	19,95	5,69	26	16	6.80	31,59	9,979	3,401	55,425	10,312	32,227
4a	0	1	85	13,78	2,79	25	18	6.91	32,26	6,121	5,3756	48,647	14,451	49,204
4b	0	1	85	18,95	5,51	25,5	18	6.75	31,58	5,455	4,4875	50,083	14,018	43,588
4c	0	1	85	15,2727	4,64545	25,5	17	6.83	31,08	4,584	5,7003	50,728	18,263	52,557
5a	0	1	80	17,5111	5,57778	25,5	16	7.05	31,57	7,608	4,3091	39,754	13,611	39,261
5b	0	1	80	21,8667	6,38889	25,5	17	6.87	34,91	11,14	4,6081	35,5	14,368	40,736
5c	0	1	80	19,31	5,05	25,5	16	7.00	30,35	6,767	5,6389	42,017	17,281	50,591
6a	0	1	80	16,0364	4,32727	25,5	16	6.95	33,89	10,1	5,1159	33,031	15,161	44,767
6b	0	1	80	17,32	5,43	25,5	17	6.88	19,7	9,741	5,4853	32,569	17,315	50,101
6c	0	1	80	19,95	5,96	25,5	16	6.91	30,94	9,302	4,9074	42,886	15,445	44,214

Legenda: P24 – pluviosidade de 24h antes da coleta, P72 – pluviosidade de 72h antes da coleta, Trans – transparência, MPS – material particulado em suspensão, MOP – matéria orgânica particulada, T – temperatura, S – Salinidade, pH – potencial hidrogeniônico, OD – porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido, Nitrato – teor de nitrato, Nitrito – teor de nitrito, Amônia – teor de amônia, Fosfato - teor de fosfato, Silicato – teor de silicato, PHT*10³ – procarias heterotróficas totais, BP – biomassa procariótica, CT – coliformes totais e EC – *Escherichia coli* da água superficial.

Janeiro (2ª coleta)	P24 (mm)	P72 (mm)	Transp (cm)	MPS (mg.mL ⁻¹)	MOP (mg.mL ⁻¹)	T (°C)	S	pH	OD (%)	Nitrato (µM)	Nitrito (µM)	N- amoniacal (µM)	Fosfato (µM)	Silicato (µM)
1a	2,7	93,4	55	29,1667	8,1	26	10	6.82	32,11	10,678	3,6895	108,129	17,446	24,244
1b	2,7	93,4	55	22,5231	6,4	26	10	6.73	32,52	12,849	5,0824	124,199	17,581	33,03
1c	2,7	93,4	55	19,7429	6,11429	26	10	6.91	30	2,8712	5,6859	83,6716	27,481	38,405
2a	2,7	93,4	45	31,0167	9,3	26	6	6.79	27,59	15,334	6,2207	113,501	27,88	32,832
2b	2,7	93,4	45	19,8333	6,63333	26	6	6.56	30,39	14,213	5,4396	144,346	25,213	29,416
2c	2,7	93,4	45	26,65	8,45	26	7	6.78	16,88	11,252	2,9267	112,315	17,87	24,463
3a	2,7	93,4	45	21,8769	7,56923	26	6	6.56	24,31	8,5668	3,6812	89,6328	15,595	17,059
3b	2,7	93,4	45	27,55	8,61667	26	5	6.78	26,09	15,782	8,0435	120,4	54,184	40,908
3c	2,7	93,4	45	25,7692	7,98462	26	6	6.80	30,18	16,533	6,3094	130,237	45,66	27,591
4a	2,7	93,4	45	21,3846	6,76923	26	5	6.72	27,12	12,526	3,7256	88,6328	17,187	16,689
4b	2,7	93,4	45	22,0154	7,44615	26	5	6.82	24,86	13,024	7,2463	129,051	47,119	32,274
4c	2,7	93,4	45	24,4769	6,64615	26	3	6.63	23,25	15,092	6,2329	111,284	10,234	29,234
5a	2,7	93,4	50	25,6545	8,72727	26	5	6.74	28,95	13,615	8,0435	123,524	44,001	26,449
5b	2,7	93,4	50	25,3273	7,32727	26	6	6.61	24,87	14,597	8,1953	108,656	37,372	42,78
5c	2,7	93,4	50	30,94	8,58	26	5	6.75	24,3	8,6428	8,2502	93,7646	63,81	44,094
6a	2,7	93,4	45	29,1455	9,65455	26	6	6.74	17,07	13,325	6,0479	119,098	43,008	41,362
6b	2,7	93,4	45	30,08	9,62	26,5	5	6.81	21	13,707	8,1605	126,09	17,034	19,765
6c	2,7	93,4	45	28,9636	9,45455	26	6	6.71	23,75	12,837	4,4823	128,098	58,358	42,41

Legenda: P24 – pluviosidade de 24h antes da coleta, P72 – pluviosidade de 72h antes da coleta, Trans – transparência, MPS – material particulado em suspensão, MOP – matéria orgânica particulada, T – temperatura, S – Salinidade, pH – potencial hidrogeniônico, OD – porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido, Nitrato – teor de nitrato, Nitrito – teor de nitrito, Amônia – teor de amônia, Fosfato - teor de fosfato, Silicato – teor de silicato, PHT*10³ – procarias heterotróficas totais, BP – biomassa procariótica, CT – coliformes totais e EC – *Escherichia coli* da água superficial.

Fevereiro (1ª coleta)	P24 (mm)	P72 (mm)	Transp (cm)	MPS (mg.mL ⁻¹)	MOP (mg.mL ⁻¹)	T (°C)	S	pH	OD (%)	Nitrato (µM)	Nitrito (µM)	N- amoniacal (µM)	Fosfato (µM)	Silicato (µM)
1a	0,6	39,2	50	36,1231	10,9231	25	15	6.72	43	14,893	9,1687	49,41	13,762	16,657
1b	0,6	39,2	50	35,3667	8,8	25	15	6.6	39,52	19,171	4,4066	56,579	6,8182	9,1908
1c	0,6	39,2	50	45,5091	11,6727	25	15	6.61	42,05	17,23	9,1687	50,436	13,96	16,631
2a	0,6	39,2	45	44,3818	13,4727	25	15	6.81	40,27	22,29	11,187	69,614	17,478	15,651
2b	0,6	39,2	45	48,5636	13,9273	25,5	14	6.67	34,15	22,741	11,369	70,213	18,1	16,391
2c	0,6	39,2	45	49,0182	14,3091	25,5	15	6.74	35,02	20,855	7,3694	70,529	10,992	11,579
3a	0,6	39,2	45	48,46	14,78	25	14	6.74	40,35	22,464	6,6232	76,284	10,398	11,037
3b	0,6	39,2	45	48,18	12,38	25	12	6.72	32,76	16,451	9,7523	64,362	14,824	14,259
3c	0,6	39,2	45	47,36	14,94	25	14	6.69	36,23	21,513	11,788	69,906	20,227	16,871
4a	0,6	39,2	45	45,4909	13,1818	25,5	12	6.62	38,1	18,581	11,676	67,444	20,162	16,736
4b	0,6	39,2	45	43,6	13,84	25,5	14	6.76	32,51	20,793	11,187	71,174	18,061	16,882
4c	0,6	39,2	45	44,8667	16,4444	25	12	6.72	35,31	7,5515	7,2576	51,934	13,569	11,376
5a	0,6	39,2	45	46,6909	14,4727	26	14	6.65	32,55	19,168	10,944	63,088	17,759	11,886
5b	0,6	39,2	45	41,86	14,58	26	12	6.55	33,8	13,348	11,466	57,774	18,221	13,446
5c	0,6	39,2	45	43,9	13,1667	25,5	13	6.76	24,29	14,388	7,0144	61,179	10,138	8,5547
6a	0,6	39,2	45	39,5091	13,7091	25,5	13	6.71	33,22	14,349	5,5371	62,577	9,3751	6,4065
6b	0,6	39,2	45	48,64	15,54	26	13	6.6	30,24	12,48	11,466	60,961	18,887	12,429
6c	0,6	39,2	45			26	14	6.71	36,2	12,133	11,569	58,812	18,346	11,146

Legenda: P24 – pluviosidade de 24h antes da coleta, P72 – pluviosidade de 72h antes da coleta, Trans – transparência, MPS – material particulado em suspensão, MOP – matéria orgânica particulada, T – temperatura, S – Salinidade, pH – potencial hidrogeniônico, OD – porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido, Nitrato – teor de nitrato, Nitrito – teor de nitrito, Amônia – teor de amônia, Fosfato - teor de fosfato, Silicato – teor de silicato, PHT*10³ – procariotas heterotróficas totais, BP – biomassa procariótica, CT – coliformes totais e EC – *Escherichia coli* da água superficial.

Fevereiro (2ª coleta)	P24 (mm)	P72 (mm)	Transp (cm)	MPS (mg.mL ⁻¹)	MOP (mg.mL ⁻¹)	T (°C)	S	pH	OD (%)	Nitrato (µM)	Nitrito (µM)	N- amoniacal (µM)	Fosfato (µM)	Silicato (µM)
1a	0	122	50	42,6909	8,92000	25	13	6.37	41,98	9,4966	9,3537	105,59	33,68	38,145
1b	0	122	50	36,1231	8,72000	25	13	6.45	40,91	7,1865	9,3859	96,131	31,048	38,166
1c	0	122	50	35,3667	8,76000	25	13	6.7	41,58	11,743	8,922	115,19	28,32	34,328
2a	0	122	45	45,5091	11,54000	25	10	6.64	33,93	7,4975	10,539	104,12	32,351	30,715
2b	0	122	45	44,3818	10,20000	25	10	6.53	34,78	14,633	8,1266	148,4	24,6	22,544
2c	0	122	45	48,5636	9,78000	25	10	6.59	32,89	13,547	10,729	126,83	36,411	33,186
3a	0	122	35	49,0182	11,31111	24	9	6.65	30,32	13,587	11,466	113	34,441	32,159
3b	0	122	35	48,46	11,22000	24	8	6.73	29,18	18,433	9,5599	149,35	32,007	25,897
3c	0	122	35	48,18	13,55556	24	9	6.71	27,58	28,802	11,466	160,41	33,083	27,628
4a	0	122	40	47,36	9,46000	24	8	6.71	22,06	15,432	10,87	121,47	38,047	31,669
4b	0	122	40	45,4909	10,60000	24	8	6.43	23,51	17,808	6,071	134,8	26,784	22,19
4c	0	122	40	43,6	11,92000	24	8	6.4	25,12	12,722	10,312	106,06	31,361	23,879
5a	0	122	35	44,8667	11,62222	24	8	6.53	28,51	20,334	4,7438	118,45	20,865	19,254
5b	0	122	35	46,6909	10,84000	24	9	6.58	28,94	24,677	10,87	143,61	38,644	28,65
5c	0	122	35	41,86	10,06000	24	8	6.5	27,74	11,48	11,369	118,09	34,832	31,497
6a	0	122	35	43,9	10,18000	24	9	6.5	23,52	14,093	9,8771	116,7	34,685	26,053
6b	0	122	35	39,5091	10,51111	24	8	6.66	23,51	20,635	10,663	147,03	36,296	27,159
6c	0	122	35	48,64	9,15556	24	8	6.57	26,44	19,307	6,9217	166,62	30,431	25,631

Legenda: P24 – pluviosidade de 24h antes da coleta, P72 – pluviosidade de 72h antes da coleta, Trans – transparência, MPS – material particulado em suspensão, MOP – matéria orgânica particulada, T – temperatura, S – Salinidade, pH – potencial hidrogeniônico, OD – porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido, Nitrato – teor de nitrato, Nitrito – teor de nitrito, Amônia – teor de amônia, Fosfato - teor de fosfato, Silicato – teor de silicato, PHT*10³ – procarias heterotróficas totais, BP – biomassa procariótica, CT – coliformes totais e EC – *Escherichia coli* da água superficial.

Abril	P24 (mm)	P72 (mm)	Transp (cm)	MPS (mg.mL ⁻¹)	MOP (mg.mL ⁻¹)	T (°C)	S	pH	OD (%)	Nitrato (µM)	Nitrito (µM)	N- amoniacal (µM)	Fosfato (µM)	Silicato (µM)
1a	0	4	80	12,5935	3,31613	23,5	22	7.49	46,279	15,396	7,8407	42,238	8,6057	30,241
1b	0	4	80	13,6286	3,42857	23,5	22	7.48	47,185	15,713	8,2859	54,167	8,298	29,277
1c	0	4	80	24,62	5,96000	23,5	22	7.50	45,54	16,661	8,556	57,609	8,4473	31,941
2a	0	4	70	27,0706	7,23529	23,5	21	7.44	48,459	20,039	6,055	56,506	8,9961	20,973
2b	0	4	70	24,9889	6,11111	23,5	21	7.44	49,563	19,323	10,538	61,403	10,065	32,593
2c	0	4	70	24,7455	6,76364	23,5	21	7.41	47,355	19,323	10,998	64,162	10,681	30,938
3a	0	4	80	23,7556	5,27778	23,5	22	7.45	45,191	20,923	10,8	55,08	10,021	32,604
3b	0	4	80	23	6,17778	23,5	22	7.44	46,584	18,455	11,104	61,403	11,314	33,284
3c	0	4	80	29,4222	7,30000	23,5	22	7.41	48,52	22,133	11,104	61,179	11,153	33,68
4a	0	4	80	23,2111	6,28889	23	22	7.41	45,892	22,593	10,709	54,295	10,558	32,443
4b	0	4	80	20,4444	6,26667	23,5	22	7.43	47,843	22,76	11,219	60,751	11,453	33,284
4c	0	4	80	22,1	6,18182	23,5	21	7.41	46,666	20,959	11,219	65,85	11,647	33,251
5a	0	4	75	21,8667	6,15556	23,5	23	7.46	46,937	25,54	10,538	61,63	10,427	31,946
5b	0	4	75	21,3333	5,34444	23,5	23	7.43	50,053	27,517	10,709	60,961	10,746	32,587
5c	0	4	75	25,7765	5,85882	23,5	23	7.43	51,685	27,314	10,709	61,857	10,637	32,03
6a	0	4	75	21,4889	5,87778	23	21	7.49	46,577	24,346	10,621	59,175	10,338	32,142
6b	0	4	75	22,5111	6,15556	24	21	7.49	46,359	26,106	10,897	54,55	10,937	32,036
6c	0	4	75	23,0235	6,72941	24	22	7.50	46,275	26,418	11,104	58,111	10,96	32,989

Legenda: P24 – pluviosidade de 24h antes da coleta, P72 – pluviosidade de 72h antes da coleta, Trans – transparência, MPS – material particulado em suspensão, MOP – matéria orgânica particulada, T – temperatura, S – Salinidade, pH – potencial hidrogeniônico, OD – porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido, Nitrato – teor de nitrato, Nitrito – teor de nitrito, Amônia – teor de amônia, Fosfato - teor de fosfato, Silicato – teor de silicato, PHT*10³ – procariias heterotróficas totais, BP – biomassa procariótica, CT – coliformes totais e EC – *Escherichia coli* da água superficial.

Julho	P24 (mm)	P72 (mm)	Transp (cm)	MPS (mg.mL ⁻¹)	MOP (mg.mL ⁻¹)	T (°C)	S	pH	OD (%)	Nitrato (µM)	Nitrito (µM)	N- amoniacoal (µM)	Fosfato (µM)	Silicato (µM)
1a	0	66,1	140	7,56429	2,71429	10,5	25	6.99	52,643	26,26	10,845	84,612	23,995	55,213
1b	0	66,1	140	8,9	3,31333	10,5	25	7.12	53,253	23,846	10,955	90,772	25,418	54,279
1c	0	66,1	140	4,95172	1,88966	10,5	25	7.12	50,758	27,314	10,742	94,522	25,663	55,409
2a	0	66,1	125	11,1407	3,75556	10,5	22	7.13	45,068	24,454	12,042	123,93	33,836	55,538
2b	0	66,1	125	11,1333	3,74074	11	23	7.21	43,179	22,068	12,141	125,03	30,957	56,946
2c	0	66,1	125	7,92308	2,80000	10,5	23	7.16	45,003	23,943	11,947	112,26	29,953	56,183
3a	0	66,1	120	8,92308	2,93846	10,5	21	6.90	39,173	28,981	12,186	87,462	33,051	59,66
3b	0	66,1	120	8,04	3,06400	10	21	6.84	38,213	26,148	12,219	109,59	34,481	56,946
3c	0	66,1	120	10,2714	3,65000	10	21	6.37	40,504	24,666	12,126	127,78	36,24	58,288
4a	0	66,1	105	20,7304	13,45217	10	21	7.07	37,954	25,974	12,443	122,69	36,354	57,952
4b	0	66,1	105	8,7619	3,37143	10	20	6.83	37,638	26,148	12,551	115,36	36,127	58,731
4c	0	66,1	105	5,19091	3,06364	10	21	6.85	31,693	25,494	11,78	137,03	38,838	59,505
5a	0	66,1	115	7,56429	2,71429	10,5	21	6.86	39,453	25,974	11,908	80,11	35,282	60,624
5b	0	66,1	115	6,74667	2,65333	10,5	21	6.83	38,355	25,344	12,044	118,09	36,269	57,694
5c	0	66,1	115	8,44615	2,86923	10,5	21	6.81	38,565	23,741	11,901	110,13	37,596	60,181
6a	0	66,1	115	6,848	2,69600	10,5	20	6.91	35,056	24,666	11,22	120,3	35,686	59,041
6b	0	66,1	115	6,55833	2,77500	10,5	21	7.02	38,821	24,925	12,728	128,5	36,127	57,261
6c	0	66,1	115	6,675	2,40833	10	21	6.79	37,528	23,741	12,886	127,78	38,946	58,504

Legenda: P24 – pluviosidade de 24h antes da coleta, P72 – pluviosidade de 72h antes da coleta, Trans – transparência, MPS – material particulado em suspensão, MOP – matéria orgânica particulada, T – temperatura, S – Salinidade, pH – potencial hidrogeniônico, OD – porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido, Nitrato – teor de nitrato, Nitrito – teor de nitrito, Amônia – teor de amônia, Fosfato - teor de fosfato, Silicato – teor de silicato, PHT*10³ – procarias heterotróficas totais, BP – biomassa procariótica, CT – coliformes totais e EC – *Escherichia coli* da água superficial.

Dados bióticos

Agosto

PHT*10³

BP

CT

EC

	(cel.mL ⁻¹)	(µgC.L ⁻¹)	(NMP.100mL ⁻¹)	(NMP.100mL ⁻¹)
1a	495,9355	23,815	19863	3968
1b	689,3709	21,7936	17329	4611
1c	911,6159	27,5536	17329	4884
2a	356,0035	11,6495	24196	4884
2b	800,4934	24,599	24196	4106
2c	594,711	16,5174	19863	4884
3a	467,126	13,0311	24196	5794
3b	191,3776	8,68538	24196	6488
3c	644,0988	20,0106	24196	5748
4a	722,2961	17,3507	39726	10950
4b	705,8335	21,949	39726	6510
4c	1088,589	31,9363	39726	8112
5a	611,1736	18,186	24196	5794
5b	816,956	31,2251	24196	7270
5c	701,7179	21,8411	24196	6488
6a	816,956	20,8954	24196	8164
6b	351,8878	10,5365	24196	11199
6c	244,881	9,00639	24196	4106

Outubro	PHT*10 ³ (cel.mL ⁻¹)	BP (µgC.L ⁻¹)	CT (NMP.100mL ⁻¹)	EC (NMP.100mL ⁻¹)
1a	322,0494	11,336	48392	9768
1b	404,3624	19,3585	39726	7746
1c	387,8998	18,0738	31062	5226
2a	601,9134	33,4172	48392	9768
2b	149,1922	9,13983	48392	7746
2c	931,1652	23,0992	48392	9222
3a	1589,669	43,469	48392	14540
3b	836,5053	20,1998	48392	8704
3c	1038,172	27,5241	48392	13734
4a	2030,043	60,2978	48392	16328
4b	2548,615	67,3445	48392	9768
4c	1404,465	41,5542	48392	13734
5a	1704,907	47,8195	34658	6510
5b	1305,689	34,1477	48392	12262
5c	1198,682	26,2339	49392	11588
6a	857,0836	23,2446	28272	5226
6b	1400,349	32,1868	48392	8704
6c	1116,369	30,7621	48392	6510

Dezembro (1ª coleta)	PHT*10 ³ (cel.mL ⁻¹)	BP (µgC.L ⁻¹)	CT (NMP.100mL ⁻¹)	EC (NMP.100mL ⁻¹)
1a	583,393	11,08231	48392	10344
1b	641,0121	13,67975	39726	6510
1c	665,706	12,61222	39726	5974
2a	768,5971	16,42113	25994	6152
2b	710,9781	15,9168	48392	10986
2c	817,9849	17,9759	48392	12976
3a	616,3182	12,22338	34658	7746
3b	789,1754	16,17689	34658	3446
3c	488,7331	12,3197	48392	4978
4a	546,3522	12,84414	24066	7746
4b	361,1481	6,14138	39726	8212
4c	299,4133	5,89763	48392	9222
5a	212,9847	4,020122	39726	5446
5b	377,6106	9,007603	22398	5206
5c	583,393	10,48689	16328	3000
6a	406,4202	8,684851	28272	5226
6b	525,7739	16,74499	25994	4196
6c	328,2229	10,01192	24066	4800

Dezembro (2ª coleta)	PHT*10 ³ (cel.mL ⁻¹)	BP (µgC.L ⁻¹)	CT (NMP.100mL ⁻¹)	EC (NMP.100mL ⁻¹)
1a	1144,15	37,3759	48392	18416
1b	1699,762	50,389	48392	28272
1c	1448,708	40,4571	48392	28272
2a	1526,905	37,8806	48392	31062
2b	1374,626	45,4326	48392	48392
2c	1016,565	28,0526	48392	34658
3a	1144,15	30,5667	48392	34658
3b	1761,497	56,5936	48392	39726
3c	1469,286	38,5018	48392	48392
4a	1312,891	37,5607	48392	39726
4b	1041,259	29,9944	48392	31062
4c	2000,205	53,542	48392	39726
5a	1712,109	44,6332	48392	34658
5b	1156,497	33,6383	48392	39726
5c	1107,109	31,4036	48392	39726
6a	794,3199	21,7936	48392	34658
6b	1386,973	39,8022	48392	25994
6c	983,6397	27,2006	48392	39726

Janeiro (1ª coleta)	PHT*10 ³ (cel.mL ⁻¹)	BP (µgC.L ⁻¹)	CT (NMP.100mL ⁻¹)	EC (NMP.100mL ⁻¹)
------------------------	--	------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

1a	415,68	7,99926	31062	8704	1a	684,2264	17,0846	48392	10950
1b	428,027	6,55231	34658	10950	1b	515,4848	6,04805	48392	12976
1c	312,789	5,35059	48392	10950	1c	717,1515	13,2481	48392	14540
2a	259,286	4,48743	48392	14540	2a	634,8386	8,16236	48392	16328
2b	271,633	6,72042	39726	14540	2b	852,9679	16,2775	48392	9768
2c	448,606	7,8384	48392	10950	2c	684,2264	9,18527	48392	12976
3a	502,109	8,78219	48392	9768	3a	622,4917	12,8283	48392	10344
3b	399,218	6,35106	48392	11588	3b	1062,866	29,0998	48392	11588
3c	600,885	10,4202	48392	17328	3c	1462,084	37,4075	39726	8704
4a	979,524	22,1343	48392	12976	4a	1239,839	33,1125	48392	15402
4b	1247,04	25,0349	48392	28272	4b	1408,58	49,2554	48392	15402
4c	403,333	7,95375	48392	20924	4c	1075,213	22,6887	48392	10950
5a	1008,33	20,1444	48392	9768	5a	778,8863	18,4031	48392	11588
5b	888,98	23,3105	39726	11588	5b	803,5801	15,8833	48392	12262
5c	971,293	22,7286	48392	13734	5c	610,1447	9,74331	48392	11588
6a	991,871	21,9797	34658	9222	6a	766,5393	13,4845	48392	12976
6b	913,674	21,7755	48392	6152	6b	470,2127	6,45409	48392	11588
6c	880,749	21,0457	25994	13734	6c	1017,594	25,42	48392	11588

Janeiro (2^a coleta) PHT*10³ (cel.mL⁻¹) BP (µgC.L⁻¹) CT (NMP.100mL⁻¹) EC (NMP.100mL⁻¹)

Fevereiro (1ª coleta)	PHT*10 ³ (cel.mL ⁻¹)	BP (µgC.L ⁻¹)	CT (NMP.100mL ⁻¹)	EC (NMP.100mL ⁻¹)
1a	610,1447	13,2726	48392	12262
1b	540,1787	10,6982	48392	16328
1c	589,5665	16,3317	48392	12976
2a	548,41	9,50835	48392	15402
2b	466,0971	10,9163	48392	31062
2c	457,8658	9,55223	48392	14540
3a	523,7161	10,556	48392	19608
3b	799,4645	18,385	48392	17328
3c	848,8523	18,8124	48392	19608
4a	984,6686	23,3907	48392	20924
4b	976,4373	22,8188	48392	14540
4c	688,342	13,5797	48392	18416
5a	552,5257	10,9434	48392	9222
5b	531,9474	10,027	48392	13734
5c	700,689	21,3759	48392	15402
6a	511,3692	14,7121	48392	9768
6b	647,1855	18,8594	48392	12262
6c	680,1107	18,6061	48392	14540

Fevereiro (2ª coleta)	PHT*10 ³ (cel.mL ⁻¹)	BP (µgC.L ⁻¹)	CT (NMP.100mL ⁻¹)	EC (NMP.100mL ⁻¹)
1a	419,796	12,4946	48392	9768
1b	510,3403	12,409	48392	7746
1c	621,4627	14,1713	48392	6152
2a	695,5444	13,5572	48392	10950
2b	1053,606	24,5371	48392	7746
2c	810,7825	18,1788	48392	8704
3a	576,1906	12,6118	48392	8212
3b	588,5376	19,8559	48392	11588
3c	440,3743	12,7998	48392	9222
4a	790,2043	16,772	48392	10950
4b	543,2654	12,6084	48392	9768
4c	572,075	17,6406	48392	10344
5a	629,694	14,9462	48392	8704
5b	835,4764	22,8184	48392	9222
5c	1263,504	35,1372	48392	7308
6a	1238,81	30,8039	48392	6510
6b	851,939	26,6998	48392	8212
6c	1082,415	26,7021	48392	7308

Abril	PHT*10 ³ (cel.mL ⁻¹)	BP (µgC.L ⁻¹)	CT (NMP.100mL ⁻¹)	EC (NMP.100mL ⁻¹)	Julho	PHT*10 ³ (cel.mL ⁻¹)	BP (µgC.L ⁻¹)	CT (NMP.100mL ⁻¹)	EC (NMP.100mL ⁻¹)
1a	588,5376	11,4897	48392	12976	1a	422,8828	8,06901	31062	7746
1b	283,9797	7,19266	39726	9768	1b	830,3318	24,9704	24066	6896
1c	526,8029	9,3467	48392	10950	1c	883,8353	28,899	28272	9222
2a	1197,653	24,3815	34658	15402	2a	797,4067	26,519	19608	6152
2b	757,2791	21,6923	48392	12976	2b	776,8284	17,5706	48392	14540
2c	674,9662	21,1606	48392	12262	2c	690,3998	16,3482	19608	6896
3a	930,1363	21,4846	39726	14540	3a	501,0801	12,0485	48392	12976
3b	777,8573	15,5848	48392	34658	3b	842,6788	28,4404	31062	10344
3c	617,3471	11,1592	48392	9768	3c	735,672	16,2261	48392	8212
4a	736,7009	18,7786	48392	8704	4a	842,6788	26,5319	31062	5818
4b	1210	23,6148	48392	10344	4b	1274,822	37,1604	28272	9222
4c	716,1226	14,6482	48392	8212	4c	698,6311	16,2568	18416	5510
5a	971,2928	23,0154	48392	13734	5a	418,7671	10,5463	28272	7308
5b	732,5852	16,933	34658	8704	5b	385,8419	19,115	25994	6152
5c	666,7349	15,7593	48392	13734	5c	439,3454	17,2811	20924	4962
6a	917,7894	21,5545	39726	10344	6a	599,8556	18,7592	19608	5510
6b	802,5512	19,2998	48392	6896	6b	723,325	20,8722	15402	4962
6c	769,6261	18,5151	48392	9222	6c	620,4338	17,3412	14540	18416