

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

ANDRÉIA DALAPÍCULA BRAVIM

**QUALIDADE DAS ÁGUAS DA PRAIA DA CURVA
DA JUREMA (VITÓRIA- ES)**

VITÓRIA
2005

ANDRÉIA DALAPÍCULA BRAVIM

**QUALIDADE DAS ÁGUAS DA PRAIA DA CURVA
DA JUREMA (VITÓRIA- ES)**

Projeto de Monografia apresentado ao programa de graduação em Oceanografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia

Orientadora: Ieda Maria Oliveira da Silveira

Vitória
2005

ANDRÉIA DALAPÍCULA BRAVIM

**QUALIDADE DAS ÁGUAS DA PRAIA DA CURVA
DA JUREMA (VITÓRIA – ES)**

COMISSÃO EXAMINADORA

Profª Drª Ieda Maria Oliveira da Silveira
Orientadora

Prof. Dr. Gilberto Fonseca Barroso
Universidade Federal do Espírito Santo

Oc. Osvaldo José Alexandre Medina da
Rocha
SEMMAM/PMV

Vitória, _____ de _____ de _____

À mamãe, papai e Vinícius, meus exemplos.

Agradecimentos

A Deus, por mais uma etapa vencida

A minha família, mamãe, papai, moleque, vocês são tudo pra mim.

A Facitec da PMV, pelo financiamento deste projeto;

Ao Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, por ter cedido o laboratório de hidrogeoquímica e disponibilizado os equipamentos;

À Professora Ieda Maria Oliveira da Silveira, pelo apoio e orientação;

Ao professor Gilberto Fonseca Barroso, pela co-orientação;

À Lílian e Kiki, que me ensinaram tudo dentro daquele laboratório;

À Aline e Jozibela, que tanto me ajudaram nas análises de laboratório;

Aos demais amigos de faculdade, pela companhia, momentos de descontração e de estudo, inesquecíveis. E aos demais amigos, que não tiveram seus nomes citados, e que nem por isso são menos importantes.

Mariana, Paulinho, Caru, Nino, os irmãos que Papai do Céu esqueceu de me dar, e colocou na minha turma de faculdade;

Paulinha, você esqueceu de fazer a monografia! Amiga querida, que me ajudou muito, de perto e de longe. Tenho muitas saudades.

Marina, de todos aqui, a que me atura por mais tempo. Me acompanha desde o início de tudo. Obrigada por mesmo assim ainda me aguentar! !

Danúbia, será que eu agradeço? Ou será que não??? Aiiii que dúvida! ! Heheh, brincadeira amiga... sempre disponível a ouvir todos meus problemas e sempre com uma dica super 10 pra contorná-los... e por todos os rocks toscos, afinal, a gente não tinha nada pra fazer mesmo! !

Binha, minha prima, obrigada por compreender a minha ausência e torcer tanto por mim. Agora finalmente posso comemorar!

Agradecimento especial ao meu amigo Jacson, (caaaaabecinha! ! !) por ter me convidado a participar do projeto, pela companhia das coletas de campo e laboratório, todo santo domingo, por ter me ajudado pra caramba na elaboração deste trabalho. Ele também é seu!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Localização das estações de coleta na praia da Curva da Jurema, Vitória, ES.....	18
Tabela 2 -	Valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros analisados no período de verão (08/02 a 18/04/2004) tem que colocar as unidades dos parâmetros.....	24
Tabela 3 -	Valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros analisados no período de inverno (11/07 a 19/09/2004).....	25
Tabela 4 -	Valores de temperatura(°C) encontrados nas três estações de coleta verão/ inverno.....	27
Tabela 5 -	Relação entre as semanas (eixo x dos gráficos) e os dias das coletas de verão.....	29
Tabela 6 –	Concentração de NH ₃ (µg/L) – valores acima da Portaria SEAMA nº 7/92 em destaque.....	31
Tabela 7 –	Correlação entre enterococos e coliformes – verão/ inverno.....	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ocupação da porção sudeste da ilha de Vitória em 1920 (a) e em 1990 (b).....	17
Figura 2 - Localização das três estações de amostragem (vermelho) e lançamento de esgoto (amarelo) na praia da Curva da Jurema.....	19
Figura 3 - Limpeza de vidraria para análises de oxigênio dissolvido (a); leitura de parâmetros físico- químicos <i>in situ</i> (b); fixação de oxigênio <i>in situ</i> (c); leitura de turbidez em laboratório (d).....	21
Figura 4 – Variação semanal do nitrogênio amoniacal, nas três estações de coleta- verão.....	30
Figura 5 – Variação semanal do nitrogênio amoniacal, nas três estações de coleta- inverno.....	33
Figura 6 – Variação semanal do nitrito dissolvido , nas três estações de coleta- verão.....	34
Figura 7 - Variação semanal do nitrito dissolvido , nas três estações de coleta - inverno.....	35
...	
Figura 8 - Variação semanal do nitrato dissolvido , nas três estações de coleta- verão.....	36
Figura 9 – Variação semanal do nitrogênio total, nas três estações de coleta – verão.....	38
Figura 10 - Variação semanal do nitrogênio total, nas três estações de coleta – inverno.....	39
Figura 11 - Variação semanal do ortofosfato dissolvido, nas três estações de coleta – verão.....	40
Figura 12 - Variação semanal do ortofosfato dissolvido, nas três estações de coleta – inverno.....	41
Figura 13 - Variação semanal do fósforo total, nas três estações de coleta – verão.....	42
Figura 14 - Variação semanal do fósforo total, nas três estações de coleta – inverno.....	43

LISTA DE SIGLAS

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DERN – Departamento de Ecologia e Recursos Naturais

FACITEC - Fundo de Apoio à Ciência e Tecnologia

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations

PRODESAN – Programa de Despoluição e Saneamento do Espírito Santo

SEAMA – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Controle Urbano

SEMMAM – Secretaria Municipal de Meio Ambiente

SPSS - Statistical Package for the Social Sciences

SUMÁRIO

RESUMO ABSTRACT

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	JUSTIFICATIVA.....	13
3	OBJETIVO GERAL.....	14
3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4	ÁREA DE ESTUDO.....	15
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
5.1	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES E COLETA DAS AMOSTRAS.....	18
5.2	ANÁLISES DE LABORATÓRIO.....	20
5.2.1	Oxigênio dissolvido.....	20
5.2.2	Nitrogênio total.....	21
5.2.3	Fósforo total.....	22
5.2.4	Determinação de nutrientes inorgânicos dissolvidos.....	22
5.2.4.1	Nitrogênio amoniacal dissolvido.....	22
5.2.4.2	Nitrito dissolvido.....	22
5.2.4.3	Nitrato dissolvido.....	23
5.2.4.4	Ortofosfato dissolvido.....	23
5.3	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	23
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6.1	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	24
6.2	NUTRIENTES.....	28
6.2.1	Nitrogênio amoniacal di ssolvido.....	29
6.2.2	Nitrito dissolvido.....	33
6.2.3	Nitrato dissolvido.....	35
6.2.4	Nitrogênio total.....	37
6.2.5	Ortofosfato dissolvido.....	39
6.2.6	Fósforo total.....	41
6.3	CORRELAÇÕES.....	43
7	CONCLUSÃO.....	47
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
	ANEXO 1 – Art. 8º - Resolução nº 020/86 do CONAMA.....	52
	ANEXO 2 – Portaria SEAMA nº07/1992.....	54
	APÊNDICE A - Concentração (µg/L) de N- amoniacal nas 3 estações de coleta – verão/ inverno..	55
	APÊNDICE B - Concentração (µg/L) de nitrito nas 3 estações de coleta – verão/ inverno.....	56
	APÊNDICE C - Concentração (µg/L) de nitrato dissolvido nas 3 estações de coleta do verão.....	57
	APÊNDICE D - Concentração (µg/L) de ortofosfato dissolvido nas 3 estações de coleta – verão/ inverno.....	58
	APÊNDICE E - Concentração (µg/L) de fósforo dissolvido nas 3 estações de coleta – verão/ inverno.....	59
	APÊNDICE F - Concentração (µg/L) de fósforo total nas 3 estações de coleta – verão/ inverno....	56

RESUMO

A poluição dos ecossistemas costeiros é um problema mundial. Medidas de tratamento de efluentes domésticos têm que ser tomadas a fim de proteger estes ambientes e a saúde pública. O presente estudo examinou a variação temporal e espacial de nutrientes, parâmetros físico-químicos e microbiológicos em uma praia sujeita a constante lançamento pontual de efluente doméstico, através de coletas semanais em 3 estações distribuídas longitudinalmente ao longo linha de costa em dois períodos distintos, de 08/02/04 a 18/04/04, e 11/07 a 19/09 . Variação espacial das concentrações de nutrientes foram mais evidentes que variações sazonais. Correlações entre parâmetros químicos e microbiológicos sugerem mudanças na influência deste de acordo com o período do ano. Concentrações de nutrientes foram comparáveis a ambientes sujeitos à poluição orgânica, porém falhas na legislação em vigor dificultam o enquadramento com relação à qualidade da água do corpo d'água

.ABSTRACT

Pollution on coastal ecosystems is a word trouble. Sewage treatment systems must be developed, in order to protect environment and public health. We examined spatial and temporal patterns of nutrient concentration, physical-chemistry parameters and microbiological in a tropical beach influenced by pontual non- treated sewage discharge. Samples were collected from February 8th to April 18th and from July 11th to September 19th , for a total of 22 dates. Spatial variation in nutrient were more evident than seasonal. Correlation between chemistry and microbial parameters suggest changes in influences depends on the period of year. Concentrations of nutrient were compared to impacted areas, even so, fault (imperfection) on legislation makes it difficult to classify the water in relation to the water quality.

1 INTRODUÇÃO

A poluição nos ecossistemas costeiros é um sério problema ambiental em várias partes do mundo, e afeta tanto países desenvolvidos quanto os em desenvolvimento (ELOFSSON *et al*, 2003). O aporte de nutrientes também é influenciado pela distribuição espacial da população. Assim, considerando que a grande maioria da população mundial vive em áreas costeiras e que a tendência é que este número continue a crescer, a pressão nos ecossistemas costeiros tende a ser cada vez maior (GPA *apud* Elofsson, 2003).

Segundo Anderson (1980), estes ambientes representam, entre inúmeros aspectos, um rico recurso para recreação humana já que praias são fortes atrativos para caminhadas, prática de esportes, banhos de mar e sol, entre outros.

Desta forma, o contínuo crescimento da economia em relação à recreação marinha depende, e muito, da manutenção da boa qualidade do ambiente. Este é o principal ambiente que atrai as pessoas para a costa. Além disso, as feições que o fazem tão único e importante precisam ser mantidas e, na medida do possível, realçadas. (ANDERSON, 1980).

Apesar disso, estuários e oceanos do mundo inteiro continuam sendo o destino de efluentes domésticos e grande parte dos esgotos são lançados *in natura* nos ambientes aquáticos (MARQUES *et al.*, 2002).

Portanto, o impacto mais imediato e severo dessas atividades ocorre na zona costeira onde o crescimento populacional aumentou drasticamente ao longo dos anos.

A degradação das águas rasas estuarinas e marinhas costeiras se dá tanto por fontes pontuais como não-pontuais de poluição. Poluição marinha é a introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias ou energia no ambiente marinho (incluindo estuários), acarretando em efeitos prejudiciais, como danos aos

recursos vivos, risco à saúde humana e obstáculo às atividades marinhas, incluindo pesca e lazer, ocasionando redução da qualidade e da atração para o uso da água do mar (MARQUES *et al.*, 2002; LIEBES, 1992; CHAPMAN, 1992; BRAGA, 2002).

Os resíduos antropogênicos mais comuns nas regiões costeiras são rejeitos de dragagem e manutenção de portos; esgotos e descargas decorrentes de instalações industriais e desenvolvimento urbano na linha de costa; demanda de turismo e outros usos do espaço costeiro. (ELOFSSON, 2003; KAMIZOULIS, 2004)

A exemplo do que acontece na maior parte dos países em desenvolvimento, no Brasil, os grandes centros urbanos não possuem ainda sistemas eficientes de tratamento de água.

Sistemas caracterizados por baixa taxa de troca relativa a seu volume (como estuários semi-fechados e embaiamentos) são mais suscetíveis aos aportes de contaminantes - elevação acima de um “nível de referência” da concentração de certa substância que já ocorre naturalmente no ambiente (LIEBES, 1992) - especialmente porque possuem capacidade muito limitada de assimilar poluentes (KENNISH, 1997). Assim, certos materiais não assimiláveis, tais como compostos orgânicos sintéticos tóxicos, podem acumular na cadeia alimentar marinha e ali persistir por longos períodos de tempo, representando um perigo potencial para tal (KENNISH, 1997).

Neste contexto, diversas formas de poluição ocasionam impactos para a população que se utiliza desses espaços. Organismos patogênicos – bactérias, vírus, protozoários e vermes – se misturam ao esgoto doméstico que, ao serem lançados no mar, põem em risco a vida dos humanos que se alimentam de frutos do mar contaminados ou mesmo nadem em águas contaminadas.

Desta forma, águas devem ser fechadas a nadadores devido aos riscos à saúde atribuídos a poluição. Moluscos filtradores também devem ser excluídos da alimentação, porque normalmente não só filtram os poluentes da coluna d'água, mas também os concentram, intensificando o impacto aos consumidores. Patógenos e contaminantes são também responsáveis por doenças em macroinvertebrados e peixes que habitam áreas impactadas por esgoto doméstico (KENNISH, 1997). Sujeiras e espumas na água a fazem inaceitável para recreação mesmo se o risco à saúde for testado e considerado negligenciável.

Diante desse fato, a menos que alguma medida seja tomada, os danos ambientais causados pelo super enriquecimento irão permanecer ou ainda aumentar (ELOFSSON *et al*, 2003).

2 JUSTIFICATIVA

A ausência de qualquer estudo prévio envolvendo os impactos relacionados ao lançamento do efluente doméstico na coluna d'água da Praia da Curva da Jurema, especialmente o acompanhamento da variação da qualidade de água nos âmbitos espacial e temporal, dá a este trabalho grande importância tanto científica, quanto social, visto que através dos dados obtidos, além do fato de poderem ser utilizados como base para pesquisas futuras, pretende-se compreender a dinâmica deste sistema e contribuir com a maior eficácia na elaboração de programas de monitoramento da região, visando a garantia de segurança para os banhistas.

3 OBJETIVO GERAL

Estudar a qualidade da água de um ambiente costeiro marinho tropical, sujeito a constante lançamento de efluente de esgoto urbano não tratado.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar as concentrações dos nutrientes ortofosfato, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato dissolvidos, fósforo total, nitrogênio total nos períodos de verão e inverno.
- Observar a variação da concentração dos nutrientes longitudinalmente à praia, em 3 pontos fixos, a partir do ponto de lançamento do efluente.
- Comparar os valores encontrados com os limites estabelecidos na legislação estadual.
- Verificar a existência de correlação entre as concentrações de nutrientes e os bioindicadores microbiológicos dos grupos Coliformes e Enterococos

4 ÁREA DE ESTUDO

A praia da Curva da Jurema situa-se na área mais valorizada de Vitória, capital do Espírito Santo, entre a Enseada do Suá e a Ilha do Boi e próxima à Ilha do Frade e à Praia do Canto. Nesse entorno, próximo ao centro financeiro e econômico da cidade, circula cerca de 60% do Produto Interno Bruto (PIB) da cidade (CONTI, 2004). A região apresenta um notável fluxo de turistas durante os meses de alta temporada (Janeiro e Fevereiro), em 2003 foram aproximadamente 145.300 turistas nesse período (CONTI, 2004). Esta praia apresenta grande potencial para prática de diversos esportes náuticos (*jet ski*, lanchas e barcos à vela), sendo palco de eventos regionais, como travessia a nado da praia, e nacionais, como o Campeonato Brasileiro de Pesca e Lançamento, além da Fórmula Renault que também ocorre na região (DALFIOR e SANT' ANNA, 2004).

Do ponto de vista da dinâmica praial, a praia da Curva da Jurema é caracterizada como uma praia refletiva de baixa energia (ALBINO¹, informação verbal). Sob aspecto físico, apresenta uma pequena corrente residual em direção à Praia do Canto (MENEZES, 2005) e um tempo de residência aproximado de 21 dias (GAZE, 2005).

Apesar da importância da Curva da Jurema, a falta de tratamento de efluentes domésticos da região adjacente, resulta no lançamento deste na própria praia, através da rede de drenagem pluvial. O PRODESAN -Programa de Despoluição e Saneamento - implantou um sistema de coleta dos esgotos domésticos nos bairros vizinhos à praia, que conduzirá os esgotos até a estação de Mulemba, porém a população ainda não efetuou a ligação de seus esgotos nesse sistema devido, principalmente, ao alto valor cobrado pelo serviço prestado (RAMOS⁵, informação verbal).

¹ ALBINO, J. Praias de Vitória. 2003. Prof^a. Dr^a de Geologia da Universidade Federal do Espírito Santo. Entrevista concedida a Jacson Storch Dalfior, Vitória, 1 jun. 2003.

Na região onde hoje se encontra a praia da Curva da Jurema havia uma comunicação que permitia a troca de águas com a baía de Vitória, até meados da década de 50, (Figura 1). Entretanto, com o aterro feito para dar acesso à Ilha do Boi, essa comunicação foi cessada criando uma pequena enseada com baixa hidrodinâmica. Após esse aterro foi realizado um “engordamento” na região, com areias de granulometria grossa, dando origem ao que hoje é a praia da Curva da Jurema (ALBINO², informação verbal).

² ALBINO, op. cit., nota 2.

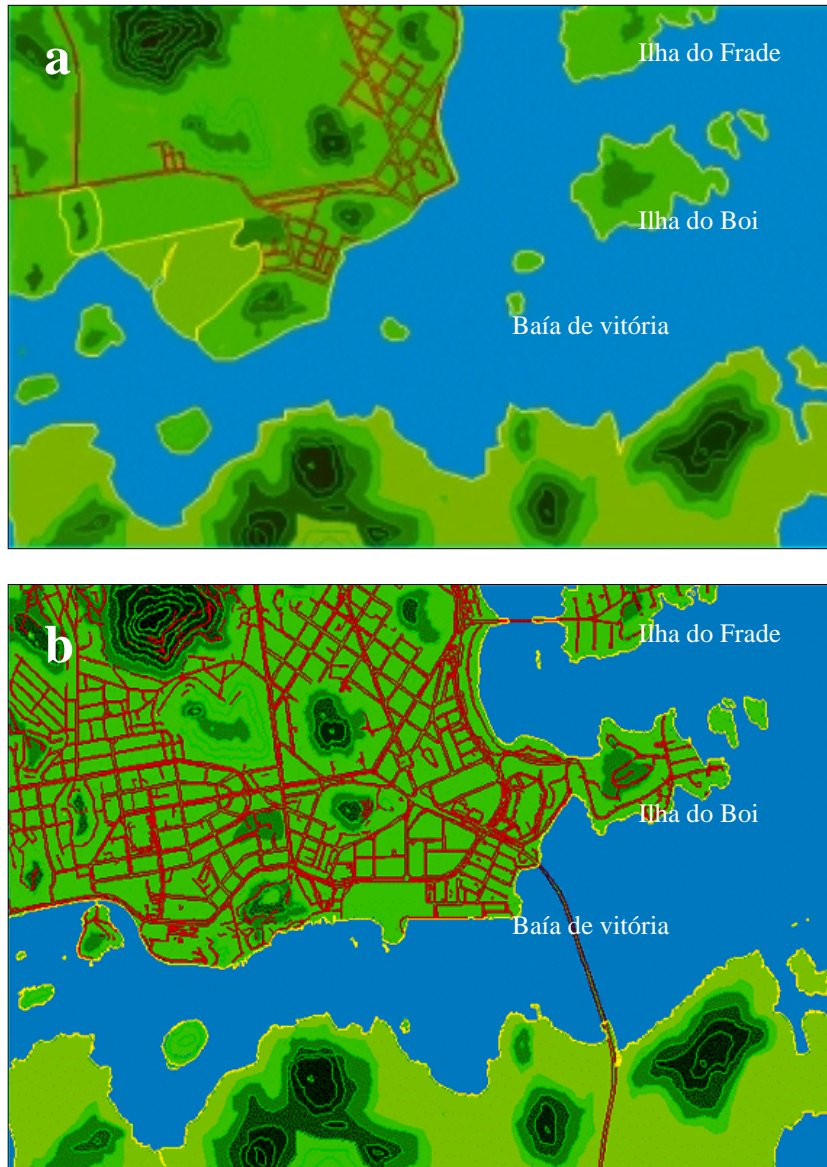


Figura 1: Ocupação da porção sudeste da ilha de Vitória em 1920 (a) e em 1990 (b).
Fonte: Dalfior e Sant'anna, 2004.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES E COLETA DAS AMOSTRAS

As estações escolhidas neste estudo são referentes às estações 12, 13 e 14 monitoradas pela CESAN/SEMMAM (Figura 2), no programa de controle da qualidade das águas das praias. As amostras foram coletadas semanalmente, sempre aos domingos pela manhã, nestes três pontos pré-determinados da praia, partindo-se sempre do ponto 14 em direção ao 12. A localização das estações amostrais é apresentada na Tabela 1. As amostras são coletadas logo abaixo da linha d'água, na região com profundidade de aproximadamente 1 m, que é a região considerada na legislação mais representativa no caso de uso recreacional.

Tabela 1- Localização das estações de coleta na praia da Curva da Jurema, Vitória-ES.

Estação	Localização	Coordenadas	
		Latitude	Longitude
12	100 metros do lançamento de esgoto	20° 18' 14.7" S	40° 17' 25.1" W
13	550 metros do lançamento de esgoto	20° 18' 28.2" S	40° 17' 23.7" W
14	750 metros do lançamento de esgoto	20° 18' 33.0" S	40° 17' 11.8" W

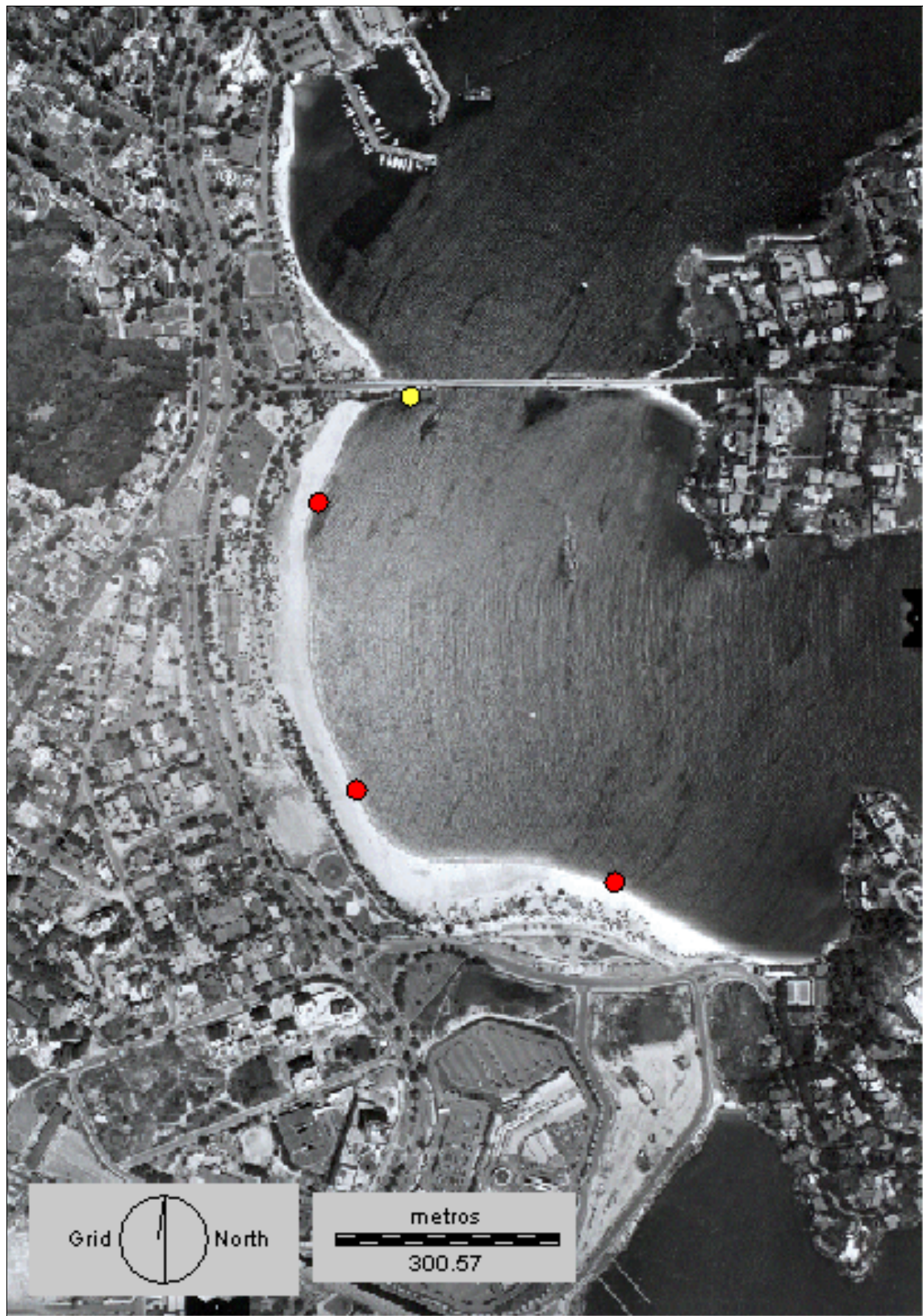


Figura 2 - Localização das três estações de amostragem (vermelho) e lançamento de esgoto (amarelo) na praia da Curva da Jurema. Fonte: Dalfior e Sant'Anna, 2004

Há lançamento de esgoto *in natura* nas proximidades da estação 12 oriundo, principalmente, dos bairros Praia do Canto, Barro Vermelho e Enseada do Suá (RAMOS, informação verbal). As estações 13 e 14 aparentemente não apresentam nenhuma fonte de lançamento próximo. A presença de um molhe, construído para dar suporte à ponte da ilha do Frade, próximo à estação 12, protege parcialmente a região, conferindo a esta uma menor hidrodinâmica em relação às demais.

As amostras eram assim distribuídas: 1 frasco de DBO para análise de oxigênio dissolvido (OD), 1 para nutrientes totais (nitrogênio e fósforo) e 1 frasco para nutrientes dissolvidos. Todos os frascos utilizados foram previamente limpos. Frascos de DBO eram lavados com solução de ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio (Figura 3 (a)). Os demais eram passados por solução detergente (Extran) e depois em solução de ácido clorídrico. Os parâmetros físico-químicos de temperatura e salinidade eram medidos *in situ* com medidor multiparâmetro YSI 556 (Figura 3 (b)). Entre os parâmetros físico-químicos, apenas as leituras de turbidez e pH eram feitas em laboratório (figura 3 (d)). Para as amostras de O.D., atenção especial era dada para que não se formassem bolhas de gases dentro do frasco, fato que poderia mascarar os dados. Além disso, ainda em campo as amostras eram fixadas seguindo o método analítico adotado (ver item 5.2) (figura 3 (c)).

5.2 ANÁLISES DE LABORATÓRIO

Imediatamente às coletas, eram feitas no laboratório as leituras de turbidez (Figura 3(d), pH e oxigênio dissolvido.

5.2.1 Oxigênio Dissolvido

Análises de Oxigênio Dissolvido foram feitas através do método de Winckler, como escrito por Baumgarten *et al* (1996).

5.2.2 Nitrogênio Total

Para a determinação do nitrogênio total na água, as amostras são digeridas com persulfato de potássio sob temperatura e pressão elevadas em autoclave (VALDERRAMA, 1981). Desta forma, o nitrogênio orgânico é transformado em nitrato, sendo este reduzido a nitrito pela passagem da amostra por uma coluna redutora de cádmio. Após a redução do nitrato prossegue-se com a determinação do nitrito conforme Baumgarten *et al.* (1996).



Figura 3 – Limpeza de vidraria para análises de oxigênio dissolvido (a); leitura de parâmetros físico- químicos *in situ* (b); fixação de oxigênio *in situ* (c); leitura de turbidez em laboratório (d).

5.2.3 Fósforo Total

Para a determinação do fósforo total as amostras de água deverão ser digeridas com persulfato de potássio sob temperatura e pressão em autoclave (PARANHOS, 1996). Assim o fósforo orgânico é transformado em inorgânico, sendo este então determinado pelo método do ortofosfato conforme Baumgarten *et al* (1996).

5.2.4 Determinação de nutrientes inorgânicos dissolvidos

Para as análises dos nutrientes dissolvidos, são utilizadas, para cada nutriente, subalíquotas tiradas da amostra coletada. Essas subalíquotas são congeladas até o momento de cada análise, com exceção do nitrogênio amoniacal, cuja análise deve ser feita imediatamente após a filtração.

Segundo Baumgarten *et al* (1996), do ponto de vista analítico, a filtração das amostras destinadas às análises dos nutrientes dissolvidos é necessária, porque assim haverá a separação das formas solúveis e particuladas da amostra e a alíquota filtrada estará praticamente livre do material em suspensão, que perturba as análises espectrofotométricas. Também há de se considerar que com esse procedimento, evita-se a adsorção dos elementos dissolvidos nas partículas da amostra, durante a estocagem pré-analítica. A metodologia analítica baseia-se na espectrofotometria na faixa de luz visível. Os equipamentos básicos utilizados neste trabalho são o espectrofotômetro Micronal B-582 com cubetas de 1 cm de trajeto ótico, usadas para amostras de ambientes com fortes concentrações de nutrientes, como águas poluídas ou receptoras de efluentes.

4.2.4.1 – Nitrogênio amoniacal dissolvido

A metodologia do nitrogênio amoniacal dissolvido foi a descrita em Baumgarten *et al*. (1996).

5.2.4.2 Nitrito dissolvido

A análise de nitrito desenvolveu-se segundo Baumgarten *et al* (1996).

5.2.4.3 Nitrato dissolvido

Para o nitrato foi adotada metodologia descrita por Baumgarten *et al.* (1996).

4.2.4.4 – Ortofosfato dissolvido

O ortofosfato dissolvido foi analisado segundo metodologia descrita em Baumgarten *et al.* (1996).

5.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para análise estatística de correlações os dados foram avaliados pelo programa SPSS (NORUSIS, 1993). As correlações foram feitas baseadas no teste de Spearman (SOKAL e ROHLF, 1981).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 PARÂMETROS FÍSICO- QUÍMICOS

As Tabelas 2 e 3 apresentam a estatística descritiva dos parâmetros estudados nos períodos de verão e inverno, respectivamente.

Tabela 2: Valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros analisados no período de verão (08/02 a 18/04/2004).

Parâmetro	Mínimo	Máximo	Média
Temperatura(°C)	22,8	28,8	26,19±1,89
Salinidade	30,4	36	33,20±1,55
pH (unidade)	7,14	8,13	7,84±0,19
Turbidez	0,96	53,3	5,80±9,24
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,77	15,7	9,59±2,27
% Saturação	86,31	246,38	140,71±34,30
Nitrogênio Amoniacal (µg/L)	0	2.571,62	206,04±485,33
Nitrito (µg/L)	3,65	20,47	12,62±4,06
Nitrato (µg/L)	65,11	107,88	92,02±13,82
Nitrogênio Total(µg/L)	511,37	686,49	594,45±58,59
Ortofosfato(µg/L)	0	112,6	25,28±24,64
Fósforo Total (µg/L)	23,89	190,4	70,10±40,02
CFF (NMP ¹ /100mL)	8	300.000	30.628±79.966
ENT (NMP ¹ /100mL)	2	50.000	2.503±8.685

¹ NMP: número mais provável

Tabela 3: Valores médios, mínimos e máximos dos parâmetros analisados no período de inverno (11/07 a 19/09/2004)

Parâmetro	Mínimo	Máximo	Média
Temperatura (°C)	21,03	25,33	23,50±1,07
Salinidade	28,9	36,25	34,96±1,71
PH (unidade)	7,93	8,23	8,05±0,08
Turbidez	1,44	84,4	10,74±15,40
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,29	11,47	8,25 ±1,72
% Saturação	77,34	170,59	119,07 25,98
Nitrogênio Amoniacal (µg/L)	0	1.204,17	126,02±257,27
Nitrito (µg/L)	5,8	83,77	19,85±11,71
Nitrato (µg/L)	-	-	-
Nitrogênio Total (µg/L)	518,51	736,8	661,87±45,34
Ortofosfato (µg/L)	26,82	70,6	38,51±9,37
Fósforo Total (µg/L)	19,14	420,3	74,50±76,16
CFF (NMP ¹ /100mL)	8	30.000	1.515±5.583
ENT (NMP ¹ /100mL)	7	160.000	7.020±27.924

¹ NMP: número mais provável

Como apresentado nas Tabelas 2 e 3, as médias de temperaturas estiveram entre 26,19°C no verão e 23,5°C no inverno. Os picos (28,8°C e 28,71 °C) nos dias 22 e 29 de fevereiro, respectivamente, e os menores de 21,03°C e 21,21° C, no dia 25 de julho, parecem indicar uma ligeira queda de temperatura nos meses de inverno.

A salinidade variou de 28,9 no dia primeiro de agosto, a 36,25 no dia 19 de setembro. A maior variação foi encontrada, portando, nos meses de inverno, bem como a média nesse período também se mostrou ligeiramente maior. Valores de pH se mantiveram entre 7,14 no dia 14 de fevereiro e 8,23 no dia 15 de agosto. Em nenhuma das amostras o pH se mostrou fora dos padrões estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357/2005 em seu artigo 18 (ANEXO 1), para águas salinas classe 5, que recomenda que deve estar sempre entre 6,5 e 8,5; porém a variação natural foi de 0,99 unidades e excedeu o estabelecido, que é de 0,2 unidade. Dados de salinidade e temperatura encontrados em ambos os períodos, mostram variações relativamente baixas e valores dentro do esperado para um ambiente caracteristicamente marinho.

Mwashote e Jumba (2002) em seu trabalho sobre os aspectos quantitativos do fluxo de nutrientes inorgânicos na Baía de Gazi (Kenya), encontrou diferenças significativas de temperatura entre os períodos do ano (estações seca e chuvosa), mas não entre as estações de coleta. Esta situação não é comparável à observada na Curva da Jurema, que apresentou similaridade de temperaturas, tanto entre as estações de coleta, como entre os períodos do ano (Tabela 4). A variação da temperatura encontrada na Curva da Jurema foi típica de ambiente costeiro tropical.

A salinidade apresentou-se ligeiramente mais elevada nos meses do inverno (34,96), que no verão (33,20), estando em conformidade com valores normalmente encontrados em ambientes marinhos costeiros.

Dentre os parâmetros físico-químicos, a turbidez foi a que apresentou a maior variação. No verão, média, desvio padrão e valores de máximo e mínimo da turbidez foram menores que no inverno provavelmente devido às condições do mar, que nesta estação costuma ser mais calmo. A resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que substâncias que produzem odor e turbidez sejam

virtualmente ausentes, não estabelecendo limites numéricos para esse parâmetro.

Tabela 4 – Valores de temperatura (°C) encontrados nas três estações de coleta – verão/ inverno.

Data	Estações Amostras		
	12	13	14
08/fev	22,8	22,9	23
15/fev	25,3	25,9	24,9
22/fev	28,8	28,3	28,8
29/fev	28,15	28,32	28,71
07/mar	27,4	27,9	27,9
14/mar	27,4	27,3	26,9
21/mar	23,4	23,8	23,4
28/mar	24,6	24,8	24,7
04/abr	26	26,1	26,5
11/abr	26,15	25,3	25,6
18/abr	27,7	27,6	27,9
11/jul	23,27	23,28	23,9
18/jul	23,12	23,15	23,1
25/jul	21,21	21,24	21,03
01/ago	22,8	22,6	22,7
08/ago	24,5	23,7	23,7
15/ago	23,33	23,13	22,8
22/ago	24,2	24,03	23,7
29/ago	24,05	23,4	23,88
05/set	23,04	23,6	23,06
12/set	25,06	24,32	25,03
19/set	25,33	25,05	25,23

As concentrações de oxigênio dissolvido na Curva da Jurema durante o período de amostragem estiveram entre 5,29 e 15,70 mgO₂/L, com média de 8,92 mgO₂/L. A média encontrada para o período do verão foi de 9,59 ($\pm 2,27$) e para o inverno, de 8,25 ($\pm 1,72$).

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, o oxigênio dissolvido, em qualquer amostra, não deve ser inferior a 6 mg/L O₂. Entretanto, uma amostra no verão apresentou concentração abaixo deste limite (5,77 mg/L na estação 13 na quinta semana de coleta) e outras quatro no inverno também não atingiram o limite mínimo exigido. Apesar desse fato, nenhuma das amostras apresentou-se muito abaixo do mínimo, todas as concentrações de oxigênio estavam acima de 5 mg/L, o que demonstra que o comprometimento do corpo d'água em relação ao oxigênio não é tão grave.

Estes valores foram em média mais elevados que os encontrados por Mwashote e Jumba (2002) na Baía de Gazi, onde as concentrações variaram de 4,9 a 10,5 mgO₂/L, com média de 6,8 mgO₂/L, de novembro/ 94 a julho/95.

6.2 NUTRIENTES

Para facilitar a visualização e entendimento dos gráficos, optou-se por substituir as datas de amostragem, pelas semanas. Desta forma, a Tabela 5 indica as semanas de coletas referentes às datas, tanto no verão quanto inverno, e são válidas para todos os gráficos apresentados no presente trabalho.

Tabela 5 - Relação entre as semanas (eixo x dos gráficos) e os dias das coletas no verão e no inverno.

Semanas	Dias	
	Verão	Inverno
1	08/fev	11/jul
2	15/fev	18/jul
3	22/fev	25/jul
4	29/fev	01/ago
5	07/mar	08/ago
6	14/mar	15/ago
7	21/mar	22/ago
8	28/mar	29/ago
9	04/abr	05/set
10	11/abr	12/set
11	18/abr	19/set

6.2.1 Nitrogênio amoniacal dissolvido

O nitrogênio amoniacal é um dos principais componentes nitrogenados proveniente de lançamento de efluentes domésticos. A Figura 4 mostra a variação do nitrogênio amoniacal durante o período de verão, nas três estações de coleta. Nele observa-se que, em geral, maiores concentrações encontram-se na estação 12, com picos nas semanas 5 e 11, que alcançaram valores de 1144,66 µg/L e 2571,62µg/L respectivamente (APÊNDICE A). Este comportamento encontra-se dentro do esperado para o ambiente, visto que esta estação localiza-se mais próxima à fonte pontual, recebendo o maior volume de carga direta do efluente em ambos os períodos. As concentrações na estação 13 foram menores que na

estação 12, seguidas por índices mais baixos na 14, o que pode ser atribuído ao efeito da diluição do corpo d'água, quando se afasta da fonte de lançamento. Comportamento similar é verificado no inverno, com mudanças apenas nas concentrações das estações de coleta cujos picos foram de 1204,17 $\mu\text{g/L}$ e 820,32 $\mu\text{g/L}$, na estação 12 (APÊNDICE A). As concentrações médias no inverno foram menores que no verão. O valor médio considerando as 2 épocas foi de 206 $\mu\text{g/L}$.

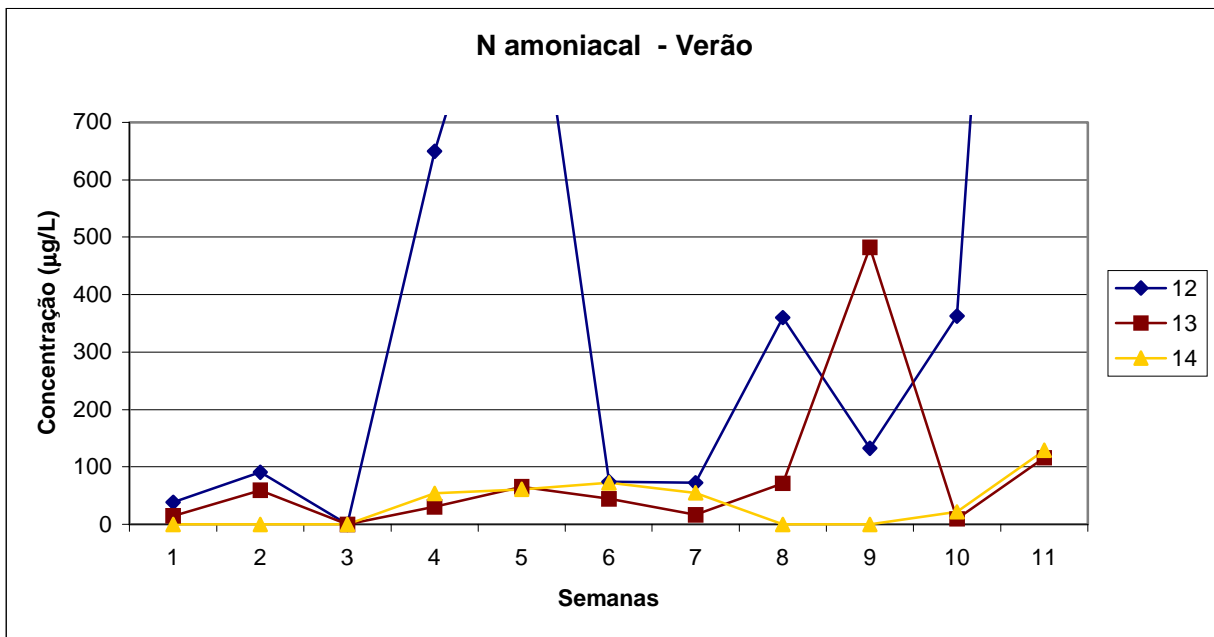


Figura 4: Variação semanal do nitrogênio amoniacal, nas três estações de coleta- verão.

A tabela 5 mostra os valores em termos de amônia não- ionizável, no verão e inverno, respectivamente.

A portaria da SEAMA nº 7/92 em seu artigo primeiro (ANEXO 2) estabelece que o valor máximo recomendado para amônia total em águas salinas é de 0,05 mg/L (50 $\mu\text{g/L}$) enquanto o valor máximo admissível é de 0,25 mg/L (250 $\mu\text{g/L}$). Complementa ainda no Art. 2º que será considerado "comprometimento do corpo receptor pela amônia" se, pelo menos em um local de análise houver violação de um dos valores máximos (valor máximo admissível para amônia não ionizável ou

valor máximo admissível para amônia total) acima de 10% de violação. Estabelece ainda que o valor máximo admissível para amônia não ionizável é de 0,01 mg/L NH_3 (10 $\mu\text{g/L}$) e valor máximo recomendado para a mesma, 0,004 mg/L NH_3 (4 $\mu\text{g/L}$).

Tabela 5 - Concentração de NH_3 ($\mu\text{g/L}$) – valores acima da portaria SEAMA nº 7/92 em destaque

Data	Estações Amostrais		
	12	13	14
08/fev	1,03	0,32	0
15/fev	4,7	2,64	0
22/fev	0	0	0
29/fev	7,15	1,71	3,34
07/mar	42,38	2,6	2,28
14/mar	4,15	3,28	4,33
21/mar	2,68	0,68	2,51
28/mar	16,66	3,41	0
04/abr	7,14	11,42	0
11/abr	8,76	0,36	0,9
18/abr	107,33	4,62	7,41
11/jul	7,59	2,6	1,49
18/jul	0,04	0,04	0
25/jul	0	0	0
01/ago	2,05	0	0,7
08/ago	3,92	1,73	3,53
15/ago	0	3,29	2,29
22/ago	19,41	0,15	4,21
29/ago	0,71	0	0,95
05/set	5,79	0,78	0
12/set	38,6	3,62	1,34
19/set	1,55	0,7	1,34

Assim, considerando a amônia não- ionizável, 12 amostras do verão e 5 do inverno estão acima do limite recomendado pela referida portaria, sendo que 4 do verão e 2 do inverno estão acima do limite admissível (valores em negrito).

Comparando os dados obtidos no presente trabalho com os limites de amônia total exigidos pela portaria nº 7/ 92 da SEAMA, verificamos que 19 das 33 amostras coletadas no verão apresentaram índices acima do recomendado (Tabela 5) , e 6 delas estão também acima do valor máximo admissível (inclusive além de 10%). Para o inverno, 13 amostras estão além do limite recomendado, e 4 além do admissível. Observa-se que todas as amostras que estão acima do limite admissível pertenciam à estação 12, demonstrando o comprometimento da qualidade da água nas 3 estações da praia, especialmente da estação 12, cujos índices são ainda maiores. Assim sendo, podemos considerar que há comprometimento do corpo receptor pela amônia. Considerando a Resolução CONAMA nº 357/2005, cujo limite máximo de nitrogênio amoniacal total é de 0,40 mg/L (400µg/L), quatro amostras no verão e três no inverno apresentaram índices acima do permitido, sendo que todas as do inverno pertenciam à estação 12 (ANEXO A).

A Figura 4 mostra a variação semanal do nitrogênio amoniacal no período de inverno. Percebe-se a presença de valores nulos - que na verdade foram assim considerados por estarem abaixo do limite de detecção do aparelho - em algumas estações. Na terceira semana do inverno, o nitrogênio amoniacal não foi detectado em nenhuma das estações de coleta. O valor máximo de concentração obtido foi de 1204,2 µg/L (Apêndice A). A média entre todas as estações foi de 126,02 µg/L, apresentando um elevado desvio padrão

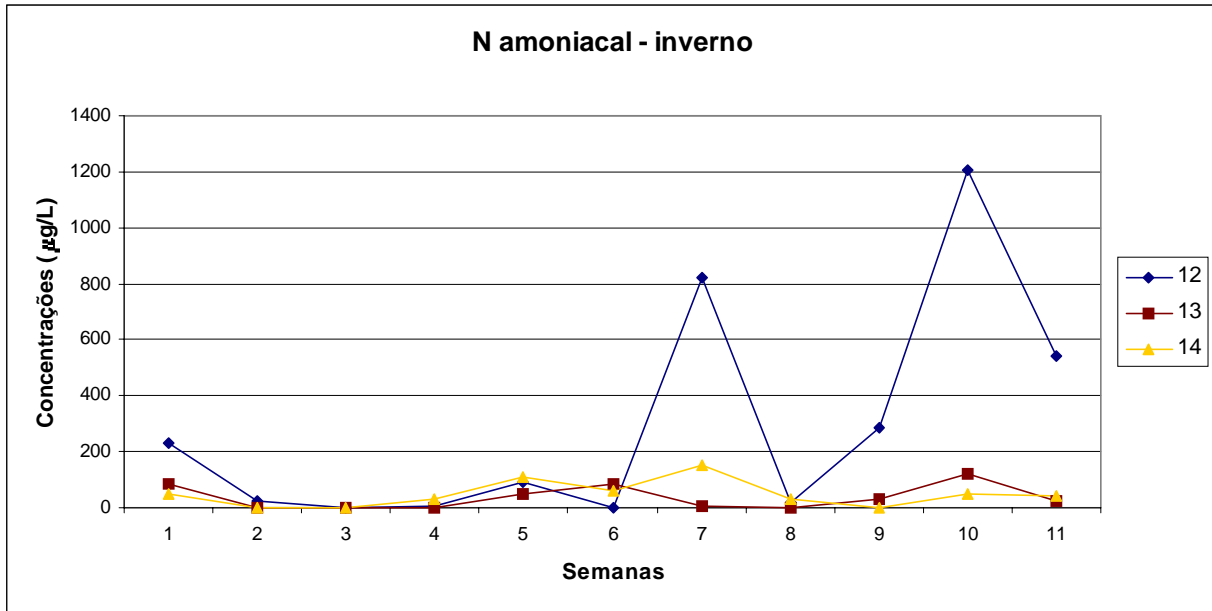


Figura 5- Variação semanal do nitrogênio amoniacal, nas três estações de coleta – inverno.

6.2.2 Nitrito dissolvido

No ciclo do nitrogênio, o nitrito é um componente intermediário entre o amônio e o nitrato. Segundo Baumgarten e Pozza (2001), em fracas concentrações de oxigênio, pode haver redução do nitrato parcial, elevando as concentrações de nitrito. O Apêndice B mostra as concentrações semanais de nitrito durante o verão e inverno.

A resolução CONAMA nº 357/2005 (ANEXO 1) estabelece para nitrito valor máximo de 0,07mg/L (70µg/L), o que é considerado um limite bastante alto, talvez devido a baixa toxicidade deste constituinte (BAUNGARTEN e POZZA, 2001). Assim, tendo por base este limite, a concentração de nitrito na área estudada obedeceu a legislação durante todo o período amostrado, mantendo concentrações médias de 12 µg/L (0,012 mg/L). Os maiores picos (20,47 µg/L e 19,82 µg/L) foram encontrados nos dias 21 e 28 de março respectivamente, ambos na estação 12. Mesmo os valores mais elevados estiveram muito abaixo

do limite máximo estabelecido, à exceção de uma amostra no inverno. A Figura 6 mostra o comportamento do nitrito no período do verão, nas três estações de coleta.

No inverno, os valores de nitrito em geral, diferentemente do padrão observado no verão, permaneceram quase constantes, com pouca variação temporal e espacial (Figura 7). Exceção feita ao pico de concentração encontrado na estação 13 do dia 8 de agosto (83,77 $\mu\text{g/L}$), e da sensível queda na estação 14 no dia 5 de setembro (5,8 $\mu\text{g/L}$), as concentrações de nitrito dissolvido no inverno estiveram sempre em torno de 19,84 $\mu\text{g/L}$, demonstrando uma ligeira elevação da concentração deste no inverno. As concentrações podem ser melhor visualizadas no Apêndice 2. Somente o pico de concentração encontrado do dia 8 de agosto ultrapassou o limite estabelecido pela resolução CONAMA nº 357/2005.

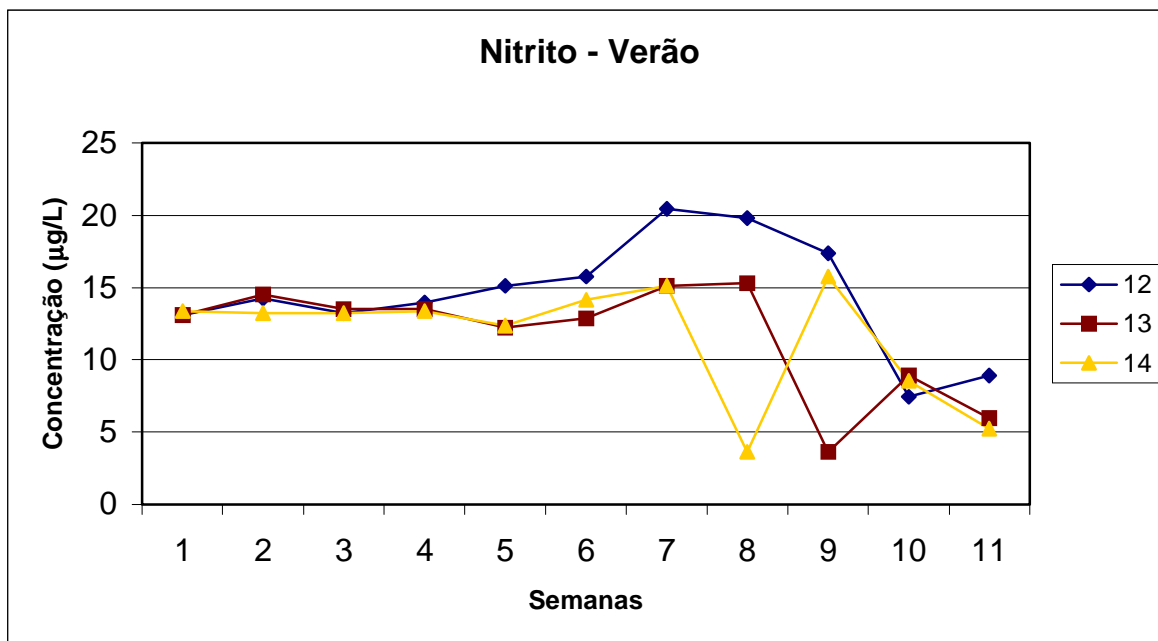


Figura 6: Variação semanal do nitrito dissolvido, nas três estações de coleta – verão.

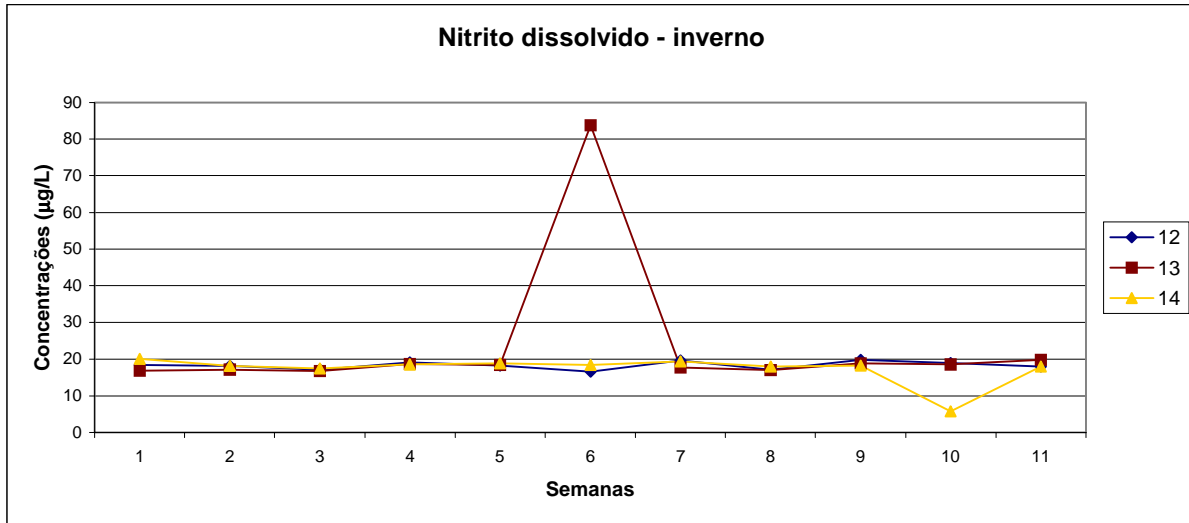


Figura 7: Variação semanal do nitrito dissolvido, nas três estações de coleta – inverno

6.2.3 Nitrato dissolvido

O nitrato é a forma oxidada mais estável do nitrogênio. A produção do nitrato resulta da oxidação bacteriana do amônio, tendo o nitrito como intermediário (BAUMGARTEN e POZZA, 2001). Conforme a autora, em efluentes domésticos recentes, a concentração de nitrato costuma ser baixa, se comparada com efluentes de estações de tratamento biológicos com tanques de aeração. A Figura 8 mostra a variação das concentrações de nitrato dissolvido durante o período do verão, nas três estações amostrais. O Apêndice C apresenta os valores encontrados em cada estação nos dias de coleta.

White *et al* (2004), em trabalho sobre análises espacial e temporal da qualidade de água em dois estuários da Carolina do Sul (Murrells Inlet e North Inlet) verificaram que as concentrações de nitrato dissolvido eram geralmente baixas (< 1 µM) - contrastando com valores encontrados na Curva da Jurema, que apresentou valores maiores (convertendo as unidades), normalmente por volta de 7µM - e que as concentrações mais baixas ocorreram em novembro de 1998 (inverno) e julho de 1999 (verão). Neste mesmo trabalho (WHITE *et al*, 2004) , os

valores máximos de concentração de nitrato corresponderam às menores salinidades encontradas e períodos seguintes a eventos de precipitação, o que indica, segundo os autores, a importância do aporte de água doce como fonte de nitrato. Além disso, neste mesmo trabalho, os autores verificaram relação significativa entre o nitrato e o efeito da diluição causado pelo aporte de águas costeiras dentro do estuário, indicando que as concentrações deste íon foram geralmente maiores em regiões mais longe do efeito de diluição com águas costeiras.

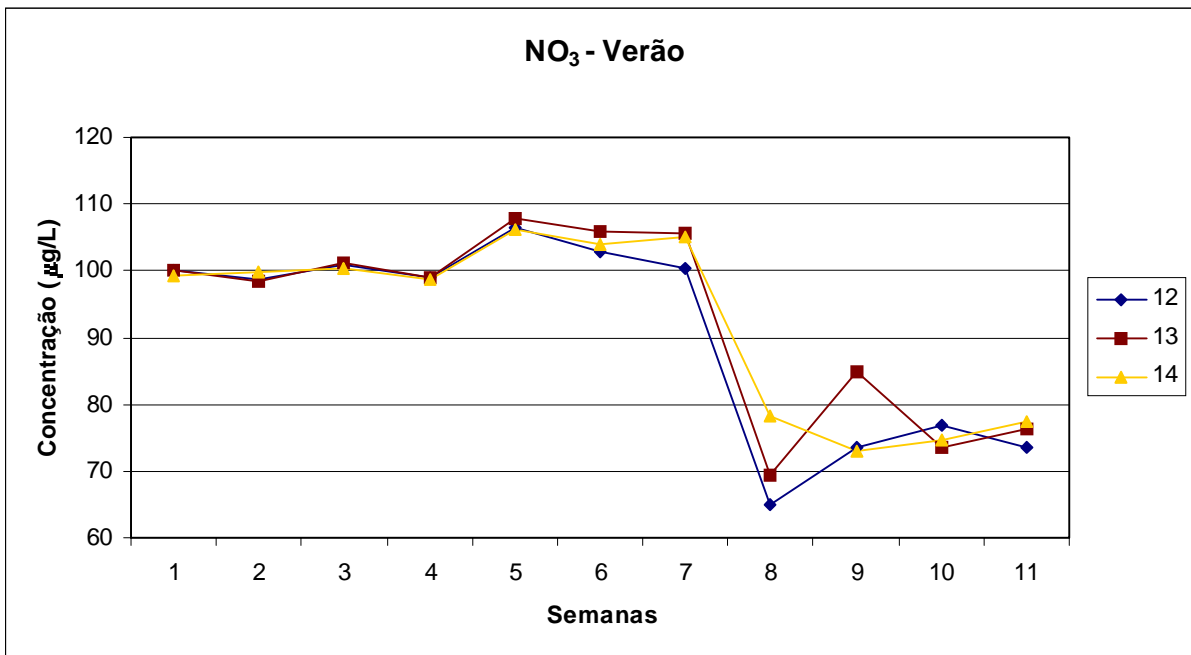


Figura 8 - Variação semanal do nitrato dissolvido, nas 3 estações de coleta – verão.

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, a concentração deste íon nas águas doces e salinas é considerado muito alto, quando a concentração se aproxima de 0,4 mg/L (400 µg/L) N-NO₃. A concentração encontrada na Curva da Jurema normalmente se manteve por volta de 92,02 µg/L, com máxima de 107,88 µg/L. Assim, as concentrações de nitrato estão dentro dos limites determinados pela legislação vigente.

Richardson (1996) cita que, quando influenciado por atividades humanas, as águas de superfície contém concentração de nitrato maior que 5 mg/L $\text{NO}_3\text{-N}$, mas freqüentemente é menor que 1 mg/L $\text{NO}_3\text{-N}$ – comportamento comparável com o observado na Curva da Jurema, cujo valor máximo no verão não chegou a 0,11 mg/L..

Os valores de nitrato dissolvido no inverno estavam abaixo do limite de detecção do espectrofotômetro, sendo então considerados nulos. É importante salientar que estes dados serão tratados como verdadeiros, contudo não pode ser descartada a hipótese de que tenha ocorrido algum tipo de falha analítica de causa não detectada durante o processo.

6.2.4 Nitrogênio total

As médias de nitrogênio total encontradas no verão foram de 594,45 $\mu\text{g/L}$ (\pm 58,58). Concentrações variaram entre 511,37 $\mu\text{g/L}$ e 686,49 $\mu\text{g/L}$ (APÊNDICE D). No inverno a média foi de 661,87 $\mu\text{g/L}$ (\pm 545,34). Valores máximos e mínimos foram de 736,82 $\mu\text{g/L}$ e 518,51 $\mu\text{g/L}$, encontrados nas estações 13 e 12 respectivamente (APÊNDICE D).

Em geral, analisando o comportamento das formas dissolvidas de nitrogênio, percebe-se que a grande variação das concentrações destes não se refletiu em grandes diferenças nas concentrações de nitrogênio total. Assim, sugerimos que ocorreu uma certa tendência de compensação entre as formas dissolvidas, mantendo as concentrações de nitrogênio total aproximadamente constantes.

Há de se considerar que algumas concentrações não foram possíveis de ser determinadas por falhas metodológicas, e estas são justamente as que apresentaram os maiores picos de concentração de nitrogênio amoniacal, o que com certeza mascarou os dados. Ou seja, esta tendência pode existir, mas não se pode ignorar o fato de que estes valores que não puderam ser medidos são bastante elevados, o que, provavelmente, alteraria os resultados da análise

estatística. Nas figuras 9 e 10, a ausência de alguns dados pode ser observada pela descontinuidade da linha que representa a estação 12.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 não estabelece limite para este parâmetro.

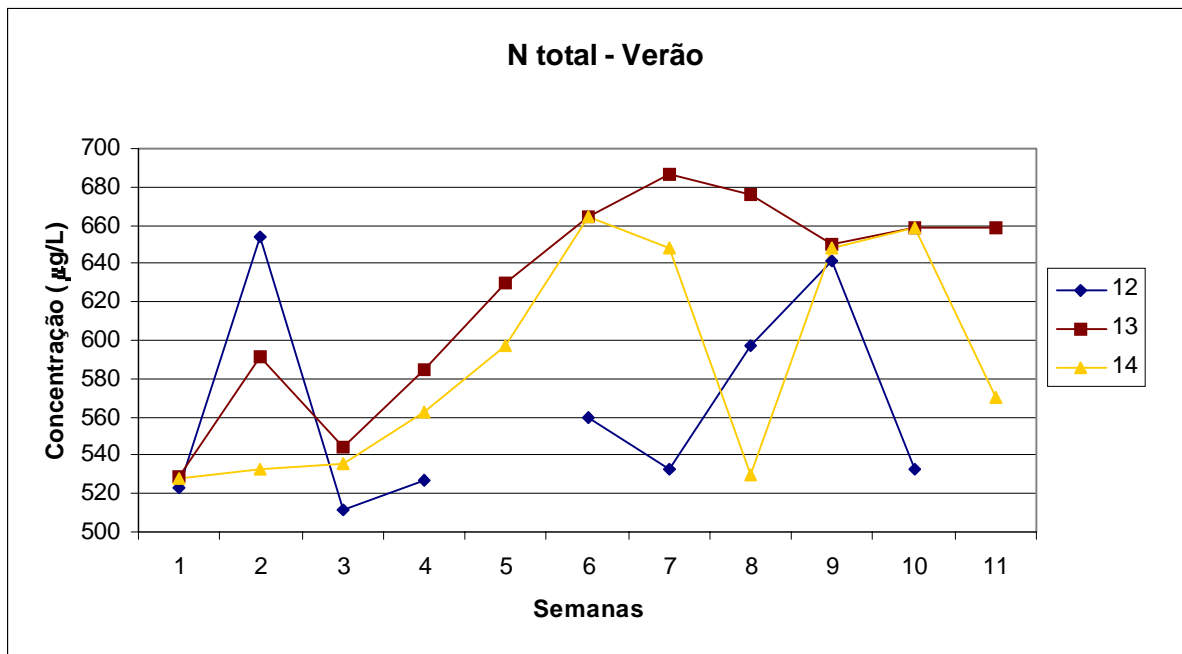


Figura 9: Variação semanal do nitrogênio total, nas três estações de coleta – verão.

Sugere-se que essas falhas na metodologia são atribuídas justamente à grande concentração de nitrogênio amoniacal, que é muito volátil. Desta forma, durante o processo de preparação e análise do nitrogênio total, grande parte do nitrogênio amoniacal pode evaporar, subestimando o valor do nitrogênio total. Se a concentração final do total encontrada for menor que a soma das formas dissolvidas, então este resultado é considerado inválido, não podendo ser utilizado.

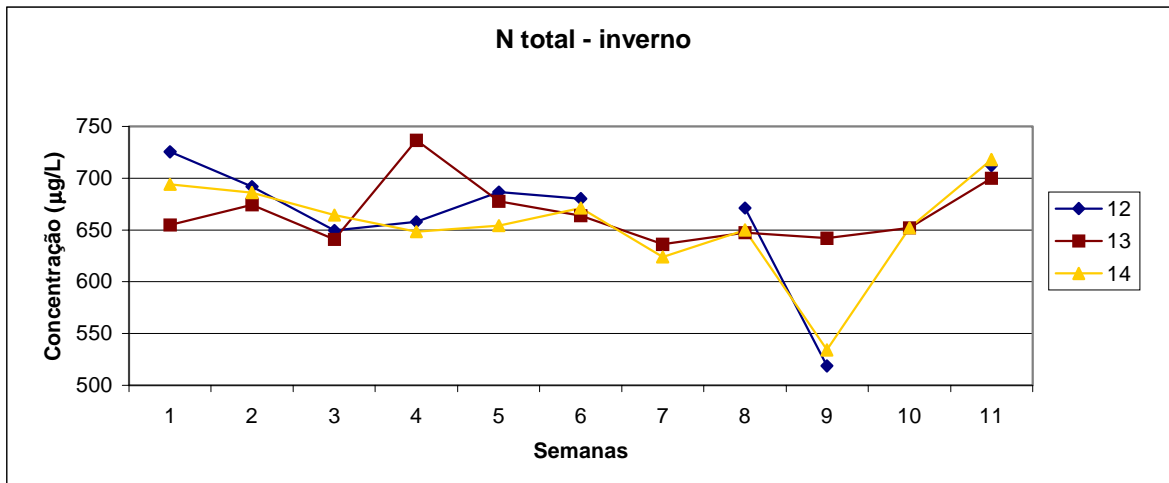


Figura 10: Variação semanal do nitrogênio total, nas três estações de coleta – inverno

6.2.5 Ortofosfato dissolvido

As concentrações de ortofosfato dissolvido variaram no verão de 0 (abaixo do limite de detecção) a 112,3 µg/L (Apêndice E) – a média foi de 25,24 µg/L com desvio padrão de 24,63. Estes dados por si só já dão uma idéia da grande variação apresentada pelo referido parâmetro, mas pode ser visto com mais detalhe da tabela 11 e melhor visualizado nas Figuras 11 e 12. No inverno, as concentrações variaram de 26,82 µg/L a 70,57 µg/L, com média de 38,50 µg/L.

A Resolução nº 357/2005 do CONAMA não estabelece limites de ortofosfato para águas salinas. A título de comparação, Baumgarten *et al* (1996) citam que em estuários não-poluídos, as concentrações devem variar em torno de 1,2 µM P-PO₄³⁻. Os resultados do presente estudo concordam, em parte, com o citado pelos autores, já que a média encontrada foi de 26,66 µg/L P-PO₄³⁻ mas deve-se levar em conta que são ambientes distintos, uma vez que o ambiente deste estudo é uma praia com características marinhas, e que estuários devem apresentar concentrações mais elevadas devido ao aporte trazido pelos rios.

Em se tratando de ambientes estuarinos e marinhos, as maiores concentrações de ortofosfato no estuário do rio Pearl, no sul da China, encontradas por Huang *et al* (2003) alcançavam valores entre 30 e 40 $\mu\text{g/L}$, que, segundo o autor eram conseqüências de poluentes provenientes do continente. Os resultados de Huang *et al* (2003) concordam com os encontrados no presente estudo, principalmente no inverno, cuja média foi de 38,51 $\mu\text{g/L}$. Embora no verão a média na Curva da Jurema tenha sido mais baixa (25,28 $\mu\text{g/L}$), os dados também podem ser comparáveis.

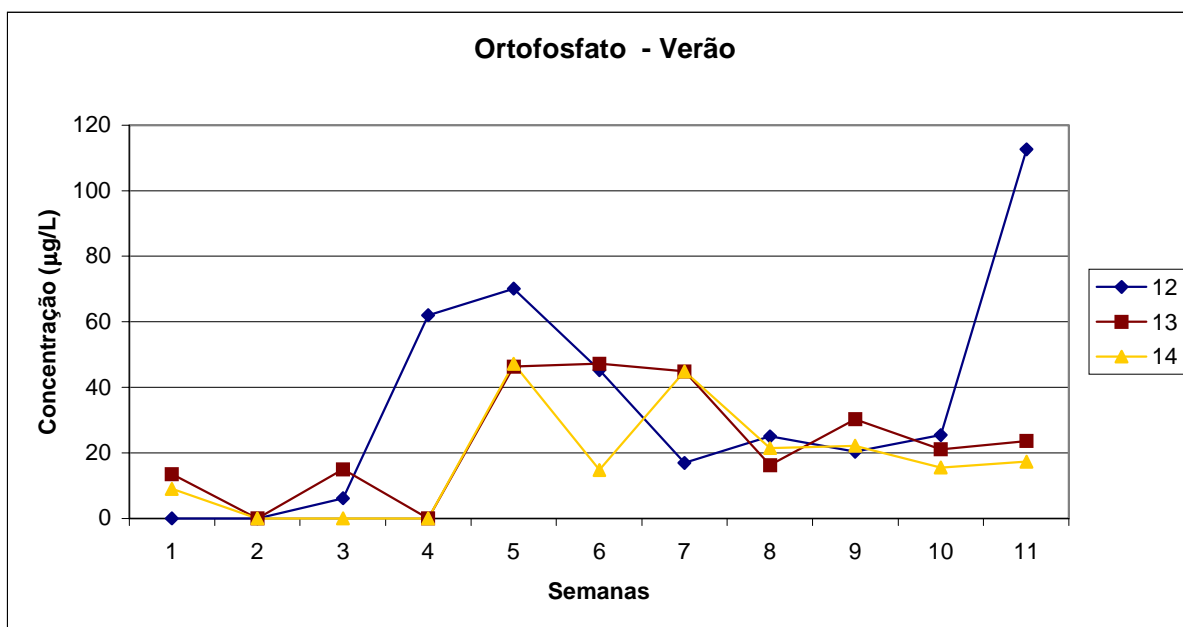


Figura 11: Variação semanal do ortofosfato dissolvido, nas três estações de coleta – verão.

Em função das alterações que o fosfato causa no equilíbrio de um ecossistema aquático, é importante que a ausência da citação desse parâmetro seja sanada na legislação ambiental (BAUMGARTEN e POZZA, 2001).

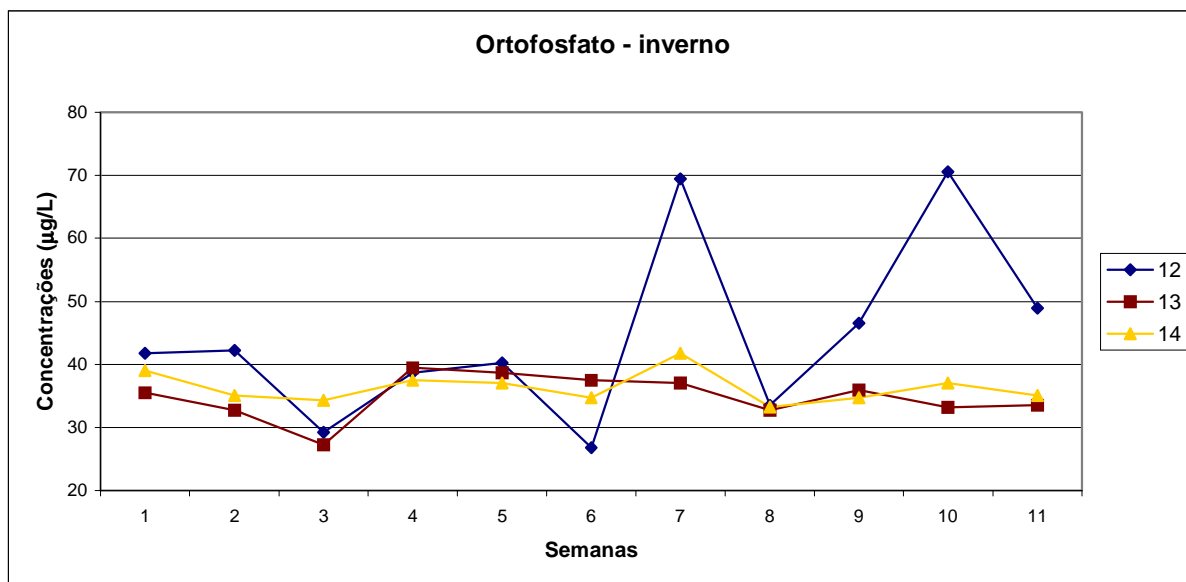


Figura 12: Variação semanal do ortofosfato dissolvido, nas três estações de coleta – inverno.

6.2.6 Fósforo total

A média dos valores de fósforo total no verão foi de 70,10 µg/L. Valores máximos e mínimos de 190,4µg/L e 23,89µg/L. Para o inverno a média encontrada foi 74,58 µg/L, com extremos de 19,14 µg/L e 428,26 µg/L (Apêndice F). A variação deste parâmetro ao longo das semanas e nos dois períodos do ano, com os dados do Apêndice F pode ser melhor visualizada nas figuras 13 e 14. A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece limite de 0,062 mg/L (62 µg/L) para o fósforo total e, de acordo com esta legislação, 14 amostras apresentaram valores acima do permitido no verão e 10 no inverno.

Pela Figura 13 pode-se perceber o predomínio das maiores concentrações na estação 12 em praticamente todas as amostras. Mais uma vez atribui-se esse predomínio ao aporte de nutrientes proveniente do efluente. Baumgarten e Pozza (2001) mencionaram constituintes de detergentes, contidos em produtos de

limpeza e enriquecendo as águas residuárias urbanas; fertilizantes, carregados pela chuva até o corpo d'água, ou em resíduos não-tratados de indústrias de fertilizantes; presentes em sedimento de fundo e lodos biológicos; e dissolução de compostos fosfatados como fontes de fosfatos para ambientes aquáticos. Porém, o grande predomínio da estação 12 frente às demais sugere que o maior volume de fósforo entre na forma de fósforo orgânico. Estações 13 e 14 apresentaram valores de ortofosfato dissolvido muito próximos aos de fósforo total, demonstrando que a maior parte do fósforo total, nestas estações, se encontra sob forma de ortofosfato.

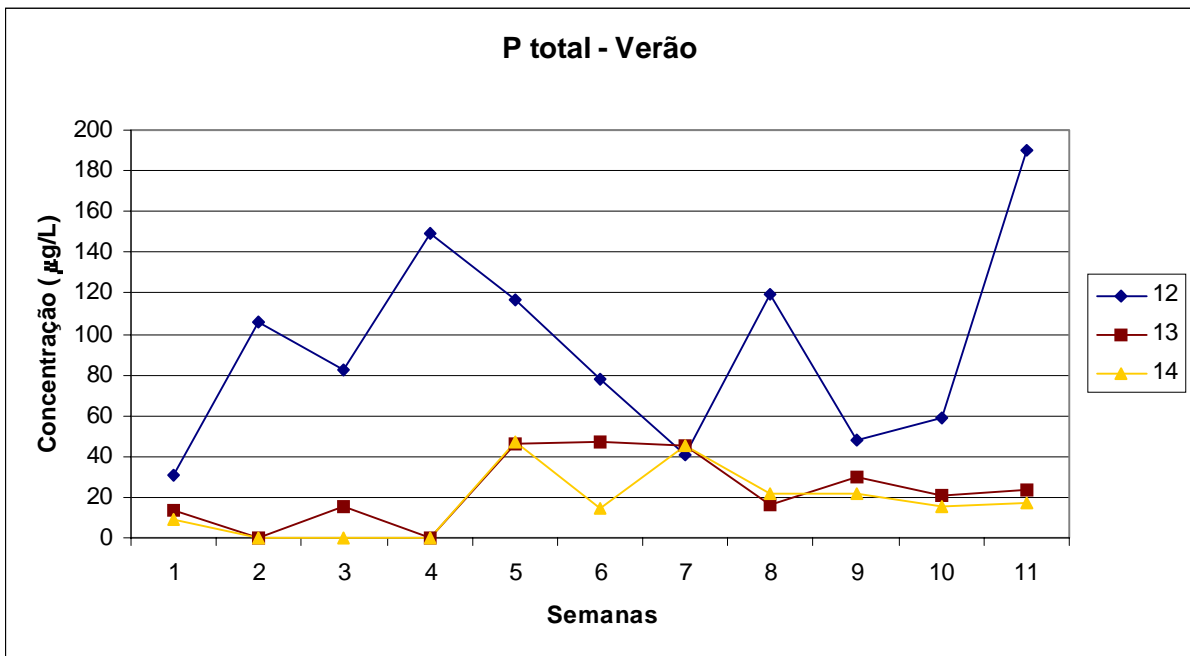


Figura 13: Variação semanal do fósforo total, nas três estações de coleta – verão.

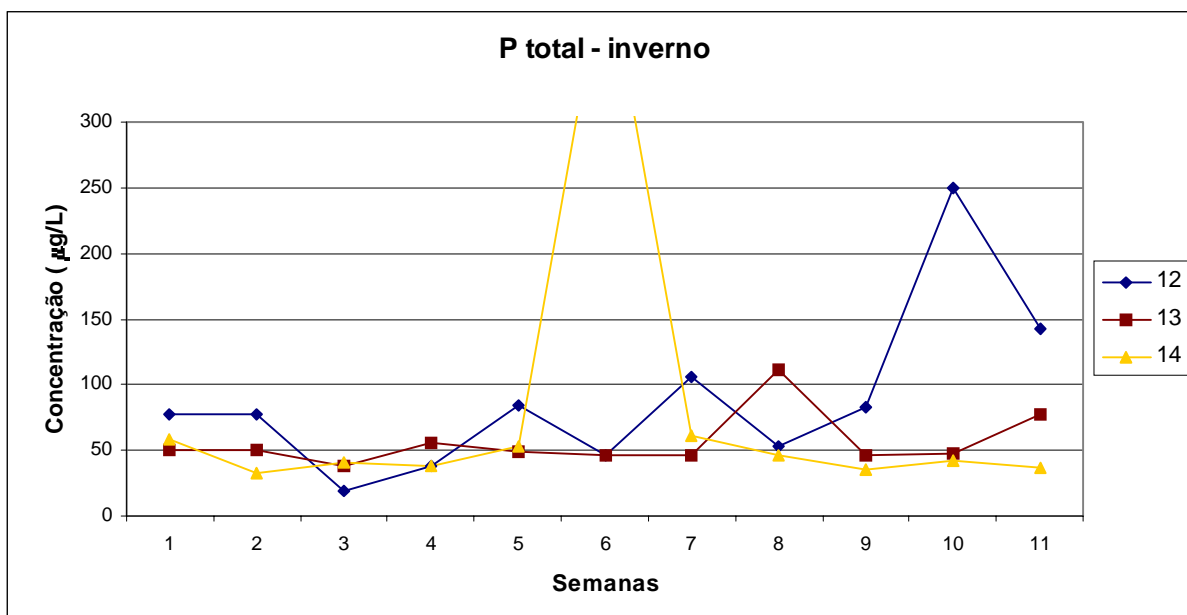


Figura 14: Variação semanal do fósforo total, nas três estações de coleta – inverno.

6.3 CORRELAÇÕES

Foi realizado tratamento estatístico de Spearman (SOKAL, 2001) envolvendo parâmetros químicos, físico-químicos, e as bactérias do grupo coliformes e enterococos. As correlações significativas e as julgadas mais importantes são apresentadas na Tabela 6, que mostra as correlações encontradas entre os parâmetros microbiológicos e os físico-químicos e químicos nos períodos de verão e inverno.

A partir dessa tabela, observa-se que as correlações variaram sazonalmente. Os coliformes fecais, que no verão apresentaram correlação positiva significativa apenas com enterococos e nitrogênio amoniacal, não mostraram correlação com estas bactérias no inverno, permanecendo a correlação com nitrogênio amoniacal (inclusive aumentando o grau de significância para 99%), e passando a ser influenciadas diretamente também com as concentrações de fósforo (total e dissolvido), nitrito dissolvido e pH (neste caso, a relação é inversa). Destas

correlações no inverno, apenas o nitrogênio amoniacal e o ortofosfato dissolvido foram significativas ao nível de 99%.

Enterococos apresentou correlação com um número maior de parâmetros no verão que no inverno, ao contrário do que observou-se para coliformes. (Tabela 6) No verão observou-se correlações com ortofosfato dissolvido e nitrogênio amoniacal (ambos significativos ao nível de 99%), enquanto que no inverno observou-se correlação com turbidez e ortofosfato dissolvido, porém ao nível de significância de 95%. Nenhum dos parâmetros demonstrou correlação significativa com dados de pluviosidade.

Problemas de poluição por esgotos domésticos sem tratamento também são documentados em outros locais, como na Tailândia, onde um estudo na área metropolitana de Bangkok estimou que 60-70% do esgoto doméstico era lançado no rio Chao Phraya e, eventualmente, no Golfo da Tailândia sem o tratamento prévio (CHEEVAPORN *et al*, 2003).

Tabela 6: Correlação entre enterococos e coliformes –verão/ inverno (N = 33).

		Enterococos	Coliformes
V E R Ã O	Enterococos	1,000	0,582**
	Coliformes	0,582**	1,000
	Turbidez	-0,307	-0,195
	pH	-0,091	-0,130
	N amoniacal	0,632**	0,385*
	NO ₂	0,047	0,308
	PO ₄ ³⁻	0,618**	0,255
	Pt	0,274	0,304
I N V E R N O	Enterococos	1,000	0,076
	Coliformes	0,076	1,000
	Turbidez	0,401*	-0,130
	pH	0,341	- 0,432*
	N amoniacal	0,288	0,631**
	NO ₂	0,160	0,345*
	PO ₄ ³⁻	0,354*	0,565**
	Pt	0,192	0,372*

* Correlação significativa em nível de 95%

** Correlação significativa em 99% de confiança

Semelhantemente, no Mediterrâneo, o rápido e incontrolável desenvolvimento das áreas costeiras para acomodar o turismo em massa resultou em deterioração da qualidade da água dos corpos d'água adjacentes, como um resultado do aumento do lançamento de esgoto municipal, causando níveis de poluição moderada a

severa (KAMIZOULIS e SALIBA, 2003). Outro exemplo é o caso do estuário do rio Pearl, na China. Conforme Huang *et al* (2003), mais de 70% do esgoto doméstico no delta do Pearl (China) não é tratado, e é lançado no rio ou diretamente na água costeira.

A menos que sérias providências sejam tomadas, a poluição por esgotos causará ainda mais prejuízos ambientais, econômicos e sociais à toda população mundial, alguns deles irreversíveis. É preciso que se faça um rígido programa de gerenciamento nestas áreas, com instalação de unidades de tratamento e monitoramento constante do corpo receptor, para garantir a saúde pública e a boa qualidade do ambiente.

7 CONCLUSÃO

- As concentrações de nitrogênio amoniacal apresentaram-se bastante altas na estação mais próxima à fonte pontual de efluentes domésticos, diminuindo à medida que se afasta da fonte pontual. O ambiente está comprometido em relação à amônia, quando considerada a portaria da SEAMA nº 7/92, a qual é mais restritiva que a resolução CONAMA nº 357/2005, em relação a esse parâmetro.
- As concentrações de nitrito dissolvido estiveram sempre muito abaixo do limite estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005, mostrando um não comprometimento do ambiente em relação a esse parâmetro, à exceção de uma amostra no inverno.
- As concentrações de nitrato dissolvido mostraram estar devidamente enquadradas na Resolução CONAMA nº 357/2005 em todas as amostras.
- As concentrações de nutrientes normalmente diminuíram da estação 12 em direção à 14
- As bactérias do grupo coliformes foram influenciadas no verão pelo nitrogênio amoniacal e no inverno pelo nitrito dissolvido, ortofosfato dissolvido, fósforo total, nitrogênio amoniacal e inversamente pelo pH
- As bactérias do grupo enterococos também foram influenciadas no verão pela concentração de nitrogênio amoniacal dissolvido e também pelo ortofosfato dissolvido, e no inverno pela turbidez e pelo ortofosfato dissolvido
- Baseada principalmente nas concentrações de nitrogênio amoniacal, que é um forte indicador de poluição, pode-se dizer que a qualidade das águas da Praia da Curva da Jurema é inadequada para a utilização que a população

faz da mesma, sendo necessário um investimento (de planejamento, educacional e financeiro) no saneamento básico de toda a área que é abrangida pela rede coletora que flui para essa praia.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUMGARTEN, M.G.C; ROCHA, Jusseli M. B.; NIENCHESKI, Luís F. H. **Manual de análises em Oceanografia Química**. Rio Grande: Ed. Furg, 1996.

BAUMGARTEN, M. G.; POZZA, S. A. **Qualidade de Águas**: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande: Ed. Furg, 2001.

BRAGA, E. S. **Bioquímica Marinha e efeitos da poluição nos processos bioquímicos**. São Paulo: FUDESPA, 2002.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 53, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58.

CHAPMAN, Deborah. **Water quality Assesment**: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. London:Chapman & Hall, 1992.

CHEEVAPORN, Voravit; MENASVETA, Piamsak. **Water pollution and habita degradation in the Gulf of Thailand**. Marine Pollution Bulletin, Thailand, 47, 43-51, 2003.

CONTI, Edlamara. Prefeitura lança edital de licitação da Curva da Jurema. 2004.

Disponível em:

<<http://www.vitoria.es.gov.br/secretarias/sedec/bmlicitacaojurema.htm>> Acesso

em: 10 jul. 2004.

DALFIOR, J. S; SANT' ANNA, R. O. **Variabilidade da Concentração de Coliformes Fecais na Praia da Curva da Jurema**. Monografia (Graduação em

Tecnologia em Saneamento Ambiental) Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo (CEFETES), Vitória, 2004.

ELOFSSON, Katarina. **Management of eutrophicated coastal ecosystems: a synopsis of the literature with emphasis on theory and methodology.** Ecological Economics. Sweden, 47, 1-11, 2003.

ESPÍRITO SANTO. Portaria SEAMA Nº 07, de 17 de Março de 1992. Estabelece padrões de qualidade ambiental para águas salinas para parâmetro Amônia Não Ionizável e Amônia Total. Vitória, 17 de março de 1992.

GAZE, F. N. **Tempo de residência na baía do Espírito Santo.** Monografia (Graduação em Oceanografia) Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, 2005.

HUANG, X. P.; HUANG, L.M.; YUE, W. Z. **The characteristics of nutrient and eutrophication in the Pearl River estuary, South China.** Marine Pollution Bulletin, China, 47, p.30-36, 2003.

KAMIZOULIS, George; SALIBA, Louis. Development of coastal recreational water quality standards in the Mediterranean. **Enviromental international.** Greece, 30, 841-854, 2003.

KENNISH, M. J. Practical Handboobk of Estuarine and Marine Pollution. New Jersey: CRC Press, 1997.

LIEBES, S. M. **An Introdtion to Marine Biogeochemistry.** John Wiley & Sons: Singapore. 1992. 734 p.

MARQUES JR, Aguinaldo; MORAES, Rosane; MAURAT, Maria C. Poluição Marinha. In: **Biologia Marinha.** Rio de Janeiro: Interciência, 2002. Cap. 14, p. 311-334.

MENEZES, G. **Modelagem de correntes residuais na baía do Espírito Santo**. Monografia (Graduação em Oceanografia) Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, 2005.

MWASHOTE, BENJAMIN M.; JUMBA, ISAAC O. **Quantitative aspects of inorganic nutrient fluxes in the Gazi Bay (Kenya): implications for coastal ecosystems**. Marine Pollution Bulletin. Kenya, 44, p. 1194 -1205, 2002.

NORUSIS, M.J. _ **SPSS for Windows**. _ Base System User's Guide, Release 6.0, 1993.

PARANHOS, R. **Alguns métodos para análise de água**. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1996.

RICHARDSON, Katherine; Jørgensen, Bo B. Eutrophication: definition, history and effects. In: **Coastal and estuarine studies: eutrophication in coastal marine ecosystems**. New York: American Geophysical Union, 1996. Cap. 1, p.1-19.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry**. Freeman Inc.: San Francisco, 1981.

VALDERRAMA, J. C. **The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters**. Marine Chemistry, 10:109-122, 1981.

WHITE, D. L.; PORTER, D. E.; LEWITUS^a J. **Spatial and temporal analyses of water quality and phytoplankton biomass in a urbanized versus a relatively pristine salt marsh estuary**. Journal of experimental marine biology and ecology, 19, p. 255-273, 2004.

ANEXO 1

ANEXO 2

PORTARIA SEAMA Nº 07, de 17 de Março de 1992

Estabelece padrões de qualidade ambiental para águas salinas para parâmetro Amônia Não Ionizável e Amônia Total.

O SECRETÁRIO DE ESTADO PARA ASSUNTOS DO MEIO AMBIENTE, no uso de suas atribuições que lhe confere o Artigo 5º, incisos III e XXV da Lei 4.126 de 22 de julho de 1988, tendo em vista o que consta do Processo Administrativo - SEAMA nº 0403/92 e,

- Considerando que critério de qualidade de água é a concentração específica de um poluente, determinada à partir de um sólido banco de dados científicos, acima da qual podem ocorrer efeitos adversos ou nocivos desse poluente no uso da água pelo homem e pela biota aquática;

- Considerando que além de um banco de dados confiável, outros princípios devem ser seguidos para se estabelecer um critério de qualidade de água, como por exemplo, se proteger a espécie aquática mais sensível;

- Considerando os efeitos adversos à fauna e flora aquática e a necessidade de se garantir a qualidade das águas salinas.

RESOLVE:

Art. 1º - Estabelecer padrões de qualidade ambiental para águas salinas para parâmetro Amônia Não Ionizável e Amônia Total:

a) Valor Máximo Admissível para Amônia Não Ionizável

- **0,01 mg/l NH₃ - (VMAA)**

b) Valor Máximo Recomendado para Amônia Não Ionizável

- **0,004 mg/l MH₃ - (VMRA)**

c) Valor Máximo Admissível para Amônia Total (VMAAT)

- **0,25 mg/l - (VMAAT)**

d) Valor Máximo Recomendado para Amônia Total (VMRAT)

- **0,05 mg/l N - (VMRAT)**

Art. 2º - Será considerado "comprometimento do corpo receptor pela Amônia se, pelo menos em um local de análise houver violação de um dos valores máximos (VMAA ou VMAAT) acima de 10% de violação.

Parágrafo único - Para efeito de cálculo do percentual de violação do VMAA e VMAAT será utilizado o seguinte critério: 10% violação do VMAA/VMAAT = nº de dados acima do VMAA/VMAAT - nº total de dados.

Art. 3º - O corpo receptor será considerado "em vias de saturação ambiental em relação ao comprometimento pela "Amônia", se não houver violação dos valores máximos admissíveis, porém ocorra violação de um dos valores máximos recomendados (VMRA ou VMRAT).

Art. 4º - Implantado o Sistema de Tratamento de Efluentes Líquidos, desde que utilizada a melhor tecnologia e caso não sejam alcançados os padrões fixados por esta Portaria, o agente poluidor, responsável pela emissão, poderá realizar Estudo Prévio de Impacto Ambiental objetivando demonstrar o não comprometimento do corpo receptor.

Parágrafo único - Caso seja comprovado o não comprometimento do corpo receptor, a SEAMA - Secretaria de Estado para Assuntos do Meio Ambiente poderá autorizar o lançamento, acima dos limites estabelecidos.

Art. 5º - Esta portaria, entra em vigor à partir da data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

APÊNDICE A

Concentração ($\mu\text{g/L}$) de N-amoniaco nas 3 estações de coleta- verão/inverno.

Data	Estações Amostras		
	12	13	14
08/fev	38,62	15,05	-
15/fev	90,27	59,26	-
22/fev	-	-	-
29/fev	649,11	30,25	54,33
07/mar	1144,7	65,66	60,88
14/mar	73,93	44,49	72,3
21/mar	72,5	16,18	54,49
28/mar	359,88	71,87	-
04/abr	132,6	482,12	-
11/abr	362,94	9,2	22,19
18/abr	2571,6	116,03	128,85
11/jul	232,71	86,62	48,92
18/jul	23,01	1,92	-
25/jul	-	-	-
01/ago	8,27	0	31,28
08/ago	91,24	50,2	108,14
15/ago	-	84	59,86
22/ago	820,32	4,33	149,19
29/ago	18,82	-	33,31
05/set	284,38	33,3	-
12/set	1204,17	122,62	47,8
19/set	542,69	26,06	45,38

APÊNDICE B

Concentração ($\mu\text{g/L}$) de nitrito dissolvido nas 3 estações de coleta – verão/inverno.

Data	Estações Amostrais		
	12	13	14
08/fev	13,11	13,11	13,39
15/fev	14,24	14,53	13,25
22/fev	13,25	13,53	13,25
29/fev	13,96	13,53	13,39
07/mar	15,13	12,22	12,38
14/mar	15,78	12,87	14,16
21/mar	20,47	15,13	15,13
28/mar	19,82	15,29	3,65
04/abr	17,39	3,65	15,78
11/abr	7,46	8,93	8,56
18/abr	8,93	5,99	5,26
11/jul	18,44	16,79	20,08
18/jul	18,09	17,12	18,17
25/jul	17,19	16,66	17,38
01/ago	19,16	18,63	18,57
08/ago	18,24	18,37	18,76
15/ago	16,53	83,77	18,44
22/ago	19,62	17,65	19,36
29/ago	17,19	16,99	17,97
05/set	19,75	18,76	18,24
12/set	18,9	18,5	5,8
19/set	18,04	19,82	18,04

APÊNDICE C

Concentração ($\mu\text{g/L}$) de nitrato dissolvido nas 3 estações de coleta do verão

Data	Estações Amostrais		
	12	13	14
08/fev	100,05	100,2	99,34
15/fev	98,64	98,54	99,95
22/fev	100,9	101,14	100,49
29/fev	99,06	99,07	98,76
07/mar	106,34	107,88	106,28
14/mar	102,82	105,87	104,04
21/mar	100,5	105,59	105,02
28/mar	65,11	69,34	78,28
04/abr	73,68	84,78	73,07
11/abr	76,81	73,54	74,52
18/abr	73,48	76,25	77,3

APÊNDICE D

Concentração de nitrogênio total nas 3 estações de coleta –verão/inverno.

Data	Estações Amostrais		
	12	13	14
08/fev	725,38	655,05	694,28
15/fev	691,87	674,33	686,29
22/fev	649,73	641,09	664,36
29/fev	657,84	736,82	648,4
07/mar	686,96	677,65	654,39
14/mar	680,35	663,65	671,06
21/mar	-	636,28	624,09
28/mar	671,06	647,53	649,75
04/abr	518,51	642,22	534,2
11/abr	-	652,14	652,14
18/abr	712,22	700,25	718,2
11/jul	725,38	655,05	694,28
18/jul	691,87	674,33	686,29
25/jul	649,73	641,09	664,36
01/ago	657,84	736,82	648,4
08/ago	686,96	677,65	654,39
15/ago	680,35	663,65	671,06
22/ago	-	636,28	624,09
29/ago	671,06	647,53	649,75
05/set	518,51	642,22	534,2
12/set	-	652,14	652,14
19/set	712,22	700,25	718,2

(-) : falha no procedimento de análise.

APÊNDICE E

Concentração ($\mu\text{g/L}$) de ortofosfato dissolvido nas 3 estações de coleta –
verão/inverno

Data	Estações Amostrais		
	12	13	14
08/fev	0	13,49	9,08
15/fev	0	0	0
22/fev	6,14	14,96	0
29/fev	61,99	0	0
07/mar	70,05	46,38	47,23
14/mar	45,24	47,23	14,76
21/mar	16,97	44,95	44,95
28/mar	25,09	16,23	21,4
04/abr	20,29	30,26	22,14
11/abr	25,46	21,03	15,49
18/abr	112,6	23,62	17,34
11/jul	41,8	35,49	39,04
18/jul	42,19	32,73	35,1
25/jul	29,19	27,21	34,31
01/ago	38,65	39,43	37,46
08/ago	40,22	38,65	37,07
15/ago	26,82	37,46	34,7
22/ago	69,39	37,07	41,8
29/ago	33,52	32,73	33,25
05/set	46,53	35,89	34,7
12/set	70,57	33,13	37,07
19/set	48,89	33,52	35,1

APÊNDICE F

Concentração de fósforo total nas 3 estações de coleta – verão/inverno.

Data	Estações Amostrais		
	12	13	14
08/fev	30,56	102,22	73,89
15/fev	105,83	64,09	65,63
22/fev	82,64	71,82	82,64
29/fev	149,12	45,54	50,17
07/mar	116,65	110,96	141,39
14/mar	78	59,45	54,81
21/mar	40,54	39,3	33,11
28/mar	119,74	28,16	23,89
04/abr	47,97	43,02	36,86
11/abr	59,12	38,06	43,02
18/abr	190,4	60,36	24,44
11/jul	77,06	50,14	57,75
18/jul	77,05	50,73	32,42
25/jul	19,14	38,44	40,2
01/ago	37,75	55,99	38,44
08/ago	84,07	48,98	52,48
15/ago	45,54	45,55	428,26
22/ago	105,49	45,54	60,91
29/ago	53,23	111,64	45,54
05/set	82,43	45,54	34,79
12/set	249,97	47,08	42,47
19/set	142,38	77,82	36,32