

## 3.2 MEIO BIÓTICO

### 3.2.1 ECOSISTEMAS TERRESTRES

#### 3.2.1.1 Flora e Vegetação

##### 3.2.1.1.1 Caracterização Geral da Vegetação

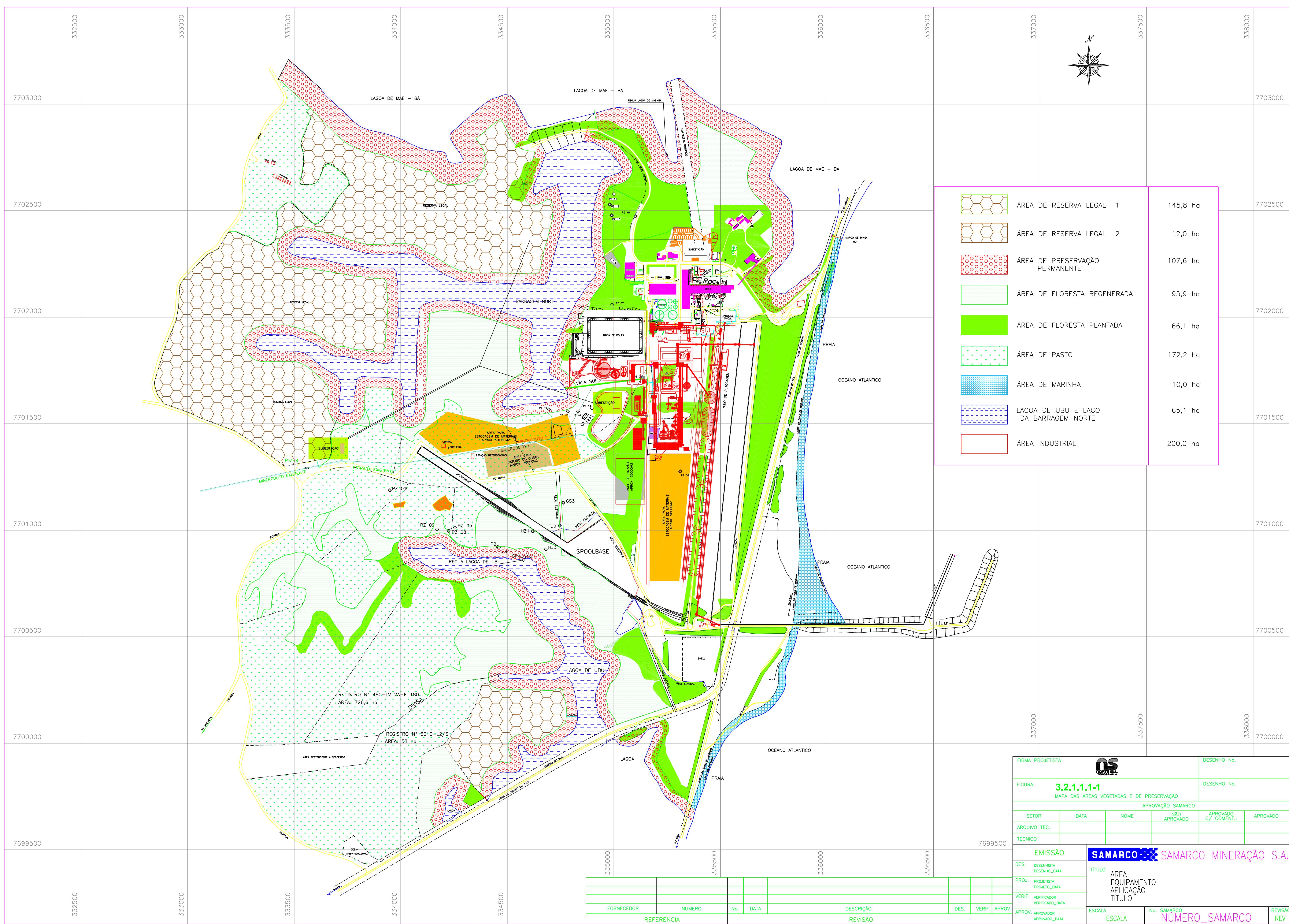
A área ocupada atualmente pelo Complexo Industrial da SAMARCO era originalmente coberta por diferentes formações vegetais, conhecidas como mata de Tabuleiros e seus ecossistemas associados, como a restinga e os manguezais. Ainda hoje existem alguns vestígios dessas formações que servem de testemunhos.

O Projeto RADAMBRASIL inclui esta área nas zonas de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e na área de formações pioneiras. A mata dos Tabuleiros ocorre sobre a litologia Terciária da formação Barreiras, delimitada de um modo geral numa faixa de 0 a 60 dias seco por ano.

No passado, a ocupação da área foi feita para exploração de madeira existente e em seguida para formação de pastagens. Recentemente, a empresa adquiriu extensas áreas contíguas ao complexo industrial, sendo que essas áreas estavam ocupadas por atividades pastoris e de reflorestamento.

Atualmente a vegetação natural observada na área da SAMARCO é caracterizada pelos remanescentes de Mata Atlântica em estágios secundários, principalmente em trechos planos, denominados platôs e ao redor das lagoas existentes e de resquícios de restinga contígua a trechos da praia. Juntamente com os remanescentes nativos, observam-se ainda extensas áreas de pasto e plantios entremeados por instalações industriais.

A área total da SAMARCO soma cerca de 874,70 hectares, sendo que estudos realizados por JESUS (1988) e EQUILIBRIUM (1999) indicam a existência de 361,30 hectares com vegetação em estágio secundário, destinados como área de Reserva Legal (RL) e de Preservação Permanente (APP), em atendimento à legislação ambiental. Soma-se ainda 66,10 hectares revegetados com espécies de rápido crescimento, através de programas de reflorestamento ambiental. Uma área de 172,20 hectares foi incorporada pela empresa decorrente da compra de propriedades com pastagens. A Figura 3.2.1.1.1-1 ilustra a localização dessas áreas.



## ♦ CARACTERIZAÇÃO DOS REMANESCENTES FLORESTAIS

Com base nos estudos realizados por JESUS (1988) e EQUILIBRIUM (1999), e a partir de visita de campo realizada para o presente estudo são apresentadas as descrições das formações florestais existentes na área da SAMARCO.

### a) Vegetação em Estágio Inicial – Macegas e Capoeirinha

Apresenta-se com fisionomia de porte herbáceo–arbustivo, aberta, cujas espécies arbóreas podem atingir 4 metros de altura. O diâmetro médio à altura do peito (DAP) alcança 6 cm e quando somados os indivíduos com  $DAP \geq 10$  cm, a área basal é menor do que  $10 \text{ m}^2/\text{hectare}$ . Nessa formação observam-se poucas epífitas e as trepadeiras são predominantemente herbáceas. A serrapilheira apresenta-se em uma camada fina e pouco decomposta.

As principais espécies arbóreas encontradas nessa fisionomia são: *Schinus terebinthifolius* (aroeira branca), *Tapirira guianensis* (cedro branco), *Xylopia sericea* (pindaíba), *Hymanthus phageodenicus* (orelha de elefante), *Peschiera laeta* (leiteira), *Gochnatia polymorpha* (camará), *Sparattosperma leucanthum* (cinco-folhas), *Tabebuia* sp. (ipê), *Zeyheria tuberculosa* (ipê felpudo), *Protium heptaphyllum* (amescla), *Cecropia pachystachya* (embaúba), *Inga fagifolia* (ingazinho), *Zanthoxylum rhoifolium* (laranjinha do mato). Dentre as espécies arbustivo-herbáceas, destacam-se: *Allagoptera arenaria* (guriri), *Attalea humilis* (pindoba), *Imperata brasiliensis* (sapê), *Croton glandulosus* (gervão branco), *Machaerium hirtum* (jacarandazinho), *Byrsonima sericea* (murici), *Myrsine* sp. (capororoca), *Psidium* sp. (araçá), *Paspalum maritimum* (capim pernambuco), *Panicum maximum* (capim colonião) e *Trema micrantha* (gurindiba).

### b) Vegetação em Estágio Médio – Capoeira

Nesta fisionomia a floresta apresenta-se predominantemente com espécies arbóreas, as copas já se fecham, há uma maior presença de epífitas e as trepadeiras são lenhosas e herbáceas. A serrapilheira é mais espessa e o sub-bosque atinge 2 metros de altura. O estrato médio da floresta alcança 6 metros com espécies emergentes podendo atingir 14 metros de altura. O diâmetro (DAP) médio é de 8 cm e o máximo em torno de 34 cm. A área basal, para os indivíduos com  $DAP \geq 10$  cm gira em torno de  $10-18 \text{ m}^2/\text{hectare}$ .

As principais espécies arbóreas observadas são *Andira* sp. (angelim), *Casearia sylvestris* (cafezinho), *Ocotea* sp. (canela), *Byrsonima sericea* (murici), *Schinus terebinthifolius* (aroeira branca), *Cupania* sp. (camboatã) e *Gochnatia polymorpha* (camará).

### c) Vegetação em Estágio Avançado – Capoeirão

É o estágio da floresta secundária onde, do ponto de vista fisionômico há predominância absoluta do estrato arbóreo, cobertura fechada, maior presença de epífitas que no Estágio Médio, trepadeiras lenhosas e herbáceas, serrapilheira mais espessa, com sub-bosque de até 3 metros de altura, e estrato superior médio de 8 m, com árvores emergentes atingindo 18 metros. O diâmetro mínimo de 1,6 cm (DAP), médio de 10 cm e máximo de 55 cm. Quando considerado o DAP (diâmetro à altura do peito) maior ou igual a 10 cm, a área basal ficou entre 18-30 m<sup>2</sup>/ha, diâmetro médio 19 cm e altura média 9 m. Os estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo são bem distintos, apresentando em alguns trechos indivíduos remanescentes da Mata Atlântica original, mas com forte perturbação na sua estrutura e composição. Composta principalmente por árvores como *Inga fagifolia* (ingazinho), *Guarea guiidonia*, *Gochnatia polymorpha* (camará), *Scleria* sp. (navalha de macaco), *Olyra* sp., *Tillandsia stricta* (bromélia), *Tillandsia gardneri* (bromélia), *Tillandsia usneoides* (barba-de-velho), *Cupania* sp. (camboatã), *Xylopia sericea* (pindaíba), *Protium heptaphyllum* (almescla), *Myrsine umbellata* (capororoca), *Zeyheria tuberculosa* (ipê felpudo), *Erythroxylum* sp., *Byrsonima sericea* (murici), dentre outras.

### d) Vegetação em Áreas Alagadas - Brejos

Esta formação vegetal ocorre sobre solos hidromórficos, com nascente e/ou lâmina de água na superfície. A vegetação é de porte arbustivo-arbóreo, composta principalmente por *Tabebuia* aff. *cassinooides* (pau tamanco), *Scleria latifolia*, epífitas como *Aechmea nudicaulis*, *Neoregelia pascoaliana*, *Tillandsia stricta* (bromélia), *Tillandsia gardneri* (bromélia) e *Anthurium pentaphyllum*. É denominada de mata de brejo, com altura média de 7 m e com plantas emergentes de 11 m, diâmetro mínimo de 1,6 cm (DAP), médio de 8 cm e máximo de 15 cm. As áreas brejosas dominadas por vegetação herbácea são denominadas de brejo herbáceo, atingem altura de 2,5 m além de emergentes, constituídas principalmente por representantes das famílias Cyperaceae (tiriricas), Blechnaceae (samambaias) e das espécies *Scleria* sp. (navalha de macaco), *Scleria latifolia*, *Cecropia pachystachya* (embaúba), e principalmente *Typha dominguensis* (taboa), dentre outras.

### e) Vegetação de Restingas

A faixa de Restinga, entre o Oceano Atlântico e a Rodovia do Sol é estreita, composta pela formação halófila-psamófila cuja vegetação é rasteira não atingindo mais que 0,50 m de altura, composta principalmente por *Ipomoea pes-capre*, *Canavalia rosea*, *Stenotaphrum secundatum*, *Paspalum vaginatum*, *Panicum maximum*, dentre outras. Está representada também pela mata de restinga, localizada em dois trechos à esquerda da rodovia do Sol (sentido área industrial - Guarapari), diâmetro mínimo de 1,6 cm (DAP), médio de 5 cm, máximo de 39 cm, altura mínima de 2 m, média de 4 m, máxima de 8 m. Quando considerado DAP (diâmetro a altura do peito) maior ou igual a 10 cm, a área basal ficou entre 10-18 m<sup>2</sup>/ha, diâmetro médio 14 cm e altura média 6 m. Composta principalmente por *Byrsonima sericea* (murici), *Pera glabra*, *Andira fraxinifolia* (angelim), *Protium heptaphyllum* (almescla) e *Myrsine umbella* (capororoca).

## ♦ OS PLANTIOS NAS ÁREAS INDUSTRIAIS

No interior da área industrial, no entorno das instalações, equipamentos e vias de acesso, existe uma vegetação que foi plantada objetivando a contenção da erosão, quebra-vento e paisagismo, atingindo em alguns casos mais de 15 metros de altura. A seguir são listadas as espécies mais comuns observadas nas áreas reflorestadas: *Acacia auriculiformis* (acácia), *Acacia mangium* (*mangio*), *Terminalia cattapa* (amendoeira), *Schinus terebinthifolius* (aroeira branca), *Casuarina* spp. (casuarina), *Joannesia princeps* (boleira), *Anarcardium occidentale* (caju), *Eucalyptus* spp. (eucalipto), *Leucaena leucocephala* (leucena), *Bauhinia forficata* (unha de vaca), *Mimosa caesalpinipholiae* (sabiá).

### 3.2.1.1.2 Avaliação da Vegetação a ser Suprimida

A implantação da Terceira Pelotização ocorrerá em áreas cuja cobertura vegetal é predominantemente composta por árvores plantadas ao longo dos últimos 10 anos, constituindo-se parte do Cinturão Verde da SAMARCO.

## ♦ METODOLOGIA APLICADA

Para realização do cálculo do volume de madeira a ser suprimida foi realizado um inventário fitossociológico nas três áreas onde estão previstas as maiores supressões da vegetação, para a construção de instalações e equipamentos. As áreas inventariadas encontram-se revegetadas com espécies que não são do ecossistema local, representadas principalmente por leucenas, eucalipto e acárias.

As áreas inventariadas, os tamanhos de parcelas e a intensidade amostral são apresentados a seguir:

### ▪ Área 1 – Área de Expansão do Pátio de Minério

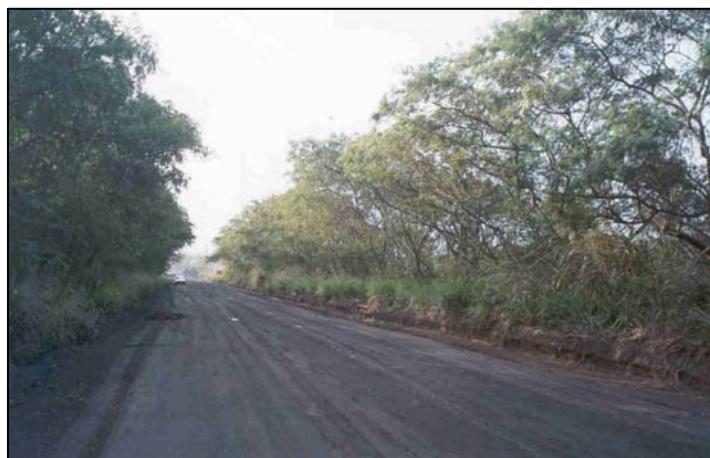
Neste local foram amostradas cinco (5) parcelas de 200 metros quadrados onde foram medidos todos os indivíduos com CAP > 5 cm. Foi estimada ainda a altura total de cada árvore, utilizado no cálculo do volume cilíndrico individual, por parcela e por hectare. As Figuras 3.2.1.1.2-1, 3.2.1.1.2-2 e 3.2.1.1.2-3, logo a seguir ilustram o local inventariado.

### ▪ Área 2 – Área de Expansão do Restaurante

O local previsto para expansão do restaurante que servirá para fornecimento de alimentos para os empregados durante a obra constitui-se em um bosque de eucaliptos e acárias em cujo sub-bosque são desenvolvidas atividades de educação ambiental. Nesse local, devido à área a ser desmatada, foram inventariadas duas (2) parcelas de 250 metros quadrados onde foram medidos todos os indivíduos com CAP > 5 cm. Foi estimada ainda a altura total de cada árvore, utilizado no cálculo do volume cilíndrico individual, por parcela e por hectare.



**Figura 3.2.1.1.2-1: Vista geral, do interior do pátio atual, da vegetação (ao fundo) a ser suprimida.**



**Figura 3.2.1.1.2-2 – Vista detalhada da vegetação – leucenas, existente na área. O futuro pátio irá ocupar, além da atual estrada, a vegetação das suas margens.**

**Figura 3.2.1.1.2-3: Detalhe da equipe de medição durante os trabalhos de campo.**





**Figura 3.2.1.1.2-4:** Vista geral da vegetação, com predomínio de acácia, no local previsto para a expansão do restaurante.

#### ■ Área – Área da Expansão.

Á área prevista encontra-se ocupada por árvores de eucalipto e acáias, plantadas a cerca de 5 anos. Nesse local, devido à área a ser desmatada, foram inventariadas três (3) parcelas de 300 metros quadrados onde foram medidos todos os indivíduos com CAP > 5 cm. Foi estimada ainda a altura total de cada árvore, utilizado no cálculo do volume cilíndrico individual, por parcela e por hectare.



**Figura 3.2.1.1.3-5:** Vista geral da cobertura florestal e em detalhe a trena delimitadora das parcelas do inventário florestal.

### 3.2.1.1.3 Resultados do Estudo Fitossociológico

#### ♦ **COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA**

As áreas inventariadas encontram-se revegetadas por árvores plantadas no programa Cinturão Verde e constituem-se basicamente em espécies introduzidas, sendo observadas também algumas espécies regionais plantadas. As espécies observadas nas parcelas inventariadas são apresentadas na Tabela 3.2.1.1.3-1, logo a seguir.

Tabela 3.2.1.1.3-1: Espécies observadas nas parcelas inventariadas durante o estudo fitossociológico.

NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO
Acácia 1	<i>Acacia auriculiformis</i>
Acácia 2	<i>Acacia mangium</i>
Aleluia	Indet.
Ameixa amarela	Indet.
Amescla	<i>Protium sp.</i>
Angico	<i>Peltophorum dubium</i>
Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i>
Cássia	<i>Cassia ferruginea</i>
Casuarina	<i>Casuarina sp.</i>
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>
Eritrina	<i>Erythrina fusca</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>
Faveira	<i>Parkia sp.</i>
Ipê rosa	<i>Tabebuia rosea</i>
Leucaena	<i>Leucaena sp.</i>
Louro	<i>Cordia trichotoma</i>
Mululo	<i>Aegiphila sellowiana</i>
Murici	<i>Byrsinima sericeae</i>
Pindaíba	<i>Xylopia sp.</i>

#### ♦ **DADOS DO INVENTÁRIO FITOSSOCIOLOGICO**

Os dados contidos na Tabela 3.2.1.1.3-2 atestam o estágio de desenvolvimento das árvores, destacando-se os plantios mais antigos localizados na Área 2, próxima ao restaurante, cujos valores são superiores às demais áreas, fato devido principalmente à idade do plantio, mas também pelas espécies plantadas, no caso, acácas e eucaliptos, o que deve ter contribuído para os valores superiores.

Tabela 3.2.1.1.3-2: Dados de Diâmetro Médio a Altura do Peito (DAP) e Altura Média Total (HT) obtidos durante o estudo fitossociológico.

Área	DAP (cm)	HT (m)
Área 1	9,82	7,79
Área 2	12,27	13,89
Área 3	8,75	6,81
<b>Média</b>	<b>10,28</b>	<b>9,50</b>

O número de indivíduos por hectare é função direta do espaçamento de plantio adotado sendo que na área dois o valor observado aproxima-se do espaçamento de 2x2 metros utilizados. Na área 1, nos plantios de leucena, a alta taxa de mortalidade e regeneração natural praticamente desconfigurou os espaçamentos iniciais. Na Área 3, de plantio mais recente, o espaçamento adotado já foi amplo, refletindo os valores observados (Tabela 3.2.1.1.3-3).

Tabela 3.2.1.1.3-3: Número de Plantas por Parcela e por Hectare obtidos durante o estudo fitossociológico.

ÁREA	Nº DE INDIVÍDUOS	
	Parcela	Hectare
Área 1	43	2.175
Área 2	62	2.480
Área 3	52	1.711
Média	53	2.122

Os resultados obtidos para a análise da Área Basal (Tabela 3.2.1.1.3-4) confirmam as conclusões a partir dos parâmetros de DAP e HT analisados anteriormente, e indicam que o maior volume cilíndrico de madeira a ser suprimida ocorrerá na Área 2 cujo plantio é o mais antigo e com as plantas em estágio avançado de desenvolvimento.

Tabela 3.2.1.1.3-4: Dados de Área Basal (m<sup>2</sup>/ha) por parcela e por hectare obtidos durante o estudo fitossociológico.

LOCAL	ÁREA BASAL	
	Parcela	Hectare
Área 1	0,41	16,27
Área 2	0,84	33,70
Área 3	0,40	13,21
Média	0,55	21,06

♦ **ÁREA DE VEGETAÇÃO A SER SUPRIMIDA E ESTIMATIVA DO VOLUME CILÍNDRICO DE MADEIRA A SER GERADO.**

As áreas onde ocorrerá a supressão da vegetação são apresentadas na Figura 3.2.1.1.3-1, logo a seguir e foram obtidas a partir do lay-out da Usina III.

O volume estimado de material a ser gerado com o corte das árvores foi calculado com base nas estimativas da área basal obtida e a nesse valor foi acrescido 5% referente a galhos e finos.

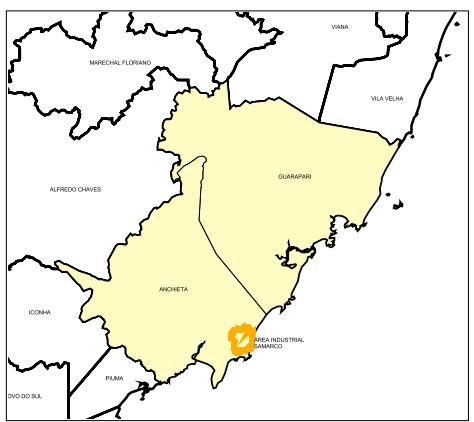
Para efeito do cálculo do volume cilíndrico foram utilizados os seguintes parâmetros

■ Diâmetro à Altura do Peito (DAP) médio	10,28 cm
■ Altura total (Ht) média	9,50 m
■ Número médio de plantas	2.122 ha
■ Área basal (AB) média	21,06 m <sup>2</sup> /ha
■ Área a ser suprimida	15,9 ha

Com base nos parâmetros acima se estima um volume total de 3.340 m<sup>3</sup> de madeira a ser gerado nas áreas a terem vegetação suprimida.

#### 3.2.1.1.4 Espécies Raras e/ou em Extinção

Não foram encontradas espécies raras e/ou ameaçadas de extinção, levando-se em consideração a lista de espécies em extinção do IBAMA - Decreto nº 78 de 05/04/91.



## LEGENDA

- Cursos D'Água
- Limite - Área Industrialização
- Área de Supressão de Vegetação

<b>FONTE DE DADOS :</b>	
BASE DIGITAL DO IBGE IMAGEM DE SATELITE LANDSAT7, 2002 CAMPANHA, CEPEMAR - 2004	
<b>DATUM :</b> Córrego Alegre	<b>PROJEÇÃO :</b> MERIDIANO CENTRAL U.T.M - 39 W
<b>ESCALA GRÁFICA:</b> 10 0 10 KM	<b>PROJETO :</b> EIA - TERCEIRA PELOTIZAÇÃO
<b>ELABORADO POR:</b> MARTA OLIVER	<b>DATA:</b> Set/2004

Figura 3.2.1.1.3-1 : Áreas de Supressão de Vegetação para Implantação da Terceira Pelotização

### 3.2.1.2 Fauna

#### 3.2.1.2.1 Introdução

A fauna de vertebrados terrestres (anfíbios, répteis, aves e mamíferos) da Ponta Ubu e adjacências, onde está localizada a empresa SAMARCO Mineração S.A., pode ser considerada como uma das mais bem conhecidas e estudada do estado do Espírito Santo.

Muitas informações provenientes de alguns Estudos de Impacto Ambiental, Relatórios de Impacto Ambiental, Diagnósticos, Monitoramentos, entre outras pesquisas realizadas, foram coligidas nesta porção do sul do ES – lagoas de Maimbá e de Ubu, Barragem Norte, Córregos Loyola e Belo Horizonte e fragmentos florestais vizinhos (JAAKKO PÖYRY, 1993; LIMNOS, 1994; LIMNOS, 1996; AUDITECH, 1997; LIMNOS, 1998; TEIXEIRA, R. L. & PERRONE, E. C., 1998; PERRONE, E. C. & TEIXEIRA, R. L., 1998; AB-3, 1999; EQUILIBRIUM, 1999; LIMNOS, 2001; CEPEMAR, 2004; FUNDAÇÃO PRÓ-TAMAR, 2004; LOPES, S. A., 2004; SAMARCO, 1999-2004; e TEIXEIRA, R. L.; SCHNEIDER, J. A. P.; ALMEIDA, G. & LOPES, S. A. (no prelo).

No presente relatório é apresentado um diagnóstico sobre a fauna de vertebrados das áreas de influência do projeto da Terceira Pelotização da SAMARCO Mineração S.A., objetivando reunir as informações dispersas nos diversos estudos acima citados e assim subsidiando a avaliação dos impactos ambientais deste empreendimento e as medidas a serem propostas para mitigar possíveis impactos ambientais decorrentes do mesmo.

#### ♦ ÁREAS ESTUDADAS

Devido à utilização da Barragem Norte e, secundariamente, da Lagoa Maimbá como áreas de descarte de água oriunda do processo industrial da SAMARCO, estas foram consideradas como Área de Influência Direta (AID) para os estudo da fauna de anfíbios, pois suas larvas (girinos) estão diretamente associados às margens destes corpos d'água. A Lagoa de Ubu, por não receber efluente e estar fora da área industrial da SAMARCO Mineração S.A., não foi considerada como área de influência do empreendimento. Para os outros grupos de vertebrados terrestres (répteis [exceto tartarugas marinhas], aves [exceto aves marinhas] e mamíferos [exceto cetáceos]), a Área de Influência Direta (AID) do empreendimento foi delimitada como sendo toda a planta industrial da SAMARCO Mineração S.A. e a área de vegetação a ser suprimida para implantação da Terceira Pelotização da empresa (Figura 3.2.1.2.1-1). As demais áreas da empresa, incluindo suas áreas de monitoramento de anfíbios e mamíferos, situadas nos fragmentos florestais mais densos e grotas dos fundos da Lagoa de Maimbá e Barragem Norte, foram consideradas como Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento (Figura 3.2.1.2.1-2).



**Figura 3.2.1.2.1-1: Aspecto geral da vegetação, plantada em 1998, na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento.**



**Figura 3.2.1.2.1-2: Aspecto geral da vegetação nos fundos do reservatório da Barragem Norte (Área de Influência Indireta -AID) do empreendimento.**

#### ♦ **RESULTADO GERAL DE FAUNA**

Foram levantadas 185 espécies de vertebrados terrestres para a área da SAMARCO Mineração S.A., tanto na área industrial como nos remanescentes florestais adjacentes, a partir, principalmente da compilação dos muitos dados secundários disponíveis nas bibliografias anteriormente citadas.

Aves foi o grupo mais especioso, com 125 espécies, seguido por mamíferos com 23, anfíbios com 22 e répteis com 15 espécies.

### 3.2.1.2.2 Anfíbios

#### ♦ ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para o levantamento da fauna de anfíbios, foi realizada compilação de dados secundários (relatórios, “papers” e documentos técnicos): Diagnóstico da Fauna Silvestre na Área de Influência da Usina de Pelotização da Samarco Mineração S/A, Anchieta, ES (Relatórios 1 a 12 da AUDITECH, 1997); TEIXEIRA, R. L. & PERRONE, E. C. 1998 e PERRONE, E. C. & TEIXEIRA, R. L. 1998), o Estudo de avaliação dos Impactos Ambientais relativos à abertura do Canal da Lagoa de Maimbá com o Ecossistema Litorâneo. Condicionante no. 42 - L.O. no. 123/98 (AB-3, 1999), e o Estudo da dinâmica de população de anfíbios da Barragem Norte, Lagoa de Maimbá e Lagoa de Ubu dentro da área de influência da Usina de Pelotização da Samarco Mineração S/A, Anchieta, ES (SAMARCO, 1999 – 2004). Além destas consultadas as seguintes cdas publicações e artigos (no prelo): Biodiversidade e Conservação da fauna em Ponta Ubu, Anchieta, ES. Programa de Educação Ambiental – SAMARCO (LOPES, S. A. 2004), e Comunidade de anfíbios da Barragem Norte, Anchieta, ES, Sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Biologia (TEIXEIRA, R. L.; SCHINEIDER, J. A. P.; ALMEIDA, G. & LOPES, S. A. (no prelo).

#### ♦ RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas 22 espécies de anfíbios anuros, pertencentes a três famílias. A Tabela 3.2.1.2.2-1 traz a listagem com os nomes científicos destas espécies, acompanhados de seus respectivos nomes populares e fontes bibliográficas.

Tabela 3.2.1.2.2-1: Lista das espécies de anfíbios encontradas na área de estudo, com seus respectivos nomes populares e fonte bibliográfica.

FAMÍLIA / ESPÉCIE	NOMES POPULARES	FONTE
<b>Família Bufonidae</b>		
<i>Bufo crucifer</i>	Sapo-cururu; sapo-comum	AUDITECH, 1997 AB-3, 1999 LOPES, 2004
<b>Família Hylidae</b>		
<i>Hyla albomarginata</i>	Perereca-verde	AUDITECH, 1997 AB-3, 1999 LOPES, 2004
<i>Hyla bipunctata</i>	Pererequinha	AB-3, 1999 LOPES, 2004
<i>Hyla branneri</i>	Perereca-amarela	AUDITECH, 1997 AB-3, 1999 LOPES, 2004
<i>Hyla aff. decipiens</i>	Pererequinha	AUDITECH, 1997 AB-3, 1999 LOPES, 2004
<i>Hyla elegans</i>	Perereca-de-moldura	AUDITECH, 1997 LOPES, 2004
<i>Hyla faber</i>	Sapo-ferreiro	AUDITECH, 1997 AB-3, 1999 LOPES, 2004
<i>Hyla minuta</i>	Pererequinha	AB-3, 1999 LOPES, 2004

Tabela 3.2.1.2.2-1: Lista das espécies de anfíbios encontradas na área de estudo, com seus respectivos nomes populares e fonte bibliográfica (Continuação)

FAMÍLIA / ESPÉCIE	NOMES POPULARES	FONTE
<i>Hyla pardalis</i> *	perereca	AUDITECH, 1997
<i>Hyla semilineata</i>	Perereca-dormideira	LOPES, 2004
<i>Scinax alter</i>	Pererequinha	AUDITECH, 1997 AB-3, 1999 LOPES, 2004
<i>Scinax argyreornatus</i>	Pererequinha	AB-3, 1999 LOPES, 2004
<i>Scinax cuspidatus</i>	Pererequinha	AB-3, 1999
<i>Scinax cf. fuscovarius</i>	Perereca-de-banheiro	AUDITECH, 1997 AB-3, 1999 LOPES, 2004
<i>Scinax</i> sp.		AUDITECH, 1997
<i>Sphaenorhynchus planicola</i>	Perereca-da-salvinea	LOPES, 2004
<b>Família Leptodactylidae</b>		
<i>Leptodactylus</i> gr. <i>fuscus</i>	Rã-assoviadeira	AUDITECH, 1997 AB-3, 1999 LOPES, 2004
<i>Leptodactylus</i> gr. <i>ocellatus</i>	Rã-comum; Rã-manteiga	AUDITECH, 1997 AB-3, 1999 LOPES, 2004
<i>Leptodactylus</i> aff. <i>natalensis</i>	Rãzinha	SAMARCO, 2004
<i>Physalaemus</i> sp.	Rãzinha-da-mata	AUDITECH, 1997 LOPES, 2004
<i>Physalaemus aguirrei</i>		AB-3, 1999
<i>Physalaemus crombiei</i>	Rãzinha-da-mata	AB-3, 1999 LOPES, 2004

\* provável erro de identificação.

No estudo mais recente, que monitora a comunidade de anfíbios da Barragem Norte, Lagoa de Mão-Bá e Lagoa de Ubu, dentro da área de influência da usina de pelotização da SAMARCO Mineração S.A. (SAMARCO, 2003), detectou-se que as espécies mais abundantes na margem da Lagoa de Maimbá foram: *Scinax alter* (Figura 3.2.1.2.2-1), *Sphaenorhynchus planicola* e *Hyla semilineata*. Já no reservatório da Barragem Norte, as espécies mais abundantes foram *Hyla* aff. *decipiens*, *Hyla elegans* (Figura 3.2.1.2.2-2) e *Scinax alter*.



Figura 3.2.1.2.2-1: Espécime de *Scinax alter*, uma das espécies de anfíbio anuro mais abundantes na Lagoa de Maimbá.



**Figura 3.2.1.2.2-2: Espécime de *Hyla elegans*, uma das mais belas espécies de anfíbios anuros do Bioma Mata Atlântica, e uma das espécies mais abundantes no reservatório da Barragem Norte.**

De uma forma geral, a fauna de anfíbios anuros detectada na área, em todos as pesquisas já realizadas, é composta por espécies de ampla distribuição geográfica e grande plasticidade ecológica, sendo resistentes a impactos antrópicos e mudanças ambientais.

#### **- RELAÇÃO ANFÍBIOS X BIOMA MATA ATLÂNTICA**

A Mata Atlântica abriga cerca de 340 espécies de anfíbios anuros, das quais mais de 80 são endêmicas de localidades únicas (HADDAD & ABE, 1999). No Estado do Espírito Santo, poucos estudos de longa duração estão disponíveis na literatura a respeito da anurofauna; exceções são os estudos de GASPARINI (2000), no Parque Estadual Paulo Cásar Vinha, PRADO & BORGO (2002) na Reserva Biológica de Duas Bocas, ALMEIDA & GASPARINI (2002) no município de Linhares, e RAMOS & GASPARINI (2004) na região do Goiapaba-Açu, município de Fundão. A maior parte dos inventários refere-se às regiões costeiras, e compreende amostragens pontuais.

Algumas espécies de anfíbios apresentam grande sensibilidade às alterações do meio onde vivem, reagindo rapidamente aos impactos (descaracterizações ambientais ou presença de poluentes), constituindo-se portanto, em animais adequados para utilização como bio-indicadores da qualidade ambiental (q.v. discussão em HEYER *et al.*, 1990). Deste modo, a preservação desses ambientes, somada à manutenção da boa qualidade físico-química dos corpos d'água da região, é vital para a conservação das espécies de anfíbios, e da fauna, de uma forma geral, na área da SAMARCO Mineração S.A.

#### **3.2.1.2.3 Répteis**

##### **♦ ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Para o levantamento das espécies de répteis das áreas de influência do empreendimento, foi realizada compilação dos dados secundários descritos abaixo, além de entrevistas com moradores do entorno imediato.

A fauna de répteis foi pesquisada durante o Diagnóstico da Fauna Silvestre na Área de Influência da Usina de Pelotização da Samarco Mineração S/A, Anchieta, ES. Relatórios 1 a 12 (AUDITECH, 1997; TEIXEIRA, R. L. & PERRONE, E. C. 1997 e PERRONE, E. C. & TEIXEIRA, R. L. 1997), o Estudo de avaliação dos Impactos Ambientais relativos à abertura do Canal da Lagoa de Maimbá com o Ecossistema Litorâneo. Condicionante no. 42 - L.O. no. 123/98 (AB-3, 1999), a Instalação de Base para Montagem de Tubos (*Spool Base*). Licenciamento Ambiental. Parte Terrestre (EQUILIBRIUM, 1999) e o Relatório Físico Financeiro – Convênio Fundação Pró-Tamar e Samarco Mineração S.A. para Implantação da Base Experimental de Anchieta (FUNDAÇÃO PRÓ-TAMAR, 2004). Além da publicação: Biodiversidade e Conservação da fauna em Ponta Ubu, Anchieta, ES. Programa de Educação Ambiental – SAMARCO (LOPES, S. A. 2004).

## ♦ RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas 15 espécies de répteis, pertencentes a nove famílias, que estão dispostas na Tabela 3.2.1.2.3-1, juntamente com seus nomes populares e fontes bibliográficas.

Tabela 3.2.1.2.3-1: Lista das espécies de répteis encontradas na área de estudo, com seus respectivos nomes populares e fontes bibliográficas.

FAMÍLIA / ESPÉCIE	NOMES POPULARES	FONTE
<b>Família Tropiduridae</b>		
<i>Tropidurus gr. torquatus</i>	Calango	AUDITECH, 1997 AB-3, 1999 EQUILIBRIUM, 1999
<b>Família Gekkonidae</b>		
<i>Gymnodactylus darwini</i>	Lagartixa-da-mata	AUDITECH, 1997 AB-3, 1999 EQUILIBRIUM, 1999
<i>Hemidactylus mabouia</i>	Lagartixa-de-parede	AUDITECH, 1997 AB-3, 1999 EQUILIBRIUM, 1999
<b>Família Teiidae</b>		
<i>Ameiva ameiva</i>	Lagarto-verde	AUDITECH, 1997 AB-3, 1999 EQUILIBRIUM, 1999
<i>Tupinambis merianae*</i>	Teiú	AUDITECH, 1997 AB-3, 1999 EQUILIBRIUM, 1999
<b>Família Scincidae</b>		
<i>Mabuya agilis</i>	Víbora, lagartixa-de-vidro	Perrone & Teixeira, 1998 AB-3, 1999
<i>Mabuya</i> sp.	Víbora, lagartixa-de-vidro	Teixeira & Perrone, 1998
<b>Família Amphisbaenidae</b>		
<i>Amphisbaena alba</i>	Cobra-cega, cobra-de-duas-cabeças	LOPES, 2004
<b>Família Boiidae</b>		
<i>Boa constrictor</i>	Jibóia	AB-3, 1999 EQUILIBRIUM, 1999
<b>Família Colubridae</b>		
<i>Helicops carinicaudus</i>	Cobra-d'água	AUDITECH, 1997 AB-3, 1999 EQUILIBRIUM, 1999
<i>Liophis poecilogyrus</i>	Falsa-coral	LOPES, 2004
<i>Liophis miliaris</i>	Cobra-d'água	AB-3, 1999 EQUILIBRIUM, 1999
<i>Philodryas patagoniensis</i>	Cobra-parelheira	AUDITECH, 1997 AB-3, 1999 EQUILIBRIUM, 1999

Tabela 3.2.1.2.3-1: Lista das espécies de répteis encontradas na área de estudo, com seus respectivos nomes populares e fontes bibliográficas. Continuação

FAMÍLIA / ESPÉCIE	NOMES POPULARES	FONTE
<i>Chironius</i> sp.	Cobra-cipó	LOPES, 2004
<b>Família Viperidae</b>		
<i>Bothrops jararaca</i>	Jararaca, Preguiçosa	AB-3, 1999 LOPES, 2004

Legenda= \*Tratado erroneamente em alguns relatórios como *Tupinambis teguixin* (espécie distribuída na região amazônica e não no bioma Mata Atlântica).

Cabe frisar que em entrevistas realizadas com moradores do entorno da área, foi relatada a existência pretérita do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) na região, porém nunca foi comum e desde a década de 80, a espécie não é mais encontrada. Provavelmente, a caça foi tão intensa que extinguiu localmente esta espécie.

Durante os estudos realizados pela EQUILIBRIUM (1999), para a Instalação de Base para Montagem de Tubos (*Spool Base*), licenciamento ambiental da parte terrestre, foi diagnosticado que as espécies de répteis mais abundantes na área foram o calango (*Tropidurus gr. torquatus*, Figura 3.2.1.2.3-1), com 63,1% de freqüência e a lagartixa-de-parede ou taruíra (*Hemidactylus mabouia*, Figura 3.2.1.2.3-2), com 19,3% de freqüência. As demais espécies encontradas na área, também possuem ampla distribuição geográfica, e com exceção das tartarugas-marinhas (tratadas separadamente no tópico 3.2.2.2.4 - Fauna Marinha), apenas duas espécies podem ser consideradas com suas populações em declínio por sofrerem grande pressão de caça: a jibóia (*Boa constrictor* – Figura 3.2.1.2.3-3) e o teiú (*Tupinambis merianae* – Figura 3.2.1.2.3-4).



Figura 3.2.1.2.3-1: Espécime de *Tropidurus gr. torquatus*, a espécie de réptil mais abundante na área.



**Figura 3.2.1.2.3-2:** Espécime de *Hemidactylus maboiua*, espécie exótica, originária do continente africano. Foi a segunda espécie mais abundante encontrada na áreas.



**Figura 3.2.1.2.3-3:** Espécime de *Boa constrictor*, conhecida popularmente por jibóia. É uma espécie de grande porte e que sofre intensa pressão de caça em todo o Brasil.



**Figura 3.2.1.2.3-4:** Espécime de *Tupinambis merianae*, espécie de lagarto de grande porte e corpo robusto. Sua carne, assim como a da jibóia, é muito apreciada.

Na Área de Influência Direta do empreendimento, foram detectadas apenas três espécies de répteis: o calango (*Tropidurus gr. torquatus*), a ameiva (*Ameiva ameiva*) e a taruíra (*Hemidactylus mabouia*). Muito provável que a homogeneidade da vegetação do local (plantada em 1998), somado ao fato da não existência de corpo d'água nas proximidades e do alto tráfego de veículos e máquinas no entorno imediato, contribuem para essa fauna extremamente depauperada na AID do empreendimento.

#### ◆ ***RELAÇÃO RÉPTEIS X BIOMA MATA ATLÂNTICA***

No Brasil, até o momento, são conhecidas aproximadamente 470 espécies de répteis, das quais 197 ocorrem na Mata Atlântica (HADDAD & ABE, 1999). Diversas formas, entretanto, possuem uma ampla distribuição geográfica. As informações sobre a composição de espécies em localidades específicas, entretanto, são pontuais, como o exemplo da Serra do Japi, em São Paulo (SAZIMA & HADDAD, 1992).

O pouco conhecimento a respeito destas comunidades está relacionado aos hábitos fossoriais destes animais (MARQUES *et al.*, 1998), tornando os trabalhos de longa duração, preferencialmente com a utilização de dispositivos de captura (*pitfall-traps*), fundamentais para uma abordagem mais abrangente sobre o grupo.

Diante destas informações, constata-se que a fauna de répteis da região da SAMARCO Mineração S.A. está sub-amostrada, não tendo sido realizado o registro de espécies de ampla distribuição geográfica e bem conhecida de áreas próximas. Espécies fossoriais como os gêneros *Typhlops*, *Leptotyphlops*, *Micrurus*, *Leposternon* e *Elapomorphus* devem ocorrer na área, porém nunca foram registradas por conta da metodologia pouco eficaz no que tange a amostragem desses estratos, nos estudos realizados até então.

### 3.2.1.2.4 Aves

#### ♦ ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para o levantamento da avifauna das áreas de influência do empreendimento, foi realizada compilação de dados secundários (AUDITECH, 1997; TEIXEIRA & PERRONE, 1998; PERRONE & TEIXEIRA, 1998; AB-3, 1999; EQUILIBRIUM, 1999; SAMARCO, 2004 e LOPES, 2004), principalmente os estudos mais recentes realizados pelos pesquisadores Márcia Viegas Greco de Andrade e Marco Antônio de Andrade (SAMARCO, 2004) e Sandrelly Amigo Lopes (2004), além disso foram realizadas entrevistas com moradores do entorno imediato da SAMARCO Mineração S.A.

#### ♦ RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na compilação de dados secundários e entrevistas com moradores do entorno foi registrado um total de 125 espécies de aves continentais, distribuídas em 34 famílias para a Ponta Ubu. (Tabela 3.2.1.2.4-1). Destaca-se que as aves de ambientes marinhos são tratadas em item específico deste documento (3.2.2.2.4 Fauna Marinha – AVES MARINHAS).

Este montante equivale a aproximadamente 8% do total de espécies registradas para o Brasil e cerca de 80% do total de espécies registradas para o Parque Estadual Paulo César Vinha (VENTURINI *et al.*, 1996).

Tabela 3.2.1.2.4-1: Lista das espécies de aves encontradas na localidade Ponta Ubu, onde se localiza a SAMARCO Mineração S. A., seus respectivos nomes populares, ambientes de ocorrência e observações complementares (modificada de SAMARCO, 2004).

FAMÍLIA E ESPÉCIE	NOME COMUM	AMBIENTES				OBS
		Mata Ciliar	Restinga	Aberto / pasto	Aquático	
<b>Família Tinamidae</b>						
<i>Rhynchotus rufescens</i>	Perdiz			x		Ci
<b>Família Podicipedidae</b>						
<i>Tachybaptus dominicus</i>	mergulhão-pequeno				x	
<b>Família Phalacrocoracidae</b>						
<i>Phalacrocorax brasiliensis</i>	biguá				x	Mi
<b>Família Ardeidae</b>						
<i>Ardea cocoi</i>	garça-moura			x		Mi
<i>Casmerodius albus</i>	garça-branca-grande			x		Mi
<i>Egretta thula</i>	garça-branca-pequena			x		Mi
<i>Bubulcus ibis</i>	garça-vaqueira			x		Mi
<i>Butorides striatus</i>	socozinho, socó-mirim				x	
<i>Pilherodius pileatus</i>	garça-real			x		Mi
<i>Tigrisoma lineatum</i>	soco-boi-ferrugem			x		
<b>Família Cathartidae</b>						
<i>Cathartes aura</i>	urubu-caçador			x		
<i>Cathartes burrovianus</i>	urubu-de-cabeça-amarela, urubu-rei			x		
<i>Coragyps atratus</i>	urubu-comum			x		

Legenda: OBS (categoria): Mi = migratória; Ci = cinegética; Xe = xerimbabo (animal de estimação).

Tabela 3.2.1.2.4-1: Lista das espécies de aves encontradas na localidade Ponta Ubu, onde se localiza a SAMARCO Mineração S. A., seus respectivos nomes populares, ambientes de ocorrência e observações complementares (modificada de SAMARCO, 2004). Continuação

FAMÍLIA E ESPÉCIE	NOME COMUM	AMBIENTES				OBS
		Mata Ciliar	Restinga	Aberto / pasto	Aquático	
<b>Família Anatidae</b>						
<i>Dendrocygna viduata</i>	irerê				x	Mi, Ci
<i>Amazonetta brasiliensis</i>	marreca-pé-vermelho				x	Mi, Ci
<b>Família Accipitridae</b>						
<i>Leptodon cayanensis</i>	gavião-de-cabeça-cinza, gavião-pomba	x	x			Ci
<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó, gavião-nagé	x	x			Ci
<b>Família Pandionidae</b>						
<i>Pandion haliaetus</i>	água-pescadora				x	Mi
<b>Família Falconidae</b>						
<i>Milvago chimachima</i>	gavião-carrapateiro		x	x		Ci
<i>Polyborus plancus</i>	carcará		x	x		Ci
<i>Falco sparverius</i>	quiri-quiri			x		Ci
<b>Família Rallidae</b>						
<i>Rallus nigricans</i>	saracura-preta				x	
<i>Aramides cajanea</i>	saracura				x	
<i>Porzana albicollis</i>	sircória-do-brejo				x	
<i>Gallinula chloropus</i>	frango-d'água				x	
<b>Família Cariamidae</b>						
<i>Cariama cristata</i>	seriema			x		Ci
<b>Família Jacanidae</b>						
<i>Jacana jacanã</i>	Jacanã, piaçoca				x	
<b>Família Charadriidae</b>						
<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero			x	x	
<b>Família Columbidae</b>						
<i>Columba picazuro</i>	asa-branca, trucau		x	x		Ci
<i>Columbina picui</i>	rolinha-branca		x	x		Ci
<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-caldo-de-feijão			x		Ci
<i>Scardafella squammata</i>	fogo-apagou		x	x		Ci
<i>Leptotila rufaxilla</i>	juriti	x	x			Ci
<b>Família Psittacidae</b>						
<i>Amazona amazonica</i>	papagaio-do-mangue	x	x			Xe, Ci
<b>Família Cuculidae</b>						
<i>Coccyzus americanus</i>	papa-lagarta		x			Mi
<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto			x		
<i>Crotophaga major</i>	anum-coróia, anu-azul	x	x			
<i>Guira guira</i>	anu-branco			x		
<b>Família Tytonidae</b>						
<i>Tyto alba</i>	suindara, coruja-da-torre			x		Ci
<b>Família Strigidae</b>						
<i>Speotyto cunicularia</i>	coruja-buraqueira, coruja-barata			x		Ci
<b>Família Caprimulgidae</b>						
<i>Caprimulgus sp.</i>	bacurau	x				
<i>Hydropsalis brasiliiana</i>	curiango-tesoura	x				
<b>Família Trochilidae</b>						
<i>Glaucis hirsute</i>	beija-flor-de-bico-torto	x	x			

**Legenda:** Categoria de fauna: Mi = migratória; Ci = cinegética; Xe = xerimbabo (animal de estimação).

Tabela 3.2.1.2.4-1: Lista das espécies de aves encontradas na localidade Ponta Ubu, onde se localiza a SAMARCO Mineração S. A., seus respectivos nomes populares, ambientes de ocorrência e observações complementares (modificada de SAMARCO, 2004). Continuação

FAMÍLIA E ESPÉCIE	NOME COMUM	AMBIENTES				OBS
		Mata Ciliar	Restinga	Aberto / pasto	Aquático	
<i>Eupetomena macroura</i>	beija-flor-tesoura, paparagi		x	x		
<i>Chlorestes notatus</i>	beija-flor-de-garganta-azul		x			Mi
<i>Chlorostilbon aureoventris</i>	besourinho-de-bico-vermelho		x			
<i>Thalurania glaukopis</i>	beija-flor-de-fronte-violeta		x			
<i>Hylocharis cf. cyanus</i>	beija-flor-roxo		x			Mi
<i>Amazilia lactea</i>	beija-flor-de-peito-azul	x	x			
<i>Amazilia fimbriata</i>	beija-flor-garganta-verde	x	x			
<b>Família Alcedinidae</b>						
<i>Ceryle torquata</i>	martim-pescador-grande				x	
<b>Família Galbulidae</b>						
<i>Galbula ruficauda</i>	ariramba-da-mata	x	x			
<b>Família Picidae</b>						
<i>Picumnus cirratus</i>	pica-pau-anão-barrado, pica-pau-mirim	x	x			
<i>Colaptes campestris</i>	pica-pau-do-campo			x		
<i>Melanerpes candidus</i>	pica-pau-branco			x		
<b>Família Formicariidae</b>						
<i>Thamnophilus punctatus</i>	choca-bate-rabo, concom	x	x			
<i>Thamnophilus cf. ruficapillus</i>	choca-de-boné-ruivo	x				
<i>Pyriglena leucoptera</i>	papa-taoca	x	x			
<b>Família Furnariidae</b>						
<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro			x		Xe
<i>Certhiaxis cinnamomea</i>	corruíra-do-brejo				x	
<b>Família Dendrocolaptidae</b>						
<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	arapaçu-de-garganta-amarela	x	x			
<i>Lepidocolaptes squamatus</i>	arapaçu-escamoso	x	x			
<b>Família Tyrannidae</b>						
<i>Phyllomyias virescens</i>	poaieiro-verde		x			
<i>Camptostoma obsoletum</i>	risadinha, cacurutado-mirim		x			
<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-barriga-amarela	x	x			
<i>Todirostrum cinereum</i>	ferreirinho-relógio	x	x			
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	bico-chato-amarelo		x			
<i>Myiophobus fasciatus</i>	felipe	x				
<i>Cnemotriccus cf. fuscatus</i>	guaracavuçu		x			
<i>Xolmis velata</i>	pombinha-das-almas			x		
<i>Knipolegus lophotes</i>	maria-preta			x		
<i>Fluvicola nengeta</i>	noivinha			x	x	
<i>Arundinicola leucocephala</i>	viuvinha				x	
<i>Satrapa icterophrys</i>	suiriri-pequeno		x			Mi
<i>Machaetornis rixosus</i>	suiriri-cavaleiro			x		
<i>Myiarchus ferox</i>	maria-cavaleira	x	x			
<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	x	x	x		Xe
<i>Megarynchus pitangua</i>	bem-te-vi-de-bico-chato	x	x			Xe
<i>Myiozetetes similis</i>	bem-te-vizinho-de-coroa-vermelha	x	x			Xe
<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi-rajado	x	x			Xe
<i>Empidonax varius</i>	Peitica		x			Mi
<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri		x	x		Mi
<i>Tyrannus albogularis</i>	suiriri-garganta-branca		x			Mi
<i>Pachyramphus viridis</i>	caneleiro-verde	x	x			

**Legenda:** Categoria de fauna: Mi = migratória; Ci = cinegética; Xe = xerimbabo (animal de estimação).

Tabela 3.2.1.2.4-1: Lista das espécies de aves encontradas na localidade Ponta Ubu, onde se localiza a SAMARCO Mineração S. A., seus respectivos nomes populares, ambientes de ocorrência e observações complementares (modificada de SAMARCO, 2004). Continuação

FAMÍLIA E ESPÉCIE	NOME COMUM	AMBIENTES				OBS
		Mata Ciliar	Restinga	Aberto / pasto	Aquático	
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	caneleiro-preto	x	x			
<b>Família Hirundinidae</b>						
<i>Progne chalybea</i>	andorinha-grande			x		Mi
<i>Phaeoptilus tapera</i>	andorinha-do-campo			x		Mi
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa			x		Mi
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora			x		Mi
<b>Família Troglodytidae</b>						
<i>Thryothorus genibarbis</i>	garrinchão, maria-jô-vô	x	x			
<i>Troglodytes aedon</i>	Garrincha		x	x		
<b>Família Muscicapidae</b>						
<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	x	x			Ci, Xe
<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranqueiro, sabiá-da-mata	x	x			Ci, Xe
<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	x	x			Ci, Xe
<i>Turdus albicollis</i>	sabiá-coleira		x			Xe
<b>Família Mimidae</b>						
<i>Mimus gilvus</i>	sabiá-da-praia		x			Xe
<i>Mimus saturninus</i>	sabiá-do-campo			x		Xe
<b>Família Vireonidae</b>						
<i>Vireo chivi</i>	Juruviara	x	x			Mi
<i>Hylophilus thoracicus</i>	vite-vite-de-peito-amarelo	x	x			
<b>Família Emberizidae</b>					x	Xe
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	gaturamo-do-brejo, mariquita				x	Xe
<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	x	x			
<i>Coereba flaveola</i>	caga-sebo	x	x			Xe
<i>Hemithraupis flavicollis</i>	saíra-galega	x	x			Xe
<i>Nemosia pileata</i>	saíra-de-chapéu-preto	x	x			Xe
<i>Thraupis sayaca</i>	sanhaço	x	x	x		Xe
<i>Thraupis cyanoptera</i>	sanhaço-de-encontro-azul	x	x			Xe
<i>Thraupis palmarum</i>	sanhaço-do-coqueiro		x			Xe
<i>Euphonia xanthogaster</i>	gaturamo		x			Xe
<i>Euphonia chlorotica</i>	vivi	x	x			Xe
<i>Tangara cayana</i>	sanhaço-cara-suja	x	x	x		Xe
<i>Tangara mexicana</i>	saira-de-bando, saíra-pintada		x			Xe
<i>Dacnis cayana</i>	sai-azul	x	x			Xe
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	sai-beija-flor	x	x			Xe
<i>Conirostrum speciosum</i>	figuinha-da-mata	x	x			Xe
<i>Tersina viridis</i>	sai-andorinha		x			Mi
<i>Zonotrichia capensis</i>	tico-tico			x		Xe
<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo			x		
<i>Sicalis cf. luteola</i>	canário-do-campo			x		Xe
<i>Emberizoides herbicola</i>	canário-do-campo, rendeira-do-brejo			x		
<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu			x		Xe
<i>Sporophila nigricollis</i>	coleirinha			x		Xe
<i>Sporophila caerulescens</i>	papa-capim, colero			x		Xe
<i>Coryphospingus pileatus</i>	tico-tico-rei, galão-da-serra		x			Xe
<i>Cacicus haemorrhois</i>	guaxe	x	x			Xe
<i>Leistes superciliaris</i>	polícia-inglesa-do-sul			x		Xe, Mi
<i>Molothrus bonariensis</i>	Chopim			x		
<b>Família Passeridae</b>						
<i>Passer domesticus</i>	Pardal			x		

**Legenda:** Categoria de fauna: Mi = migratória; Ci = cinegética; Xe = xerimbabo (animal de estimação).

As famílias de aves com maior número de espécies, encontradas nas áreas monitoradas em Ponta Ubu (SAMARCO, 2004) foram: Emberizidae (n=27), Tyrannidae (n=23), Trochilidae (n=8), Ardeidae (n=6), Columbidae (n=5), Cuculidae (n=4), Hirundinidae (n=4) e Muscicapidae (n=4) (Figura 3). As famílias que apresentaram o menor número de espécies (n=1) foram: Tinamidae, Podicipedidae, Phalacrocoracidae, Fregatidae, Pandionidae, Cariamidae, Jacanidae, Haematopodidae, Psittacidae, Tytonidae, Strigidae, Alcedinidae, Galbulidae e Passeridae.

#### *- COMPOSIÇÃO DA AVIFAUNA NOS AMBIENTES ESTUDADOS EM PONTA UBU.*

Analisando a ocorrência da avifauna nos diversos ambientes estudados em Ponta Ubu, verificou-se que 67 espécies (54%) foram registradas em formações de restinga; 46 espécies (34,33%) na mata ciliar existente no entorno das lagoas; 45 espécies (33,60%) em áreas abertas como campo, pastagem e entorno da usina e 22 espécies (16,42%) em ambiente aquático (brejos, lagoas).

#### *- ESPÉCIES AMEAÇADAS, ENDÊMICAS OU RARAS.*

De acordo com listas oficiais de espécies da fauna ameaçadas de extinção, não foram registradas espécies ameaçadas de extinção ou raras, seja em nível global (COLLAR *et al* 1992; BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2000) ou em nível nacional (BERNARDES *et al* 1990; IBAMA 2003). Também não foram identificadas espécies de aves endêmicas do Brasil (SICK 1997). Já em listas regionais consultadas (MACHADO *et al* 1998; BERGALLO *et al* 2000), foram encontradas em Ponta Ubu duas espécies consideradas ameaçadas de extinção no Estado do Rio de Janeiro: o sabiá-da-praia (*Mimus gilvus*) e a saíra-pintada (*Tangara mexicana*) (SAMARCO, 2004). A lista de espécies ameaçadas de extinção do Espírito Santo está em fase final de elaboração pelo Instituto de Pesquisa da Mata Atlântica (IPEMA) (J. E. Simon, comunicação pessoal).

#### *- ESPÉCIES MIGRATÓRIAS*

Na região de Ponta Ubu foram identificadas 26 espécies consideradas migratórias no país ou que realizam deslocamentos sazonais regional, tais como: garça-branca-grande (*Casmerodius albus*), irerê (*Dendrocygna viduata*), suiriri (*Tyrannus melancholicus*), peitica (*Empidonax varius*), andorinha-pequena-de-casa (*Notiochelidon cyanoleuca*), andorinha-do-campo (*Phaeoptilas tapera*), saí-andorinha (*Tersina viridis*) e juruviara (*Vireo chivi*). A águia-pescadora (*Pandion haliaetus*), importante migrante do Hemisfério Norte que chega ao Brasil anualmente, foi registrada sobrevoando a Lagoa de Maimbá, a Lagoa de Ubu e o Porto Marítimo de Ubu. Alimenta-se basicamente de peixes que captura em vôo. A garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*), uma espécie proveniente da África na década de 60 (SICK, 1997), foi observada em áreas de pastagens (fazenda, PV4) acompanhando o gado. Esta garça realiza deslocamentos sazonais e alimenta-se de insetos. Dentre as aves marinhas, citamos os trinta-reis e o piru-piru, espécies migrantes do Hemisfério Norte e que foram observadas em rochas e voando no litoral, próximo ao porto. O piru-piru (*Haematopus palliatus*) alimenta-se de moluscos (mariscos) e crustáceos; nidifica na areia onde põe três ovos (NOVELLI, 1997). Ainda sobre as espécies marinhas, cabe ressaltar a grande importância da Associação Vila-Velhense de Proteção Ambiental (AVIDEP), que realiza pesquisa com aves marinhas ao longo das ilhas costeiras do litoral sul do ES, principalmente àquelas situadas em Guarapari.

#### **- ESPÉCIES UTILIZADAS COMO AVES DE ESTIMAÇÃO (XERIMBABO)**

Durante as campanhas de monitoramento (SAMARCO, 2004), foram identificadas 34 espécies que podem ser utilizadas como xerimbabo, ou seja, com potencial para serem capturadas como ave de estimação ou ave de gaiola. São bastante perseguidas para venda no comércio ilegal da fauna. Como exemplo, são citadas: *Amazona amazonica* (papagaio-do-mangue), *Turdus rufiventris* (sabiá-laranjeira), *Turdus leucomelas* (sabiá-barranqueiro), *Turdus amaurochalinus* (sabiá-poca), sabiá-da-praia (*Mimus gilvus*), *Nemosia pileata* (saíra-de-chapéu-preto), *Thraupis sayaca* (sanhaço), *Euphonia chlorotica* (vivi), *Tangara cayana* (sanhaço-cara-suja), *Dacnis cayana* (saí-azul), *Volatinia jacarina* (tiziu) e *Coryphospingus pileatus* (tico-tico-rei). Não foram constatadas atividades de captura ilegal de aves silvestres ou encontradas armadilhas na propriedade da SAMARCO em Ponta Ubu, embora no entorno, essas atividades sejam comuns.

#### **- ESPÉCIES POTENCIALMENTE CAÇADAS (CINEGÉTICAS)**

Durante as campanhas de monitoramento da avifauna (SAMARCO, 2004) foram identificadas 20 espécies cinegéticas, ou seja, com forte potencial para serem caçadas ou capturadas para consumo humano. Estas espécies são também perseguidas em várias regiões do país. Como exemplo, citamos: perdiz (*Rhynchotus rufescens*), irerê (*Dendrogygna viduata*), marreca-ananaí (*Amazonetta brasiliensis*), gavião-carijó (*Rupornis magnirostris*), gavião-carrapateiro (*Milvago chimachima*), pomba-asa-branca (*Columba picazuro*), rolinha-caldo-de-feijão (*Columbina talpacoti*), juriti (*Leptotila rufaxilla*), coruja (*Speotyto cunicularia*), sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*), sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*). Felizmente, durante o período de monitoramento, não foram constatadas atividades de caça ou captura ilegal de aves silvestres na propriedade da SAMARCO em Ponta Ubu. Porém, nas localidades do entorno da SAMARCO, a caça seja uma atividade relativamente comum.

#### **- ESPÉCIES DE AVES NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO EMPREENDIMENTO**

Na área de Influência Direta (AID) do empreendimento, planta da usina, entorno imediato e área dos escritórios, foram encontradas 41 espécies de aves (33,06% do total de espécies encontradas em toda a área da Ponta Ubu (SAMARCO, 2004).

Nenhuma das 41 espécies se enquadra como ameaçada de extinção em listas oficiais, sendo, ao contrário disso, espécies dotadas de ampla plasticidade ecológica, resistindo bem às alterações antrópicas, além de apresentarem ampla distribuição geográfica. Destacando-se as seguintes espécies: *Passer domesticus*, *Tangara cayana*, *Zonotrichia capensis* (Figura 3.2.1.2.4-1), *Fluvicola nengeta*, *Pitangus sulphuratus*, *Coereba flaveola* (Figura 3.2.1.2.4-2), *Furnarius rufus*, *Vanellus chilensis*, *Crotophaga ani*, *Guira guira*, *Troglodytes aedon*, *Tyrannus melancholicus*, além das quatro espécies de *Columbidae* citadas na Tabela 3.2.1.2.4-1.



**Figura 3.2.1.2.4-1: O Tico-tico, *Zonotrichia capensis*, uma das espécies encontradas na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento.**



**Figura 3.2.1.2.4-2: O Sebinho ou caga-sebo, *Coereba flaveola*, outra espécie encontrada na Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, principalmente nos jardins dos escritórios (Foto: José Eduardo Simon).**

#### *- RELAÇÃO AVES X BIOMA MATA ATLÂNTICA*

O Bioma Mata Atlântica é reconhecido internacionalmente como um dos 25 *hotspots* identificados no mundo, ou seja, áreas que detém número elevado de espécies endêmicas e ameaçadas e que se encontram sob fortes pressões antrópicas (MITTERMEIER *et al.*, 1999).

Dentre os vertebrados terrestres, o grupo mais numeroso na Mata Atlântica é o das aves, com 1020 espécies, sendo que 10% enquadram-se em alguma categoria de ameaça. Apesar da avifauna ser historicamente um dos grupos mais bem conhecidos no Brasil, um melhor detalhamento é necessário no sentido de compreender os processos que atualmente governam as populações na comunidade de aves, sob constante pressão antrópica, em áreas de Mata Atlântica. Desta forma, é

possível estabelecer critérios para eventual manejo e definir estratégias de conservação ambiental, incluindo as espécies e seus habitats.

O Brasil possui cerca de 1.680 espécies de aves, sendo 182 endêmicas, 91 visitantes setentrionais e 62 visitantes meridionais (SICK 1997). A avifauna brasileira é considerada uma das mais exuberantes e ricas do mundo, estando o Brasil em terceiro lugar quanto ao número de espécies. O Brasil abriga cerca de 20% das espécies de aves existentes na Terra e é considerado um dos países mais ricos em megadiversidade (MITERMEIER *et al.*, 1999). O bioma Mata Atlântica possui o registro de aproximadamente 1020 espécies de aves (MMA/CI, 2000).

Para o Estado do Espírito Santo, foram registradas cerca de 600 espécies de aves (RUSCHI, 1953 e 1967). Mas, cerca de 30% destes registros efetuados por A. Ruschi no século passado foram posteriormente discutidos e contestados por PACHECO & BAUER (2001). Portanto, acredita-se que, atualmente, o Espírito Santo tenha menos de 500 espécies de aves.

### 3.2.1.2.5 Mamíferos

#### ♦ **ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Para o levantamento da mastofauna (fauna de mamíferos) das áreas de influência do empreendimento foi realizada compilação de dados secundários (AUDITECH, 1997; TEIXEIRA & PERRONE, 1998; PERRONE & TEIXEIRA, 1998; AB-3, 1999; EQUILIBRIUM, 1999; SAMARCO, 2001-2004, PASSAMANI *et al.* 2003 e no prelo; DALMASCHIO *et al.* 2003; LOPES, 2004 e DALMASCHIO & PASSAMANI, 2003), principalmente, dos estudos mais recentes realizados pelos pesquisadores Marcelo Passamani e Jenilson Dalmaschio (Monitoramento da comunidade de mamíferos em áreas de vegetação da Samarco Mineração S.A.), além de entrevistas com moradores do entorno imediato da SAMARCO Mineração S.A.

#### ♦ **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na compilação de dados secundários e entrevistas com moradores do entorno foi registrado um total de 23 espécies de mamíferos, distribuídas em 12 famílias (Tabela 3.2.1.2.5-1).

As famílias mais especiosas foram Didelphidae (Ordem Didelphimorpha – Marsupiais), com 8 espécies, Dasypodidae e Muridae, com 3 espécies cada.

Cabe salientar que o alto registro de espécies da ordem Carnivora indica um ambiente com recursos disponíveis para esse grupo, já que são, em sua maioria frugívoros/onívoros, desempenhando importantes papéis nos ecossistemas em que ocorrem, participando de diversas interações ecológicas, como consumidores primários ou secundários e até mesmo como dispersores de sementes (ZAMPROGNO & GASPARINI, 1994; GATTI *et al.*, 2003).

Tabela 3.2.1.2.5-1: Espécies de mamíferos de ocorrência confirmada nas áreas de influência da Samarco Mineração S/A., nome popular e tipo de registro.

FAMÍLIA / ESPÉCIE	NOME POPULAR	REGISTRO	ÁREA
<b>Família Didelphidae</b>			
<i>Didelphis aurita</i>	Gambá	C	AID
<i>Marmosa murina</i>	Catita amarela	C	AII
<i>Philander frenata</i>	Cuíca-de-quatro-olhos	C	AII
<i>Micoureus demerarae</i>	Cuíca-da-árvore	C	AII
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	Jupati	C	AII
<i>Monodelphis americana</i>	Cuíca-de-três-linhas	C	AII
<i>Gracilinanus microtarsus</i>	Catita pequena	C	AII
<i>Caluromys philander</i>	Cuíca-lanosa	C	AII
<b>Família Dasypodidae</b>			
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba		AII
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Tatú-galinha	P	AII
<i>Dasypus septemcinctus</i>	Tatuí	C	AII
<b>Família Myrmecophagidae</b>			
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-de-colete	V	AII
<b>Família Mustelidae</b>			
<i>Lontra longicaudis</i>	Lontra	F, P	AII
<b>Família Procyonidae</b>			
<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	P	AID
<b>Família Felidae</b>			
<i>Herpeilurus yaguarondi</i>	Jaguarundi	P	AII
<b>Família Canidae</b>			
<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato	V, P	AID
<b>Família Agoutidae</b>			
<i>Agouti paca</i>	Paca	V, P	AII
<b>Família Caviidae</b>			
<i>Cavia sp.</i>	Preá	P	AII
<b>Família Muridae</b>			
<i>Nectomys squamipes</i>	Rato d'água	C	AII
<i>Mus musculus</i>	Camundongo	C	AID
<i>Rattus norvegicus</i>	Ratazana	V	AID
<b>Família Sciuridae</b>			
<i>Sciurus aestuans</i>	Caticoco	V	AII
<b>Família Erethizontidae</b>			
<i>Sphiggurus villosus*</i>	Ouriço-cacheiro	V	AII

Legenda: C= captura; V= visualização; F= fezes; P= pegada (SAMARCO 2001-2004; LOPES, 2004)

\* Espécie endêmica da Mata Atlântica. O gênero *Sphiggurus* possui taxonomia complexa, e carece de revisão taxonômica.

AID = Área de Influência Direta

AII = Área de Influência Indireta.

### - ESPÉCIES ENDÊMICAS

Das espécies listadas para a área, duas são endêmicas do bioma Mata Atlântica (*Didelphis aurita* e *Sphiggurus villosus*).

### - ESPÉCIES POTENCIALMENTE CAÇADAS (CINEGÉTICAS)

Praticamente todas as espécies de mamíferos são cobiçadas pelos caçadores. Felizmente, dentro da área da SAMARCO Mineração S.A., devido à vigilância rigorosa e patrulhamento, a prática de caça não parece ocorrer. Contudo, em áreas do entorno, a caça ainda é uma atividade relativamente comum. As espécies mais procuradas são a paca (*Agouti paca*) (Figura 3.2.1.2.5-1), o gambá ou sarué (*Didelphis aurita*) e os tatus (Família Dasypodidae, principalmente as espécies do gênero *Dasypus*).



Figura 3.2.1.2.5-1: A paca, *Agouti paca*, uma das espécies tidas como cinegéticas.  
Foto © J. L. Gasparini.

### - ESPÉCIES NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO EMPREENDIMENTO

Em entrevista direta com o pesquisador que realizou e ainda realiza o monitoramento da mastofauna na Ponta Ubu, Marcelo Passamani, na área de Influência Direta (AID) do empreendimento, planta da usina, entorno imediato e área dos escritórios, foram encontradas 5 espécies de mamíferos (21,73% do total de espécies encontradas em toda a área da Ponta Ubu) (Marcelo Passamani, comunicação pessoal).

Nenhuma das 5 espécies se enquadra como ameaçada de extinção em listas oficiais, sendo, ao contrário disso, espécies dotadas de ampla plasticidade ecológica, resistindo bem às alterações antrópicas, além de apresentarem ampla distribuição geográfica.

### - RELAÇÃO MAMÍFEROS X MATA ATLÂNTICA

Existem atualmente cerca de 4.629 espécies, distribuídas em todos os continentes, das regiões polares aos trópicos, dos topo das montanhas às profundezas dos mares, no subsolo, sobre a terra e até mesmo nos ares, sendo que 97,5% ocupam o ambiente terrestre 2,5% o aquático. A grande diversidade de mamíferos é encontrada na região neotropical, sendo 80% das 1.096 espécies endêmicas desta região (LOPES, 2004).

Os mamíferos possuem características que permitiram seu espetacular sucesso, como inteligência e habilidades sensoriais, endotermia, incremento nas estratégias reprodutivas e processamento eficiente do alimento (VAUGHAN *et al.*, 2000). Essas características que permitiram seu grande sucesso evolutivo também aumentou consideravelmente sua área de uso o que faz desse grupo um dos mais atingidos pelo desmatamento em função de atividades antrópicas como a agricultura e a urbanização. Como resultado, muitos mamíferos estão ameaçados de extinção e muitos outros estão vulneráveis devido, principalmente, às atividades humanas (FONSECA *et al.*, 1994).

O Brasil é privilegiado em termos de riqueza de espécies. Possui cerca de 524 espécies, cerca de 11% das espécies conhecidas, maior do que qualquer outro país do mundo. Essa riqueza é certamente uma combinação de fatores que incluem o clima, a topografia, biomas variados e na própria história evolutiva. Além de ser o país mais rico em diversidade de mamíferos do mundo, o Brasil apresenta um altíssimo índice de endemismo de espécies, com aproximadamente 25 % das espécies restritas ao seu território (LOPES, 2004).

A Mata Atlântica apresenta 250 das 524 espécies de mamíferos brasileiros sendo 55 endêmicas. Roedores e marsupiais são especialmente bem representados com 209 espécies dessas duas ordens ocorrem no Brasil, sendo 23 marsupiais e 79 roedores ocorrem na Mata Atlântica, e 39% e 46% respectivamente, são endêmicos da Mata Atlântica (FONSECA *et al.*, 1996).

A caça e a fragmentação têm produzido graves consequências para as espécies de mamíferos, em particular aquelas de maior porte, verificando-se o desaparecimento total de algumas espécies em certas regiões e localidades. Esses fatores conjugados contribuem para que 38 espécies de mamíferos estejam atualmente relacionadas na lista oficial de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção (CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL *et al.*, 2000).

Apesar dos mamíferos da Mata Atlântica serem relativamente conhecidos se comparados com outros grupos taxonômicos, poucas localidades foram inventariadas de modo satisfatório, havendo consideráveis lacunas no conhecimento taxonômico e biogeográfico da maioria dos gêneros e espécies, de forma que novas espécies e novas localidades de ocorrência são registradas a cada novo estudo (CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL *et al.*, 2000).

### 3.2.2 ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

A caracterização dos parâmetros físico-químicos de qualidade de água, das comunidades biológicas (plâncton, benthos e ictiofauna) incluídos na elaboração do diagnóstico da situação dos corpos d'água continentais presentes na área de influência do empreendimento foi baseada nos dados obtidos na Barragem Norte (anos de 1998 a 2003) e na lagoa de Maimbá (anos de 1999 a 2003). Neste aspecto cabe destacar que, a Barragem Norte é considerada uma barragem industrial, pois suas águas apresentam um único tipo de uso, ou seja, uso para fins industriais. Além de receber efluentes com tratamentos adequados, ela ainda promove a maturação das correntes líquidas e absorve eventuais distorções na qualidade final dos efluentes antes de serem direcionados para o corpo receptor final, a lagoa de Maimbá. Entretanto, tendo em vista a necessidade de conhecimento e caracterização físico-química e das comunidades biológicas deste sistema e consequentemente, do efluente final que verte para a Lagoa de Maimbá, a Barragem Norte foi diagnosticada para os diversos parâmetros que vem sendo analisados em atendimento às Condicionantes da Licença de Operação da SAMARCO.

Para alguns parâmetros que possuíam séries históricas anteriores a 1999, os dados também foram utilizados. Os dados obtidos durante os Ciclos entre 1999 e 2003 (LIMNOS, 2000a; 2000b; LIMNOS, 2001a; 2001b; LIMNOS 2002a; 2002b; LIMNOS, 2003a; 2003b; BIOLÓGICA, 2004a; 2004b) para estes pontos de amostragem realizados na Barragem Norte e Lagoa de Maimbá são apresentados e discutidos a seguir.

Para complementar a caracterização química da água da lagoa foram acrescentados outros parâmetros importantes, como temperatura, pH, oxigênio dissolvidos, salinidade, compostos nitrogenados e de fósforo, metais dissolvidos, bem como de colimetria. Estes foram baseados na tese de mestrado de Pereira (2004), com base na realização de quatro coletas no ano de 2002, melhor caracterizada a seguir. Os metais dissolvidos foram abordados conforme monitoramentos realizados em 2003 pela Biológica *apud* Pereira, 2004.

A SAMARCO descarta seu efluente, após tratamento, na Barragem Norte, e através de uma comporta, parte da água da Barragem Norte é vertida para a lagoa de Maimbá, principalmente em épocas de maior pluviosidade.

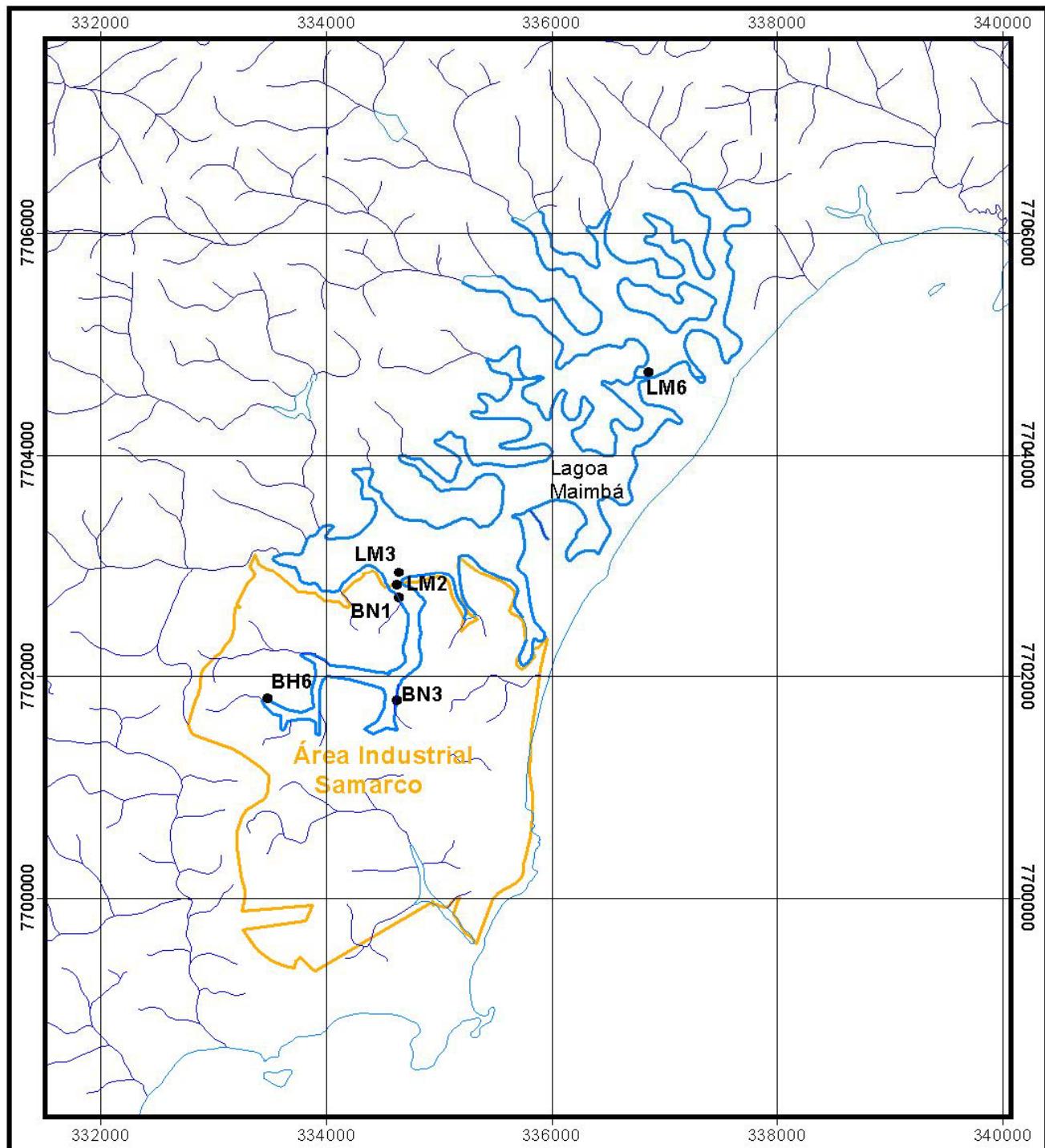
Os pontos de monitoramento localizados na Barragem Norte têm sua localização descrita a seguir:

- **BN01:** próximo ao vertedouro da barragem para a lagoa de Maimbá,
- **BN03:** mais próximo ao descarte do efluente da ETEI e
- **BN06:** ponto mais distante do local de descarte dos efluentes da ETEI.

Na série histórica de monitoramentos da lagoa de Maimbá foram considerados três pontos de amostragem, a saber:

- **LM02:** distante a 50 metros do vertedouro da Barragem Norte
- **LM03:** distante a 100 metros do vertedouro da Barragem Norte
- **LM06:** no braço de ligação com a porção norte, em frente à ilha, ponto limnético.

Os pontos de monitoramento de ambos os sistemas podem ser visualizados na Figura 3.2.2.1-1, que traz a malha amostral realizada.



**Figura 3.2.2.1-1: Mapa de localização dos pontos de monitoramento na Barragem Norte e Lagoa de Maimbá.**

### 3.2.2.1 Barragem Norte e Lagoa de Maimbá

#### 3.2.2.1.1 Qualidade Físico-Química da Massa D'água

##### ◆ **BARRAGEM NORTE**

Nas Tabelas 3.2.2.1.1-1, 3.2.2.1.1-2 e 3.2.2.1.1-3 encontram-se as médias e desvio padrão anuais de todos os parâmetros físico-químicos observados nos monitoramentos de 1998 a 2003. Em 1998 não houveram análises de todos os parâmetros considerados no escopo atual do trabalho. Também foram realizados testes estatísticos na tentativa de se evidenciar padrões de comportamento entre o ponto localizado mais próximo ao descarte do efluente e os demais.

Tabela 3.2.2.1.1-1: Média e desvio padrão anuais (anos de 1998 a 2003) dos parâmetros monitorados no Ponto BN01, localizado na Barragem Norte.

PARÂMETROS	UNIDADE	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ABS	mg/L	-	0,03 ± 0,05	0,02 ± 0,02	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,02
Aminas	mg/L	-	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0
Bário	mg/L	-	1 ± 0,0	0,03 ± 0,02	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,03	0,03 ± 0,04
Cádmio	mg/L	-	0,001 ± 0,0	0,001 ± 0,0	0,003 ± 0,005	0,01 ± 0,01	0,004 ± 0,01
Chumbo	mg/L	-	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,02	0,02 ± 0,0	0,02 ± 0,0	0,001 ± 0,0
Cobre	mg/L	-	0,01 ± 0,0	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,01	0,001 ± 0,0
Cor	mgPt/L	103,67 ± 59,65	112,75 ± 46,23	103 ± 25,14	89,25 ± 54,41	117 ± 106,3	100,5 ± 27,53
Cromo	mg/L	-	0,04 ± 0,02	0,05 ± 0,0	0,05 ± 0,0	0,05 ± 0,0	0,02 ± 0,01
D.B.O.	mg/L	17,25 ± 13,45	8,58 ± 3,45	12,84 ± 11,03	3,77 ± 3,84	2,63 ± 0,75	4,68 ± 3,25
D.Q.O.	mg/L	45,87 ± 29,56	35,9 ± 12,23	39,72 ± 16,73	32,75 ± 26,34	37,4 ± 20,65	50,88 ± 38,5
Fenol	mg/L	-	0,003 ± 0,003	0,003 ± 0,002	0,004 ± 0,003	0,009 ± 0,008	0,03 ± 0,03
Fe Solúvel	mg/L	0,01 ± 0,0	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,04	0,02 ± 0,01	0,23 ± 0,35	0,06 ± 0,05
Fe Total	mg/L	-	0,21 ± 0,13	0,38 ± 0,45	0,14 ± 0,11	0,48 ± 0,24	0,35 ± 0,23
Fosfato	Mg/L	0,04 ± 0,05	0,04 ± 0,02	0,11 ± 0,08	0,04 ± 0,03	0,06 ± 0,04	0,05 ± 0,03
Mercúrio	Mg/L	-	0,0001 ± 0,0	0,0005 ± 0,0004	0,0001 ± 0,0	0,0001 ± 0,0	0,0004 ± 0,0003
Níquel	mg/L	-	0,009 ± 0,007	0,006 ± 0,007	0,015 ± 0,06	0,019 ± 0,014	0,002 ± 0,001
Nitrogênio Total	mg/L	-	2,23 ± 0,9	2,6 ± 1,06	2,18 ± 0,68	1,68 ± 0,4	2,13 ± 1,3
Óleos e Graxas	mg/L	-	1,0 ± 0,0		1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0
O.D.	mg/L	2,37 ± 2,73	3,45 ± 3,68	3,45 ± 3,68	7,55 ± 1,09	8,33 ± 1,76	7,93 ± 1,43
pH	-	8,11 ± 0,23	8,11 ± 0,23	8,28 ± 0,05	8,61 ± 0,33	8,53 ± 0,48	8,57 ± 0,37
Temperatura	°C	29,3 ± 3,0	27 ± 2,45	28, ± 2,19	25,8 ± 1,87	278,63 ± 1,02	28,33 ± 4,0

Tabela 3.2.2.1.1-1: Média e desvio padrão anuais (anos de 1998 a 2003) dos parâmetros monitorados no Ponto BN01, localizado na Barragem Norte (Continuação).

PARÂMETROS	UNIDADE	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Sólidos Diss.	mg/L	418 ± 51,7	382,75 ± 20,43	394,25 ± 35,48	313 ± 45,7	277,5 ± 43,47	344,25 ± 30,5
Sólidos Sedim.	mg/L	-	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Sólidos Totais	mg/L	-	405 ± 27,17	410,75 ± 39,38	325,75 ± 53,74	291,5 ± 56,25	360,5 ± 34
Turbidez	NTU	17,33 ± 8,5	20,25 ± 8,26	18,75 ± 5,0	17 ± 10,58	20 ± 18,76	18 ± 5,23
Sulfatos	mg/L	99,33 ± 45	60,25 ± 5,74	70,25 ± 13,23	85,5 ± 8,54	120,5 ± 24,3	149 ± 29,6
Sulfetos	mg/L	0,008 ± 0,0	0,02 ± 0,01	0,1 ± 0,17	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,003
Sulfitos	mg/L	-	0,02 ± 0,01	0,1 ± 0,17	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,02
Zinco	mg/L	-	0,02 ± 0,02	0,03 ± 0,04	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,0
Benzeno	mg/L	-	ND	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,0	0,004 ± 0,002	0,01 ± 0,0
Tolueno	mg/L	-	ND	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,004 ± 0,002	0,01 ± 0,0
Xileno	mg/L	-	ND	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,004 ± 0,002	0,01 ± 0,0
Coliformes Totais	NMP/100mL	-	1.475 ± 250	1.190 ± 540	1.600 ± 0,0	10.400 ± 13.400	5.383 ± 3.674
Coliformes Fecais	NMP/100mL	-	17,5 ± 19,67	6,5 ± 6,14	7,0 ± 6,27	33,5 ± 48,78	122,2 ± 188,58

Tabela 3.2.2.1.1-2: Média e desvio padrão anuais (anos de 1998 a 2003) dos parâmetros monitorados no Ponto BN06, localizado na Barragem Norte.

PARÂMETROS	UNIDADE	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ABS	mg/L	-	0,05 ± 0,07	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,008 ± 0,01	0,021 ± 0,02
Aminas	mg/L	-	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0
Bário	mg/L	-	1,5 ± 0,58	0,03 ± 0,03	0,03 ± 0,03	0,07 ± 0,12	0,016 ± 0,02
Cádmio	mg/L	-	0,01 ± 0,0	0,001 ± 0,0	0,005 ± 0,01	0,005 ± 0,01	0,004 ± 0,05
Chumbo	mg/L	-	0,02 ± 0,003	0,02 ± 0,0	0,02 ± 0,0	0,02 ± 0,0	0,001 ± 0,0
Cobre	mg/L	-	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,02	0,01 ± 0,0	0,02 ± 0,02
Cor	mgPt/L	103,6 ± 42,2	138 ± 55,4	128 ± 33,74	69,5 ± 38	108 ± 85,3	82,25 ± 14,5
Cromo	mg/L	-	0,04 ± 0,02	0,05 ± 0,0	0,05 ± 0,0	0,05 ± 0,0	0,02 ± 0,01
D.B.O.	mg/L	14,43 ± 16,72	11,73 ± 9,3	14,07 ± 11,14	2,71 ± 1,99	2,16 ± 0,87	3,05 ± 0,84
D.Q.O.	mg/L	52,6 ± 44,47	39,5 ± 11,7	46,92 ± 18,01	28,3 ± 20,39	38,02 ± 13,52	42,1 ± 31,3
Fenol	mg/L	-	0,003 ± 0,002	0,004 ± 0,003	0,004 ± 0,002	0,003 ± 0,002	0,02 ± 0,03
Fe Solúvel	mg/L	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,03	0,02 ± 0,01	0,11 ± 0,19	0,02 ± 0,02
Fe Total	mg/L	-	0,54 ± 0,82	0,45 ± 0,46	0,22 ± 0,17	0,48 ± 0,2	0,34 ± 0,37
Fosfato	mg/L	0,04 ± 0,05	0,19 ± 0,15	0,1 ± 0,06	0,21 ± 0,34	0,03 ± 0,03	0,02 ± 0,01
Mercúrio	mg/L	-	0,0002 ± 0,0002	0,0007 ± 0,0006	0,0001 ± 0,0001	0,0004 ± 0,0003	0,0003 ± 0,0004
Níquel	mg/L	-	0,005 ± 0,004	0,011 ± 0,012	0,013 ± 0,005	0,04 ± 0,06	0,02 ± 0,02
Nitrog. Total	Mg/L	-	2,43 ± 0,94	2,93 ± 0,97	2,73 ± 1,37	1,85 ± 0,5	2,86 ± 0,95
Óleos e Graxas	Mg/L	-	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	1 ± 0,0	1,0 ± 0,0
O.D.	Mg/L	1,6 ± 2,5	0,58 ± 1,15	4,7	6,75 ± 1,21	7,46 ± 0,6	7,13 ± 1,05
pH	-	8,1 ± 0,2	8,22 ± 0,21	8,26 ± 0,08	8,47 ± 0,19	8,43 ± 0,35	8,25 ± 0,1
Temperatura	°C	29,33 ± 2,52	27,75 ± 2,36	28,43 ± 2,52	28,28 ± 2,02	29,03 ± 0,8	27,83 ± 5,66

Tabela 3.2.2.1.1-2: Média e desvio padrão anuais (anos de 1998 a 2003) dos parâmetros monitorados no Ponto BN03, localizado na Barragem Norte (Continuação).

PARÂMETROS	UNIDADE	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Sólidos Diss.	mg/L	396± 45,21	378 ± 21,86	395 ± 337	310 ± 44	276,25 ± 44	340 ± 25,6
Sólidos Sedim.	mg/L	-	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Sólidos Totais	mg/L	-	404,7± 29,53	417,25 ±38,48	322 ± 49,7	292 ± 50	353 ± 24,56
Turbidez	NTU	19 ± 7,94	24,5 ± 9,33	22,75 ± 6,55	13,75 ± 17,93	19,5 ± 14,5	15,5 ± 2,52
Sulfatos	mg/L	99,67 ± 44,6	62,5 ±14,257	70,75 ± 13,55	84 ± 17,05	119 ± 24,8	137,5 ± 20
Sulfetos	mg/L	-	0,03 ± 0,02	0,09 ± 0,09	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01
Sulfitos	mg/L	-	0,03 ± 0,02	0,09 ± 0,08	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01
Zinco	mg/L	-	0,02 ± 0,02	0,03 ± 0,04	0,12 ± 0,23	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,0
Benzeno	mg/L	-	ND	0,03 ± 0,05	0,01 ± 0,003	0,004 ± 0,002	0,004 ± 0,03
Tolueno	mg/L	-	ND	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,003	0,004 ± 0,002	0,005 ± 0,0
Xileno	mg/L	-	ND	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,003	0,004 ± 0,002	0,005 ± 0,0
Colif. Totais	NMP/100mL	-	1.475 ± 250	1.475 ± 250	1.475 ± 250	14.300 ± 17.000	4.656 ± 3.221
Colif. Fecais	NMP/100mL	-	12,75 ± 8,18	15,75 ± 8,28	5,25 ± 6,5	66,5 ± 95	28 ± 35,6

Tabela 3.2.2.1.1-3: Média e desvio padrão anuais (anos de 1998 a 2003) dos parâmetros monitorados no Ponto BN06, localizado na Barragem Norte.

PARÂMETROS	UNIDADE	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ABS	mg/L	-	0,08 ± 0,12	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,02
Aminas	mg/L	-	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0
Bário	mg/L	-	1,0 ± 0,0	0,03± 0,02	0,03 ± 0,02	0,15 ± 0,27	0,04 ± 0,04
Cádmio	mg/L	-	0,01 ± 0,0	0,001 ± 0,001	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,005 ± 0,004
Chumbo	mg/L	-	0,04 ± 0,02	0,02 ± 0,0	0,02 ± 0,0	0,02 ± 0,0	0,02 ± 0,03
Cobre	mg/L	-	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,01
Cor	mgPt/L	105 ± 62,13	94,25 ± 35,58	103 ± 41,6	90,25 ± 72,05	110,5 ± 137	97,5 ± 27,38
Cromo	mg/L	-	0,04 ± 0,02	0,05 ± 0,0	0,05 ± 0,0	0,05 ± 0,0	0,02 ± 0,01
D.B.O.	mg/L	7,97 ± 8,53	5,46 ± 318	11,02 ± 8,0	3,08 ± 2,44	3,03 ± 0,95	2,88 ± 0,75
D.Q.O.	mg/L	42,4 ± 27,71	30,27 ± 4,62	37,36 ± 20	36,25 ± 24,5	33,49 ± 20	51,54 ± 21,85
Fenol	mg/L	-	ND	0,003 ± 0,005	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,05
Fe Solúvel	mg/L	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,03 ± 0,02	0,01 ± 0,003	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01
Fe Total	mg/L	-	0,19 ± 0,23	0,22 ± 0,1	0,1 ± 0,08	0,22 ± 0,15	0,13 ± 0,16
Fosfato	mg/L	0,05 ± 0,06	0,19 ± 0,23	0,1 ± 0,08	0,05 ± 0,06	0,17 ± 0,19	0,02 ± 0,01
Mercúrio	mg/L	-	0,0002 ± 0,0001	0,001 ± 0,001	0,0003 ± 0,0005	0,0002 ± 0,0002	0,0002 ± 0,0001
Níquel	mg/L	-	0,002 ± 0,002	0,01 ± 0,004	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01
Nitrog. Total	Mg/L	-	1,93 ± 0,9	2,43 ± 0,82	1,68 ± 0,61	1,25 ± 0,56	1,47 ± 0,72
Óleos e Graxas	Mg/L	-	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0
O.D.	Mg/L	2,83 ± 2,5	1,94 ± 2,32	3,04 ± 2,81	8,04 ± 1,09	6,96 ± 3,5	7,85 ± 1,28
pH		8,2 ± 0,25	8,28 ± 0,34	8,37 ± 0,03	8,8 ± 0,4	8,71 ± 0,41	8,67 ± 0,35
Temperatura	°C	28,67 ± 3,51	26 ± 2,94	27,45 ± 2,05	27,03 ± 2,67	27,95 ± 0,82	28,4 ± 3,56

Tabela 3.2.2.1.1-3: Média e desvio padrão anuais (anos de 1998 a 2003) dos parâmetros monitorados no Ponto BN06, localizado na Barragem Norte (Continuação).

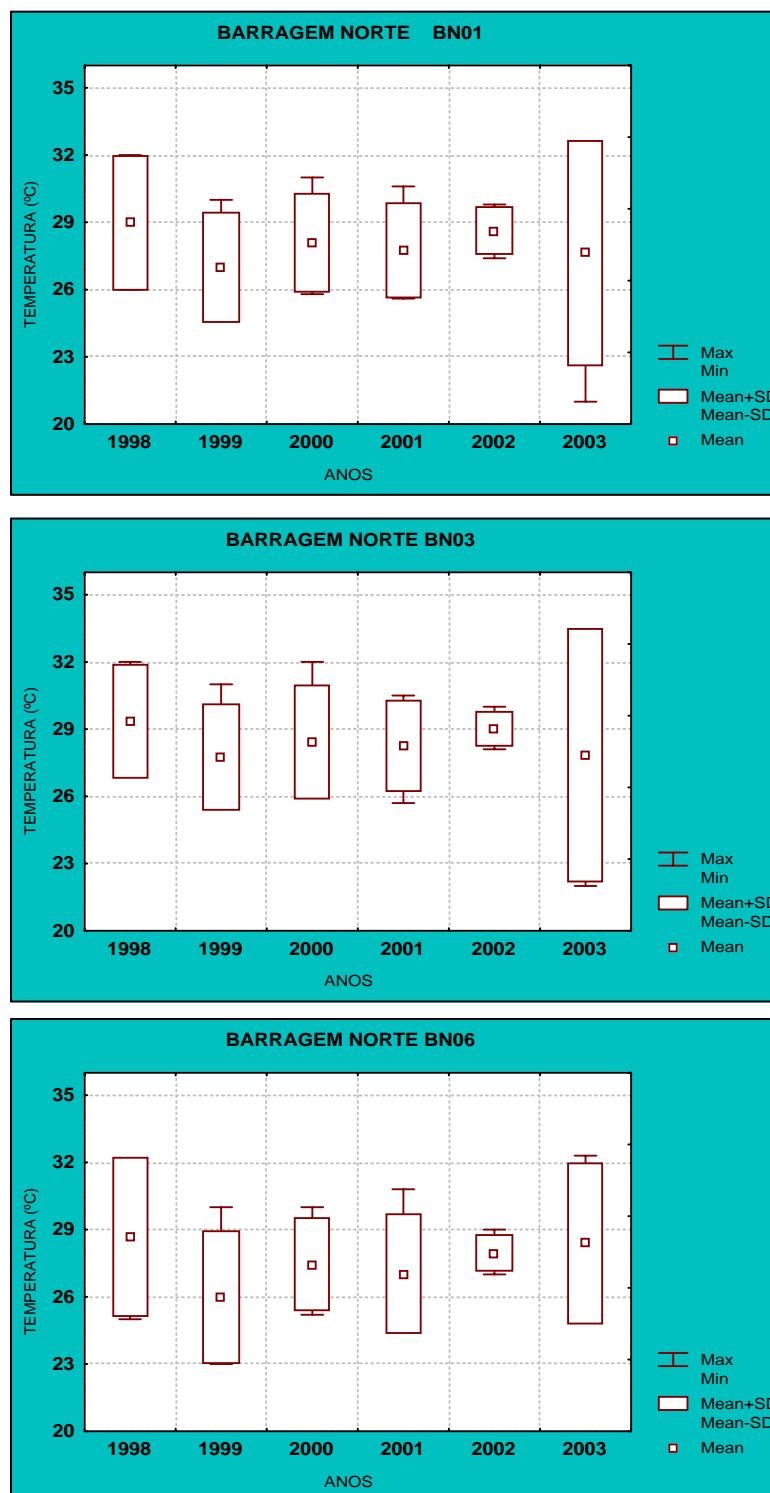
PARÂMETROS	UNIDADE	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Sólidos Diss.	mg/L	421 ± 64,8	371 ± 23	388 ± 35,7	311 ± 0,62	271 ± 44,86	345 ± 32,66
Sólidos Sedim.	mg/L	-	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,08 ± 0,05	0,2 ± 0,0
Sólidos Totais	mg/L	-	387,7 ± 26,3	403,7 ± 42,2	324,5 ± 54,3	285,25 ± 60,9	364 ± 39,2
Turbidez	NTU	21 ± 12,53	17,75 ± 6,18	19,25 ± 8,10	17,5 ± 14,62	20 ± 23,28	18,75 ± 5,91
Sulfatos	mg/L	88 ± 33,05	60,5 ± 8,7	66,75 ± 11,24	87,5 ± 12,26	115,5 ± 21,13	13,65 ± 25,21
Sulfetos	mg/L	-	0,02 ± 0,02	0,02 ± 0,02	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01
Sulfitos	mg/L	-	0,02 ± 0,02	0,02 ± 0,02	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,02
Zinco	mg/L	-	0,03 ± 0,05	0,03 ± 0,05	0,05 ± 0,09	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01
Benzeno	mg/L	-	ND	0,03 ± 0,04	0,01 ± 0,0	0,004 ± 0,002	0,01 ± 0,0
Tolueno	mg/L	-	ND	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,004 ± 0,002	0,01 ± 0,0
Xileno	mg/L	-	ND	0,01 ± 0,0	0,01 ± 0,0	0,004 ± 0,002	0,01 ± 0,0
Colif. Totais	NMP/100mL	-	1.475 ± 250	1.190 ± 540	1.600 ± 0,0	7.825 ± 7.538	3.676 ± 3.743
Colif. Fecais	NMP/100mL	-	17,5 ± 19,6	6,5 ± 6,14	7,0 ± 6,2	47,25 ± 64	19 ± 25,56

### - PARÂMETROS FÍSICOS

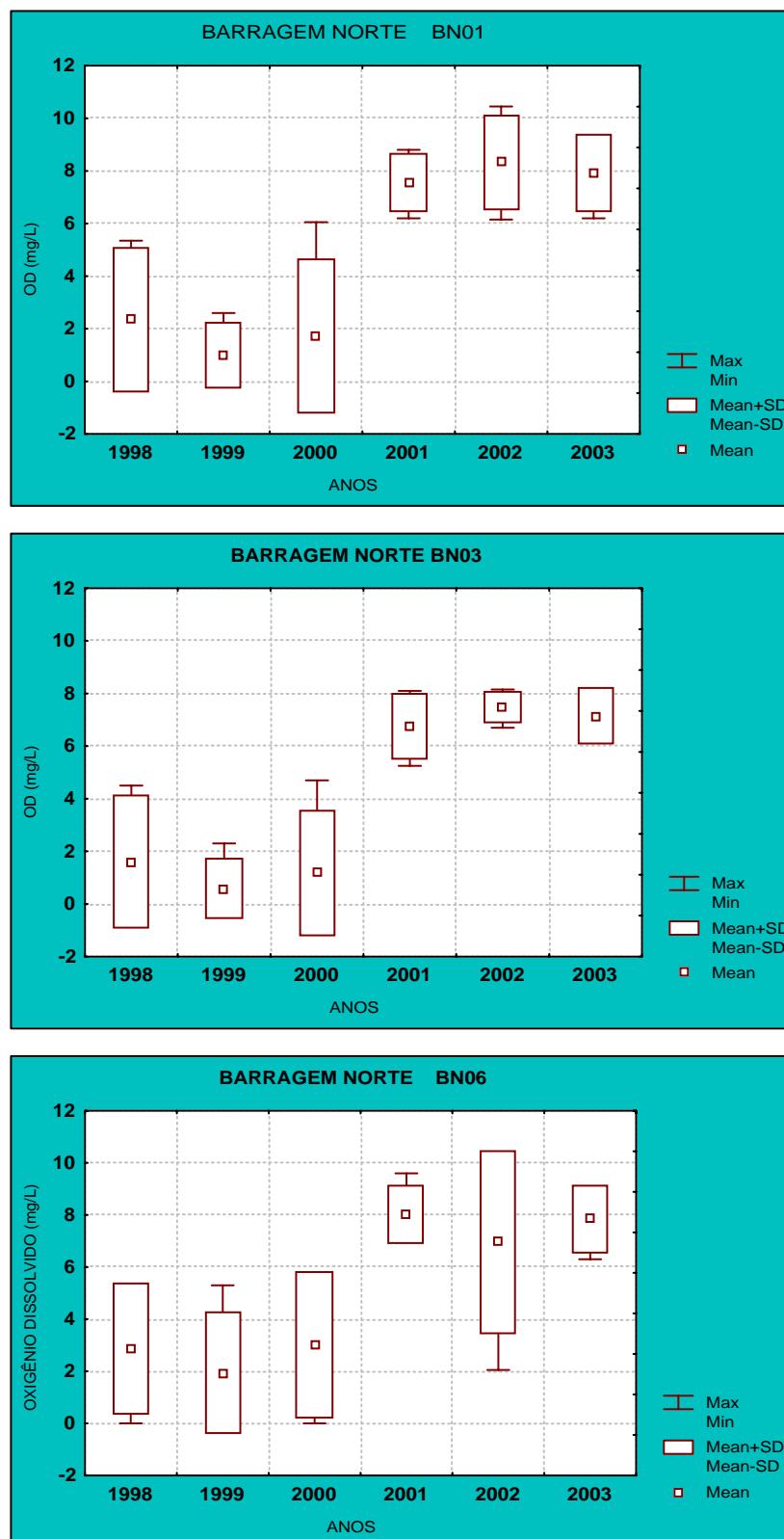
Apesar de não ser citada na Resolução 020/86 do CONAMA (CONAMA, 1986), a temperatura é um parâmetro sempre medido nos ambientes aquáticos uma vez que as alterações de calor podem interferir nas reações químicas e biológicas que ocorrem no sistema, e quando elevada, a temperatura diminui a solubilidade dos gases em geral e pode acelerar a taxa de transferência de substâncias produzidas no sedimento que geram odores desagradáveis, como o gás sulfidrício e o amoníaco (BAUMGARTEN, 2001). De acordo com a série histórica da Barragem Norte, a temperatura apresentou valores normais (Figura 3.2.2.1.1-1), e os picos estiveram sempre associados ao aumento da temperatura atmosférica, principalmente nos monitoramentos realizados em janeiro de 1998 e em fevereiro dos anos seguintes, indicando que as alterações observadas se devem às variações sazonais de verão. O Ponto BN03, historicamente sempre apresentou valores mais elevados, o que parece estar relacionado ao menor sombreamento e altas concentrações de sólidos no local se comparados aos outros pontos de amostragem (LIMNOS, 2002; BIOLÓGICA, 2003). Vale ressaltar que em 2003 a temperatura da água alcançou níveis bem elevados, chegando a 31,6 °C no Ponto BN01, 31,5 °C no Ponto BN03 e 30,5 °C no Ponto BN06, com diferenças de 10 °C entre os meses de agosto e novembro no Ponto BN01, o que não foi totalmente acompanhado pelos valores da temperatura atmosférica (26°C em agosto – 33,4°C em novembro). Por fim, no ano de 2001, apesar de valores dentro da normalidade, a temperatura da água da barragem norte esteve sempre mais elevada que a temperatura do ar, o que não reflete padrão natural dos sistemas aquáticos (LIMNOS, 2002).

Em termos de oxigenação da coluna d'água foi possível detectar dois comportamentos diferentes na série histórica utilizada. Primeiramente estão intimamente associados os valores observados de 1998 a 2000, onde pode-se notar através da Figura 3.2.2.1.1-2 os baixos valores nos três pontos de amostragem. Para águas doces, classe 2 o CONAMA estipulou um valor mínimo de concentração de 5,0 mg/L e portanto pode-se perceber que nos três primeiros anos de monitoramento as condições da lagoa beiravam a anoxia, sendo que em 2000 somente em fevereiro foi detectado a presença de oxigênio na Barragem Norte (LIMNOS, 2000). A partir de 2001 a concentração de oxigênio começou a se elevar em toda a área da Barragem Norte, com valores sempre acima de 6,0 mg/L, sugerindo a melhoria no sistema de tratamento da ETEI. Entre 2001 a 2003 o Ponto BN01

apresentou as maiores concentrações médias, variando de 7,55 mg/L em 2001 a 8,33 mg/L em 2002 (Tabela 3.2.2.1.1-1). Por outro lado no Ponto BN06 (mais próximo do lançamento do efluente) as concentrações médias foram as menores, entre 6,75 mg/L em 2001 e 7,46 mg/L em 2002 (Tabela 3.2.2.1.1-2) o que era de esperar por conta da maior carga de matéria orgânica neste ponto.



**Figura 3.2.2.1.1-1: Distribuição da Temperatura da água (°C) nos pontos de amostragem da Barragem Norte entre os anos de 1998 a 2003.**

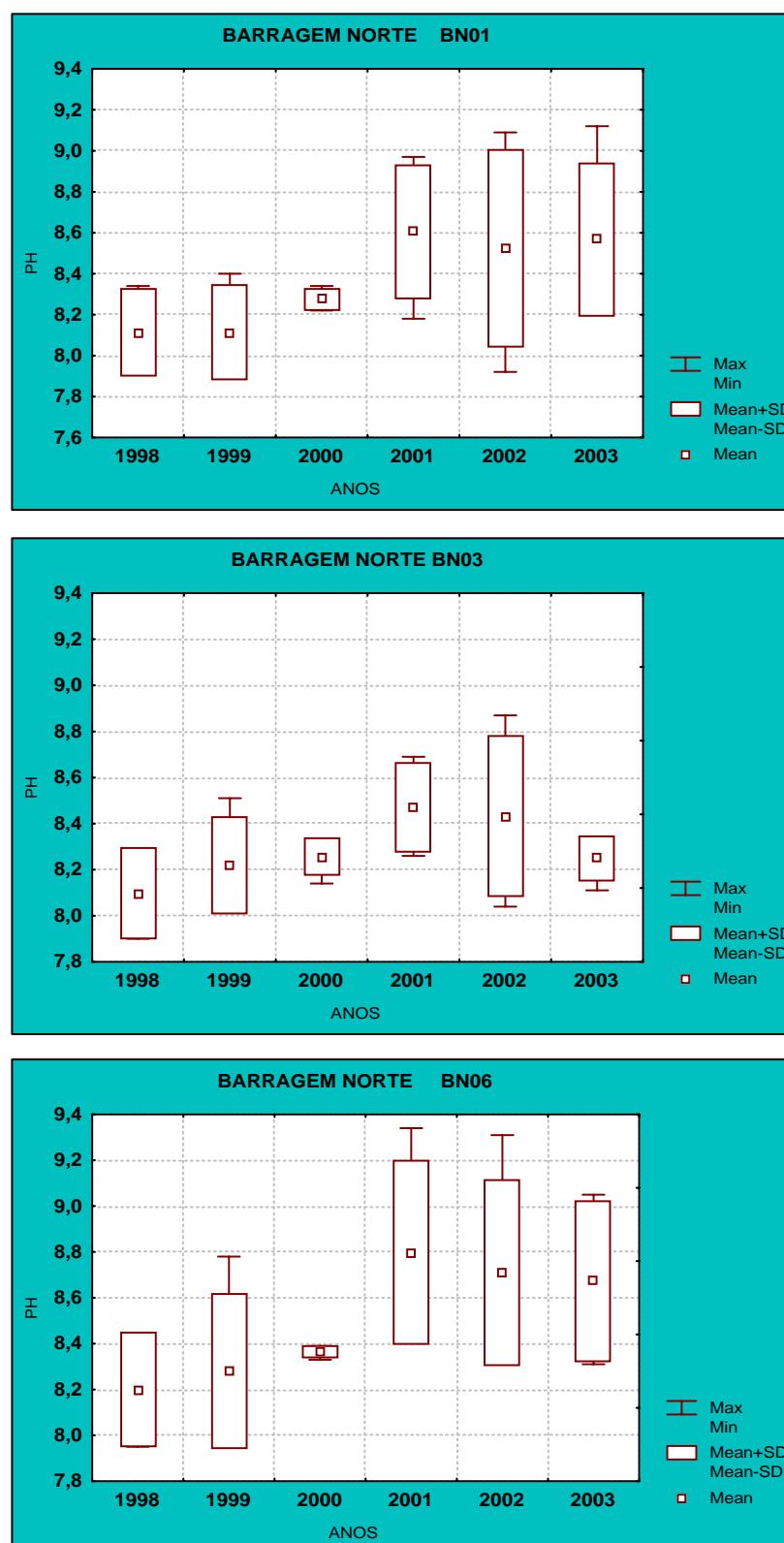


**Figura 3.2.2.1.1-2: Distribuição do O.D. (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte entre os anos de 1998 a 2003.**

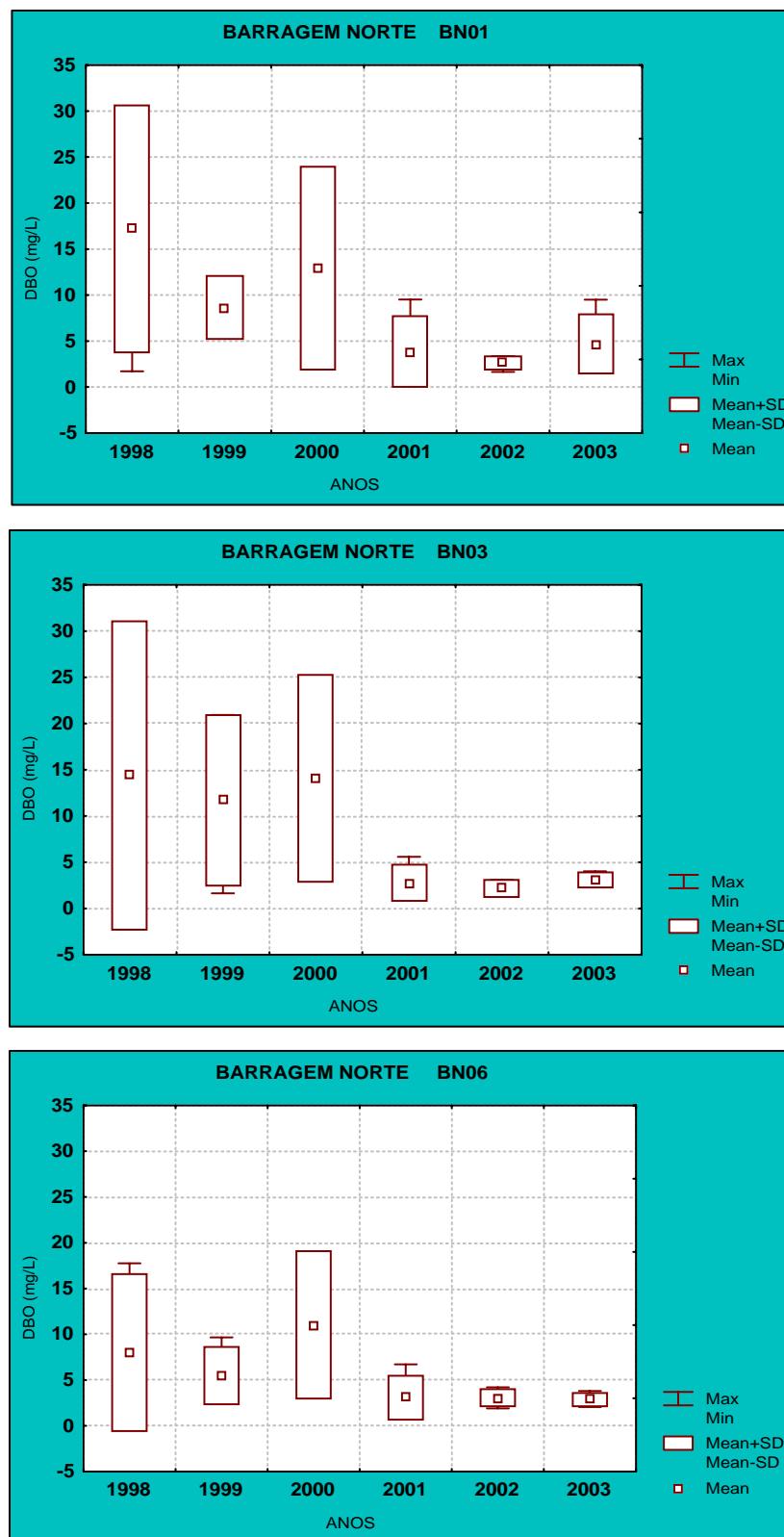
O pH da Barragem Norte se caracterizou pelo caráter levemente básico em toda a série histórica. Todos os pontos estiveram dentro da faixa de valores permitida pelo CONAMA (1986), que está entre 6,0 a 9,0 para águas doces, classe 2. Através da Figura 3.2.2.1.1-3, pode-se perceber que nos Pontos BN01 e BN06, os valores foram bem homogêneos e mais elevados entre os anos de 2001 e 2003. No Ponto BN06 os valores médios chegaram a 8,71 em 2002 e a 8,8 em 2001, indicando que o pH da barragem é normalmente mais alto. Em 2002 ocorreu a maior variação de pH na Barragem Norte, principalmente no Ponto BN01, onde o valor que era de 7,92 em maio/2002 elevou-se para 9,09 em dezembro/2002. Variações assim podem interferir nas comunidades biológicas presentes na Barragem Norte e favorecer a liberação de compostos tóxicos, como a amônia não-ionizável.

A variação da DBO a partir de 1998 ocorreu de maneira inversa às concentrações de oxigênio dissolvido. Os valores estiveram elevados entre 1998 a 2000 e baixos de 2001 em diante. No início dos monitoramentos foi observado que a DBO no Ponto BN06 era bem menor que nos demais pontos (Figura 3.2.2.1.1-4), graças a maior distância do descarte do efluente. Em termos de valores, nesta época o nível máximo da DBO chegou a 25,2 mg/L no Ponto BN01 e a 26,25 mg/L no Ponto BN03, o que era esperado visto aos baixos valores de oxigenação do local nestes anos de 1998 a 2000. Entre 2001 a 2003 a qualidade do tratamento do efluente parece ter melhorado substancialmente fazendo com que a média de DBO em toda a área monitorada caísse, ficando abaixo de 5,0 mg/L como preconiza o CONAMA. Além disto, pode ser notado uma maior homogeneidade entre os valores dos três pontos, indicando que as águas da Barragem Norte vêm apresentando uma melhora significativa.

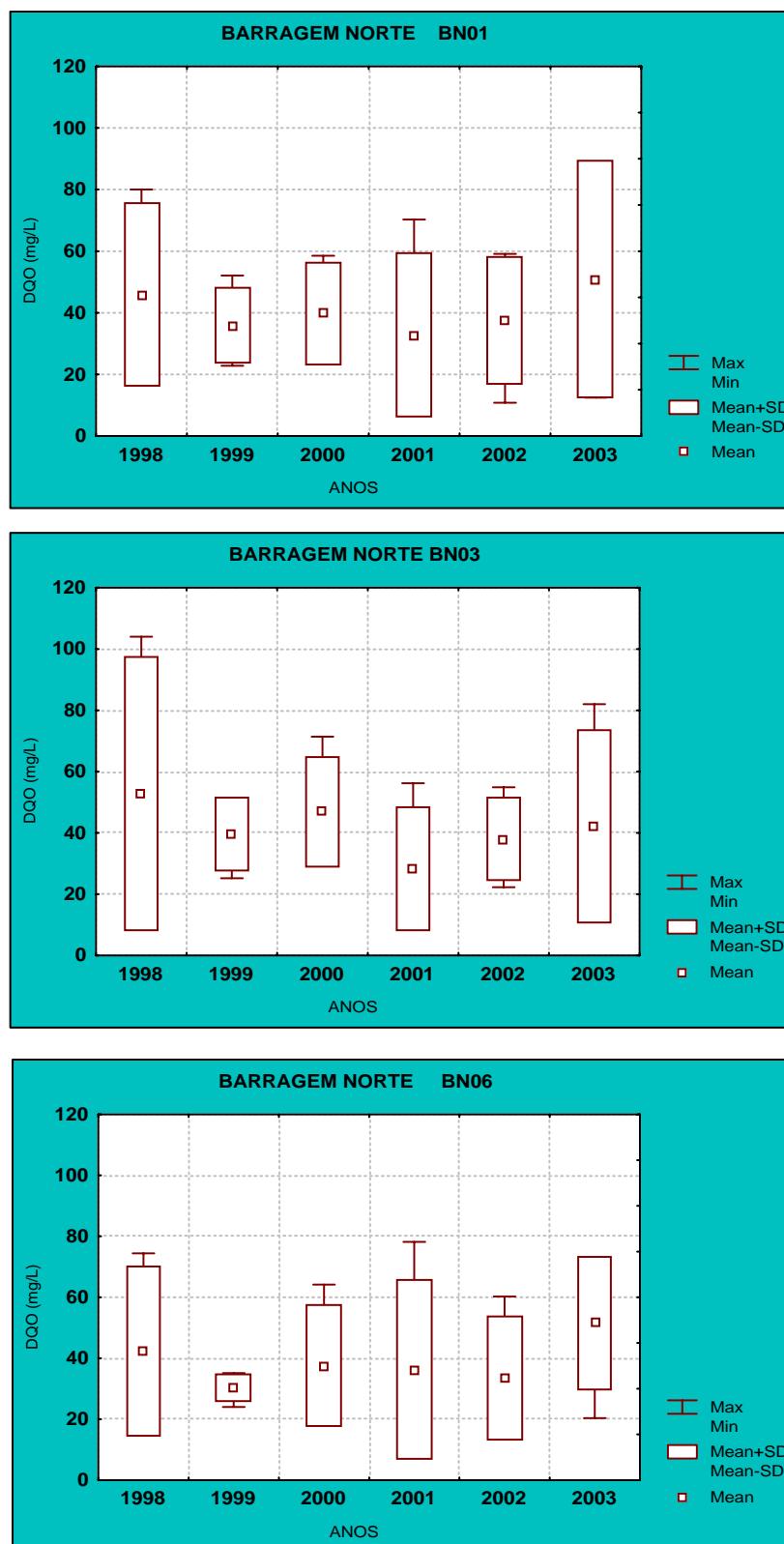
A DQO não apresentou um padrão nítido de comportamento, mas não ocorreram variações significativas entre os pontos de coleta, como pode ser observado na Figura 3.2.2.1.1-4. Nos Pontos BN01 e BN03, os menores valores foram registrados em 2001, sendo a média anual equivalente a 32,75 mg/L e 28,3 mg/L, respectivamente. Já o Ponto BN06 apresentou o menor nível de DQO em 2000, com 30,27 mg/L. Com base nos dados não há uma nítida relação entre a DQO e a diluição do efluente até chegar no Ponto BN06. Nos anos de 1999 e 2000 os valores da DQO demonstraram estar associados ao regime de seca e cheia, influenciado pelas chuvas. Nos períodos de menor volume de água (maio e agosto), a maior concentração da matéria orgânica, principalmente de origem vegetal, fez com que os valores da DQO aumentassem naturalmente e na época de cheia, a diluição das águas fez com que os valores passassem a ser ligeiramente menores (LIMNOS, 1999; 2000). Porém nos anos seguintes essa explicação não se aplicou a nenhum ponto de coleta localizado na Barragem Norte, ocorrendo valores elevados também nos períodos chuvosos e menores durante a época de seca.



**Figura 3.2.2.1.1-3: Distribuição do pH nos pontos de amostragem da Barragem Norte entre os anos de 1998 e 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-4: Distribuição da DBO (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte entre os anos de 1998 a 2003.**

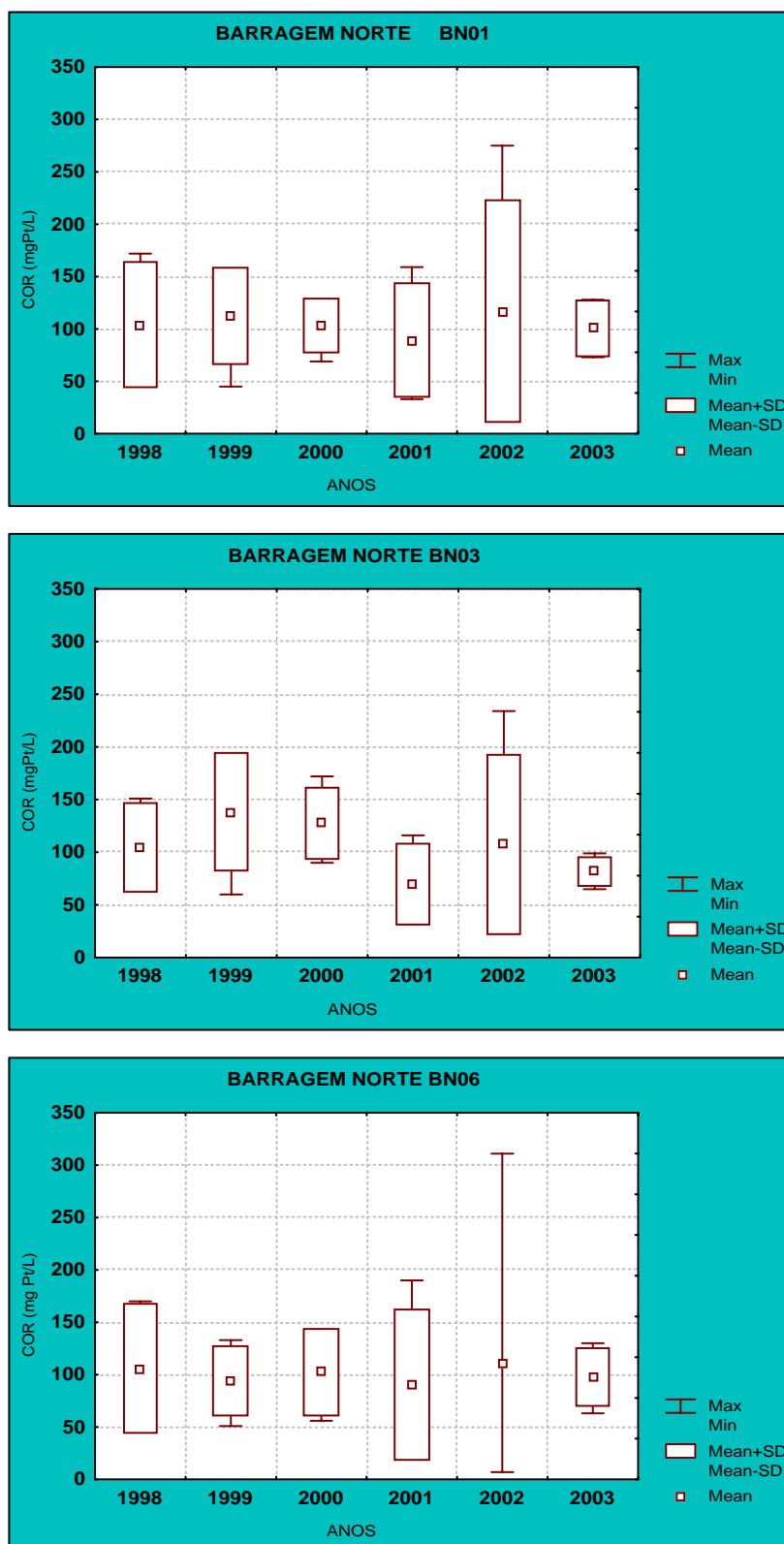


**Figura 3.2.2.1.1-5: Distribuição da DQO (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1998 a 2003.**

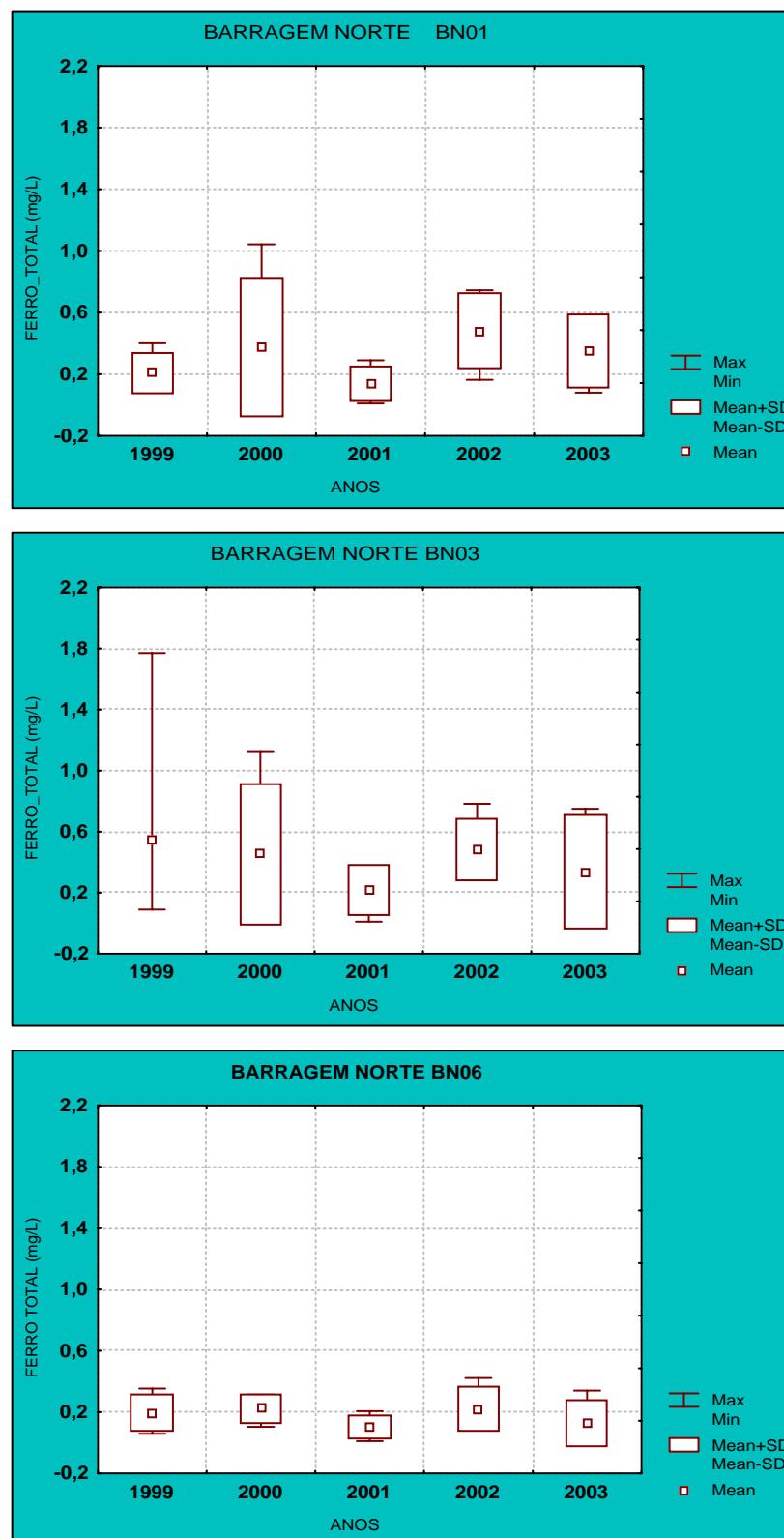
A cor é um parâmetro físico originado basicamente pela presença de sólidos dissolvidos, pela decomposição da matéria orgânica que libera compostos húmicos e fúlvicos e pelo ferro e manganês que não apresenta risco à saúde. Quando relacionados os dados de cor e de sólidos dissolvidos, nos anos de 1999, 2001 e 2002 foi observado uma relação direta entre ambos. Porém, com relação as concentrações de ferro dissolvido, essa relação só ocorreu em duas campanhas (novembro/2002 no ponto BN01 e fevereiro de 2003 o ponto BN03) o que indica apenas uma coincidência. A respeito das concentrações da cor nas águas da Barragem Norte, estas se mostraram elevadas desde a primeira campanha em 1998 (Figura 3.2.2.1.1-6), ficando acima do limite recomendado de 75 mgPt/mL em todos os três pontos de amostragem (LIMNOS, 1999). Em se tratando das médias anuais, somente em 2001 no Ponto BN03 (69,5 mgPt/mL), a cor da água ficou abaixo da concentração máxima permitida pelo CONAMA (1986). Os estudos realizados desde então indicam que a água local apresenta uma coloração forte, oriunda principalmente pelos sais de ferro (mesmo em pequenas quantidades) e também do reflexo da luz incidente nas algas (BIOLÓGICA, 2003). Em 2002 foram observadas as maiores variações deste parâmetro na Barragem Norte e também os maiores valores, chegando a 311 mgPt/mL no Ponto BN06. Entretanto, as elevadas concentrações de ferro solúvel observadas neste ano ocorreram nos outros dois pontos de amostragem. Vale ressaltar que em 2003, as concentrações foram um pouco menores, o que pode estar associado à eficiência do sistema de tratamento do efluente. Por fim, a legislação ambiental vigente não aborda este parâmetro para os efluentes industriais.

As concentrações de ferro sempre receberam um enfoque especial por representarem a principal matéria prima utilizada na usina da SAMARCO e por estarem presentes nos rejeitos da mineração. O ferro total não tem valores máximos previstos na Resolução CONAMA 020/86 e assim como verificado para a forma solúvel, valores médios mais altos também ocorreram no ano de 2002, inclusive no Ponto BN06 (Figura 3.2.2.1.1-7). As concentrações médias variaram entre 0,14 mg/L e 0,48 mg/L no Ponto BN01; entre 0,22 mg/L e 0,54 mg/L no Ponto BN03 e entre 0,1 mg/L e 0,22 mg/L no Ponto BN06 (Tabelas 3.2.2.1.1-1, 3.2.2.1.1-2 e 3.2.2.1.1-3). A série histórica de dados indica que o ponto BN03 apresenta os maiores teores de ferro total da Barragem Norte e ainda assim tais concentrações não são consideradas danosas para as águas em questão. O ferro só passa a ser tóxico para os seres vivos quando ingerido concentrações de 1 a 2 gramas (BAUNGARTEM, 2001).

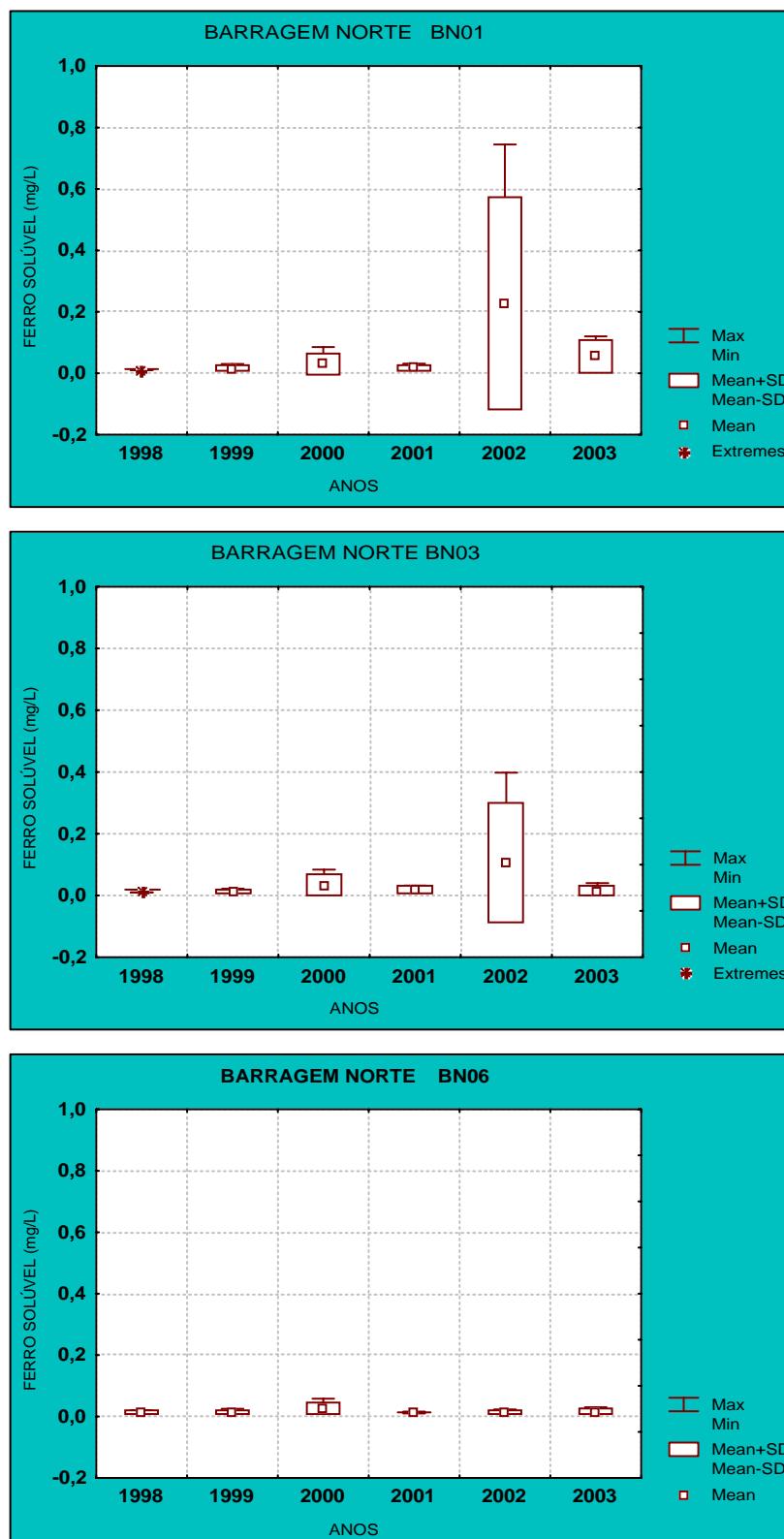
As concentrações de ferro solúvel ( $Fe^{+2}$ ) (Figura 3.2.2.1.1-8) apresentaram valores satisfatórios e somente em 2002 e 2003 ocorreram alguns valores acima de 0,3 mg/L, extrapolando o limite recomendado pelo CONAMA (1986). Os valores médios, no entanto, ficaram sempre abaixo de 0,3 mg/L (Tabelas 3.2.2.1.1-1, 3.2.2.1.1-2 e 3.2.2.1.1-3). Com relação à distribuição espacial, as concentrações de ferro solúvel foram mais elevadas nos Pontos BN01 e BN03 quando comparadas com a região do ponto BN06, o que era esperado devido ao maior distanciamento deste ponto com o local de descarte do efluente. Os baixos valores de ferro solúvel registrados desde 1998 podem ser mantidos graças ao sistema de tratamento da ETEI e pelo pH levemente básico da Barragem Norte.



**Figura 3.2.2.1.1-6: Distribuição de Cor (mgPt/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1998 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-7: Distribuição de Ferro Total (mg/L) nos pontos de amostragem durante os anos de 1998 a 2003.**



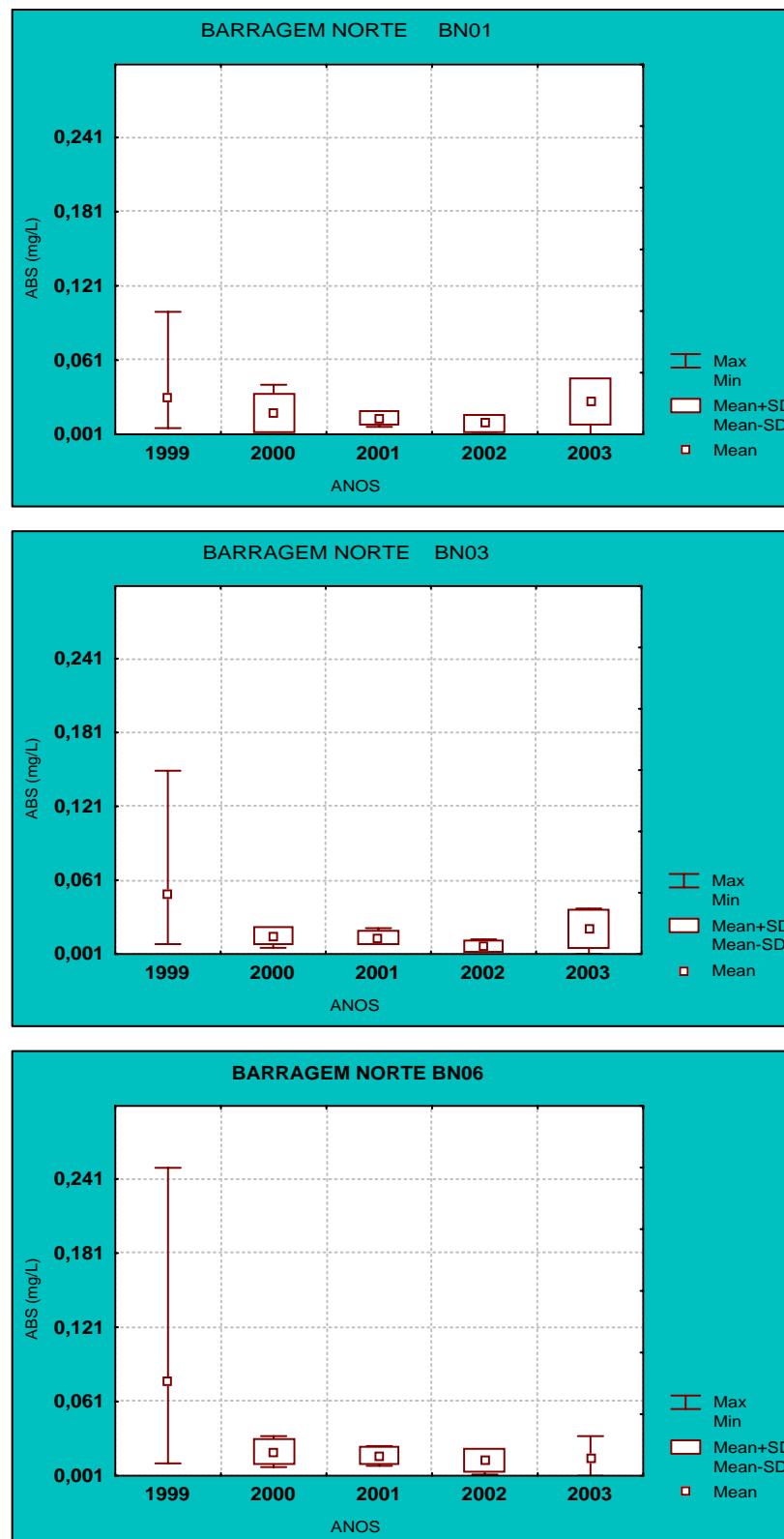
**Figura 3.2.2.1.1-8: Distribuição de Ferro Solúvel (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1998 a 2003.**

Os detergentes monitorados na Barragem Norte foram representados pelo composto ABS (alquilbenzeno sulfonato de sódio), que é mais persistente no ambiente, podendo causar (em concentrações elevadas) a flotação de sólidos e a morte de bactérias importantes na manutenção do equilíbrio ecológico. Segundo BAUNGARTEM (2001), atualmente o ABS vem sendo substituído em muitas indústrias por detergentes mais biodegradáveis, como os  $\alpha$ -benzenosulfonatos de sódio com cadeia linear (LAS). Os resultados encontrados na série histórica do monitoramento da SAMARCO mostraram que as concentrações de detergentes não foram elevadas, variando entre 0,01 mg/L e 0,08 mg/L, entre os pontos amostrados. A única exceção foi registrada no ano de 1999, quando a concentração de ABS no Ponto BN06 chegou a 0,25 mg/L, durante o mês de agosto. A Resolução CONAMA 020/86 expressou a concentração máxima para águas doces, classe 2, de detergentes sob a forma de substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno em 0,5 mg/L LAS. Quando se considera o mesmo valor para ABS, os Pontos BN01, BN03 e BN06 da Barragem Norte estiveram livres de contaminações. A variação entre os pontos também foi pequena, como pode-se perceber através da Figura 3.2.2.1.1-9, indicando que o efluente não é uma fonte considerável destes poluentes para a área.

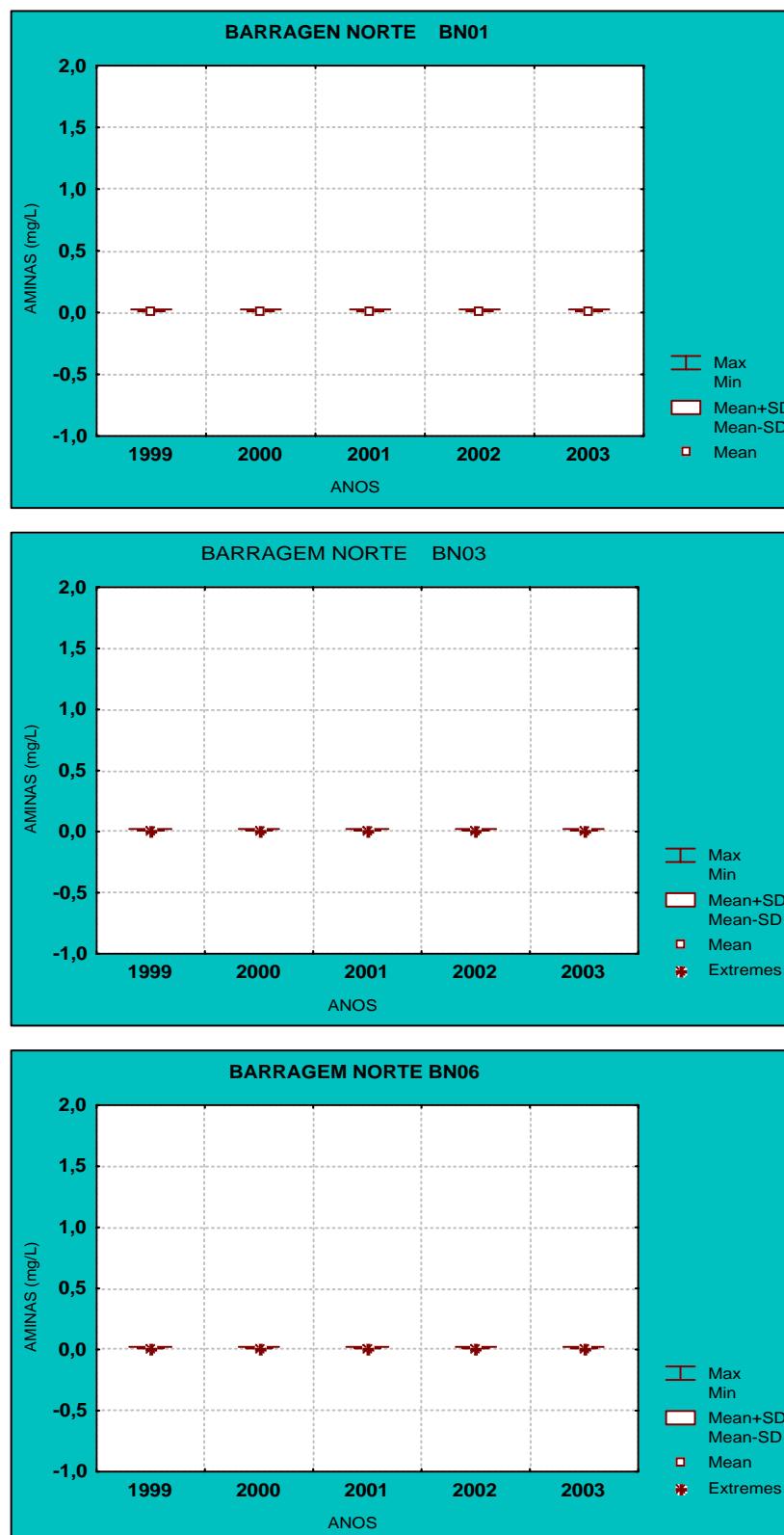
A distribuição espaço-temporal das aminas foi sempre homogênea. As aminas são derivados orgânicos do amoníaco e suas concentrações ficaram em 0,01 mg/L desde 1999 (Figura 3.2.2.1.1-10). Um fator a contribuir para isso foram os níveis de pH sempre abaixo de 10, contribuindo para a instabilidade da molécula (LIMNOS, 2002). Com relação aos óleos e graxas também não ocorreram variações, e nos três pontos os valores não ultrapassaram 1,0 mg/L, ficando portanto, abaixo do limite de detecção do método e demonstrando a eficiência do sistema de tratamento na retirada dos compostos oleosos do efluente final. Com relação à Legislação Ambiental (CONAMA, 1986), não existem limites específicos para aminas em corpos de água doce e com relação aos óleos e graxas, o recomendado é que tais substâncias estejam ausentes.

Com relação aos metais, o bário é um elemento alcalino-terroso ocorrendo na natureza basicamente como barita ( $BaSO_4$ ) com solubilidade muito baixa e que geralmente tende a precipitação na água. O limite de concentração de bário para águas doces, classe 2 é de 1,0 mg/L segundo o CONAMA. Assim, de maneira geral os valores encontrados na Barragem Norte estão de acordo com a Legislação. Apenas em 1999 foram registrados, nos monitoramentos de fevereiro e maio, concentrações de 2,0 mg/L, ficando fora do padrão ambiental, porém tais valores não se repetiram até o final de 2003. Em termos de média anual, o ponto BN03 apresentou as menores concentrações, mesmo estando sob maior influência do efluente industrial (Figura 3.2.2.1.1-11).

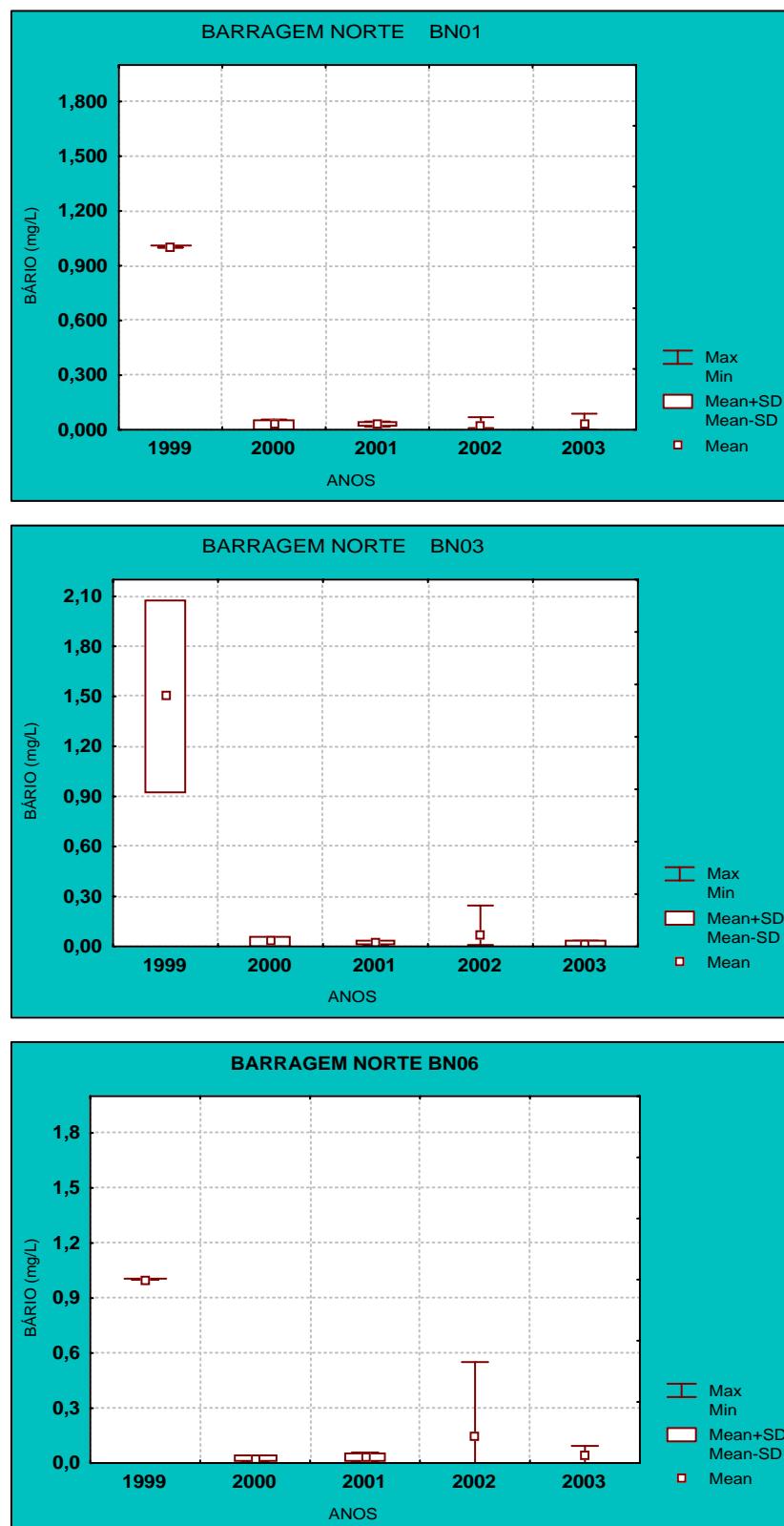
Outro metal monitorado na Barragem Norte foi o cádmio cujos valores variaram de 0,001 mg/L a 0,024 mg/L (Figura 3.2.2.1.1-12). O cádmio é extremamente tóxico podendo ser bioacumulado mesmo em baixas concentrações, levando a efeitos mutagênicos e teratogênicos e por isso a concentração restrita de 0,001 mg/L pelo CONAMA para águas doces, classe 2. Apesar das baixas concentrações nos três pontos de monitoramento os valores ficaram ligeiramente acima de 0,001 mg/L em várias campanhas, o que pode ser percebido nas concentrações médias das tabelas 1, 2 e 3. Através da figura observa-se que houve aumento de concentração de cádmio a partir de 2001 nos três pontos amostrados, quando os valores médios estiveram entre 0,01 mg/L a 0,05 mg/L, mesmo não fazendo parte do processo industrial da SAMARCO.



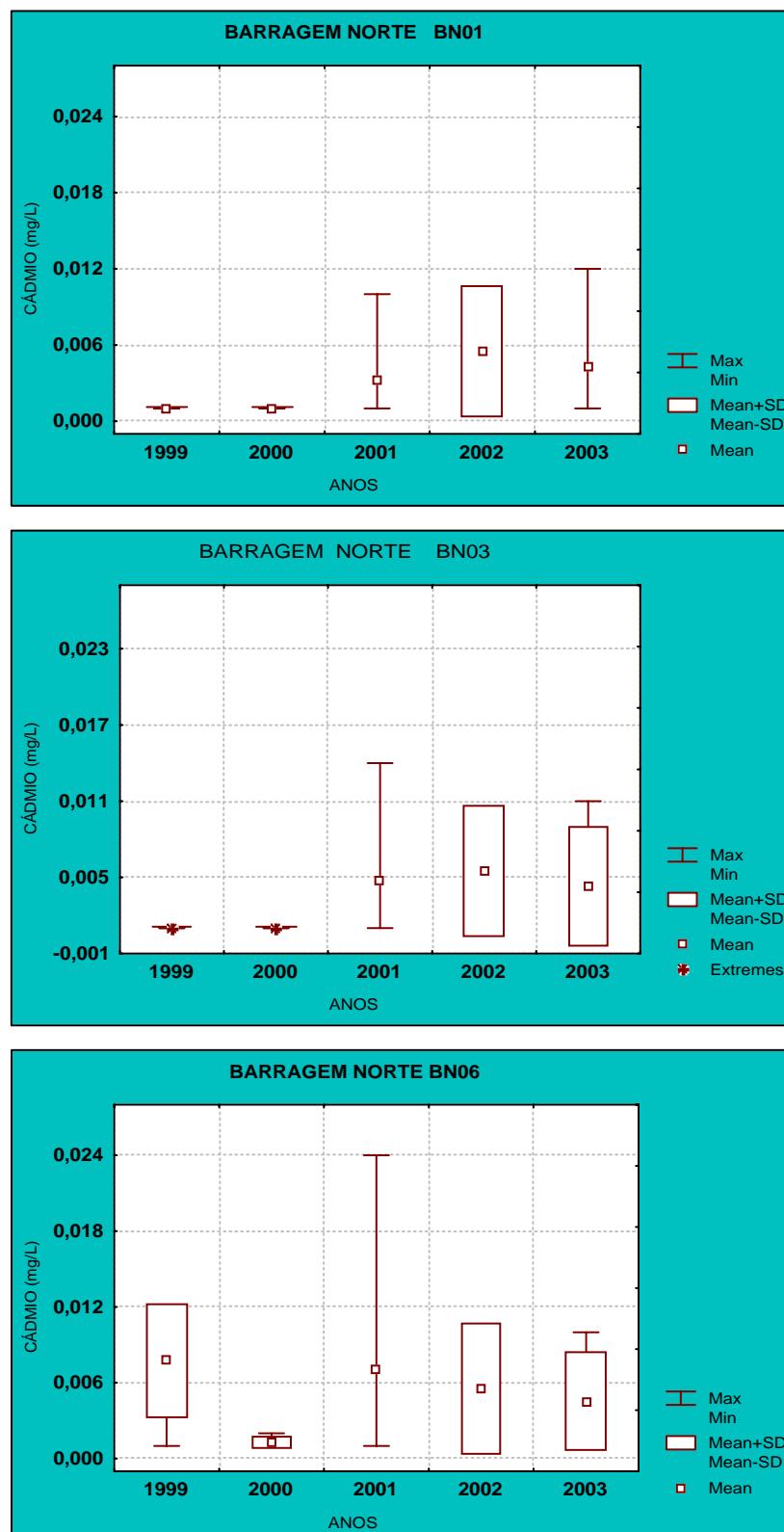
**Figura 3.2.2.1.1-9: Distribuição de ABS (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1998 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-10: Distribuição de Aminas (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1998 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-11: Distribuição de Bário (mg/L) nos pontos de amostragem de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1998 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-12: Distribuição de Cádmio (mg/L) nos pontos de amostragem de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1998 a 2003.**

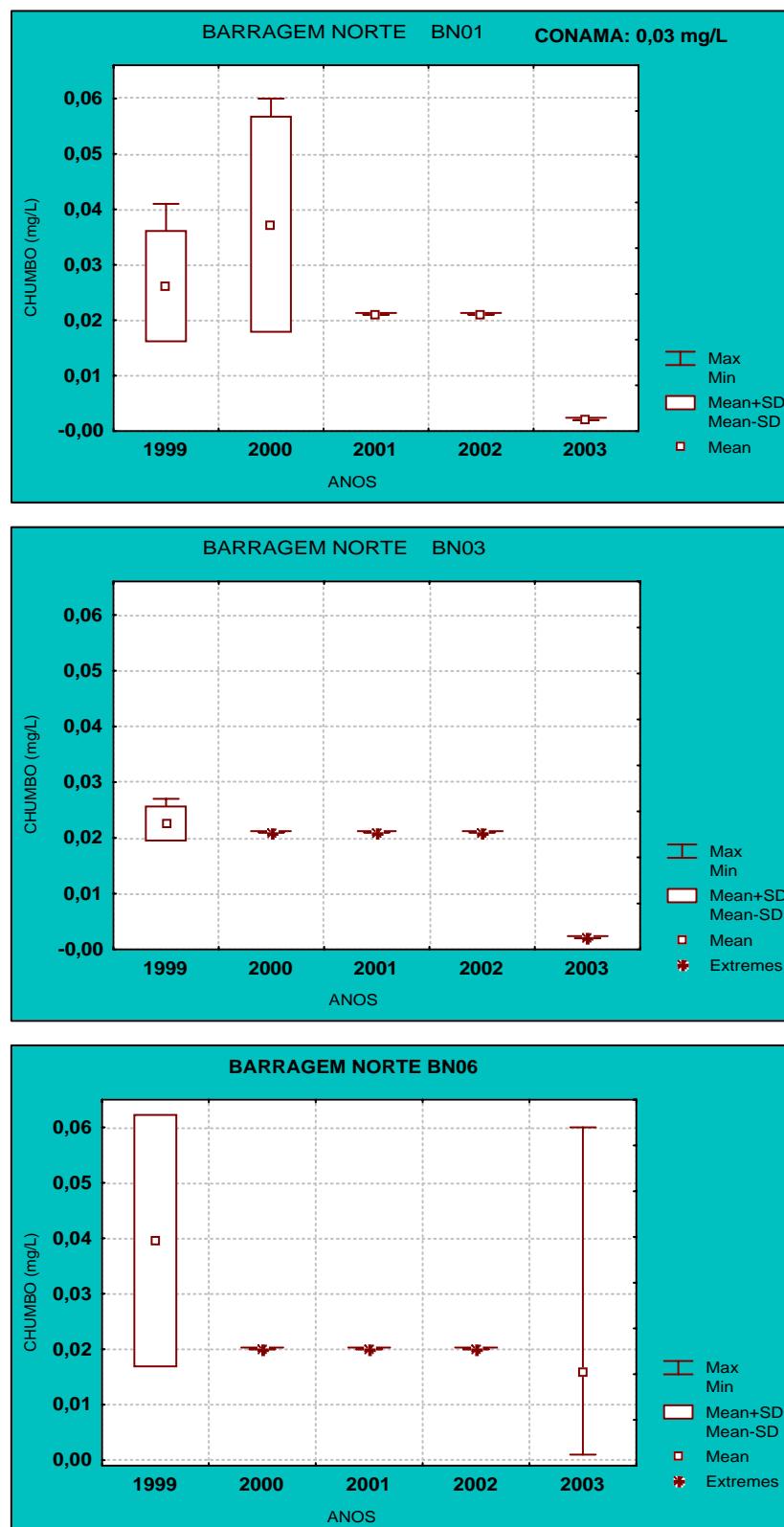
As concentrações de chumbo também permaneceram baixas ao longo dos anos (Figura 3.2.2.1.1-13). Ocorreram alguns picos de concentração (0,06 mg/L) nos meses de fevereiro/1999 e novembro/2003 no Ponto BN06 e no mês de novembro/2000 no Ponto BN01, os quais extrapolaram o limite de 0,03 mg/L de chumbo em corpos de água doce recomendado pela Legislação Ambiental brasileira. O Ponto BN03 apresentou as menores concentrações da Barragem Norte, sendo que na realidade as diferenças entre os pontos foram bem pequenas, graças ao sistema de tratamento utilizado.

A distribuição de cobre na Barragem Norte foi maior no ponto BN03, seguido pelo BN01 com os valores mais baixos encontrados no ponto BN06. Mais uma vez a diferença de concentração entre os pontos foi pequena e desde 1999 ocorreram apenas 3 valores acima de 0,02 mg/L, ficando acima do máximo permitível. Em novembro de 2000 o ponto BN01 esteve com uma concentração de 0,04 mg/L, em agosto de 2003 chegou a 0,05 mg/L no ponto BN03 e em novembro do mesmo ano esteve a 0,03 mg/L no Ponto BN06 (Figura 3.2.2.1.1-14). A média anual de cobre foi de 0,01 mg/L em todos os anos com exceção somente de 2000 (0,02 mg/L) no ponto BN01 e em 2003 (0,02 mg/L) no ponto BN03. Concentrações de cobre em torno de 0,01 mg/L já são capazes de afetar a fotossíntese e o crescimento das algas (BAUNGARTEM, 2001).

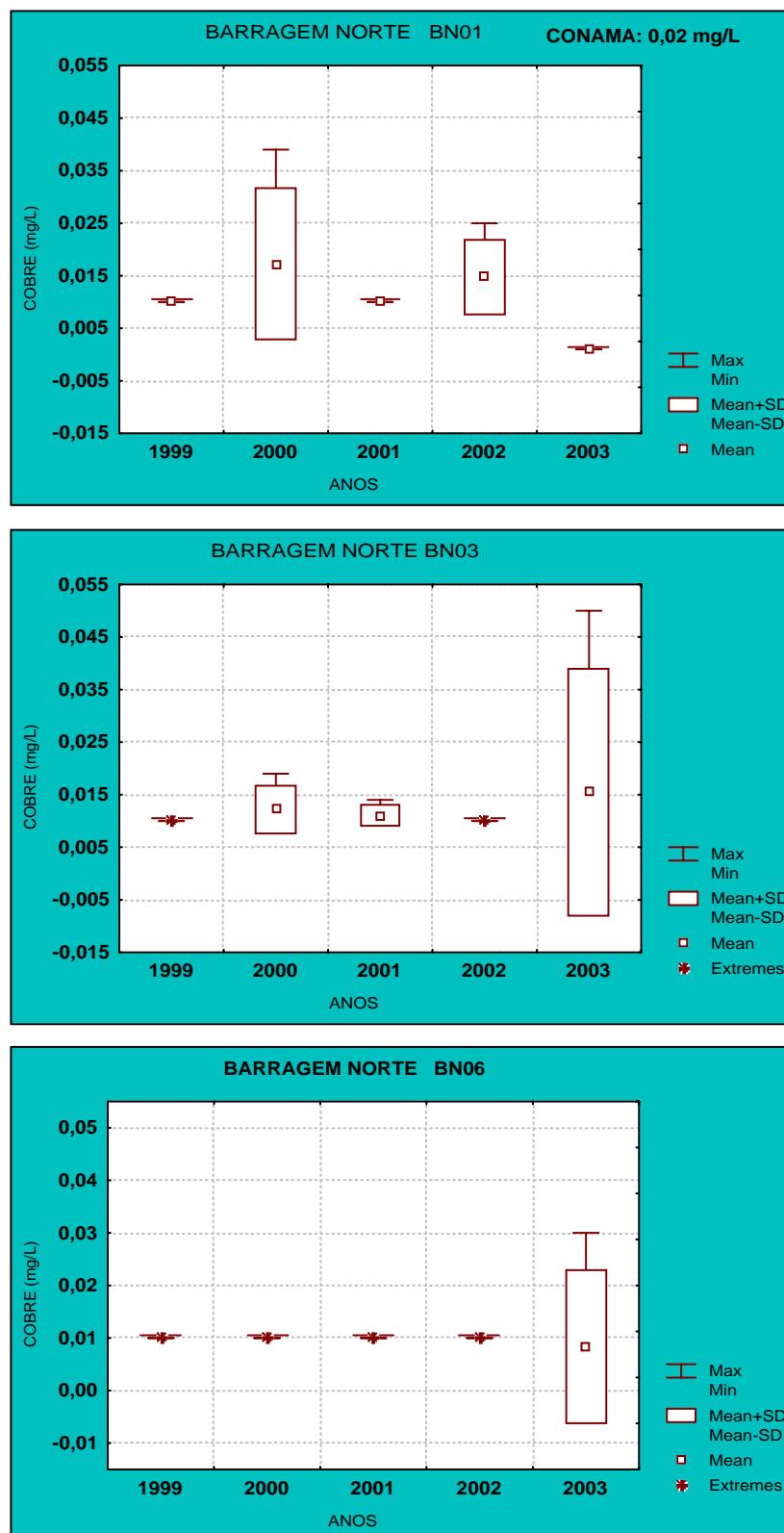
O mercúrio, assim como o cádmio não faz parte do processo industrial da SAMARCO (LIMNOS, 2002), porém as concentrações permaneceram acima do limite de 0,0002 mg/L em várias amostragens (Figura 3.2.2.1.1-15). Novamente foi percebido que as concentrações são mais elevadas no Ponto BN03 e menores no Ponto BN06, indicando que de alguma forma há incremento desse elemento no local de descarte do efluente. Apesar do valor mais elevado da série histórica ter sido registrado no ponto BN06 em novembro de 2000 (0,003 mg/L) o ponto BN03 apresentou valores acima de 0,0002 mg/L em maior freqüência e portanto médias anuais maiores (Tabelas 3.2.2.1.1-1, 3.2.2.1.1-2 e 3.2.2.1.1-3).

As concentrações de níquel na Barragem Norte podem ser consideradas baixas (Figura 3.2.2.1.1-16). Somente em 2002, no Ponto BN03 ocorreu um valor acima do máximo permitido de 0,025 mg/L segundo o CONAMA (1986), chegando a 0,14 mg/L. As doses letais de níquel estão na faixa de 0,5 mg/L a 10 mg/L para peixes de água doce, e em geral é mais tóxico para as plantas que para os animais. Pode ser verificado que nos Pontos BN03 e BN06 houve uma tendência de aumento a partir de 2001, enquanto que no Ponto BN01 a variação temporal foi menor. As concentrações médias anuais de níquel variaram de 0,0001 mg/L em 2001 a 0,043 mg/L, ambos no Ponto BN03 (Tabela 3.2.2.1.1-2).

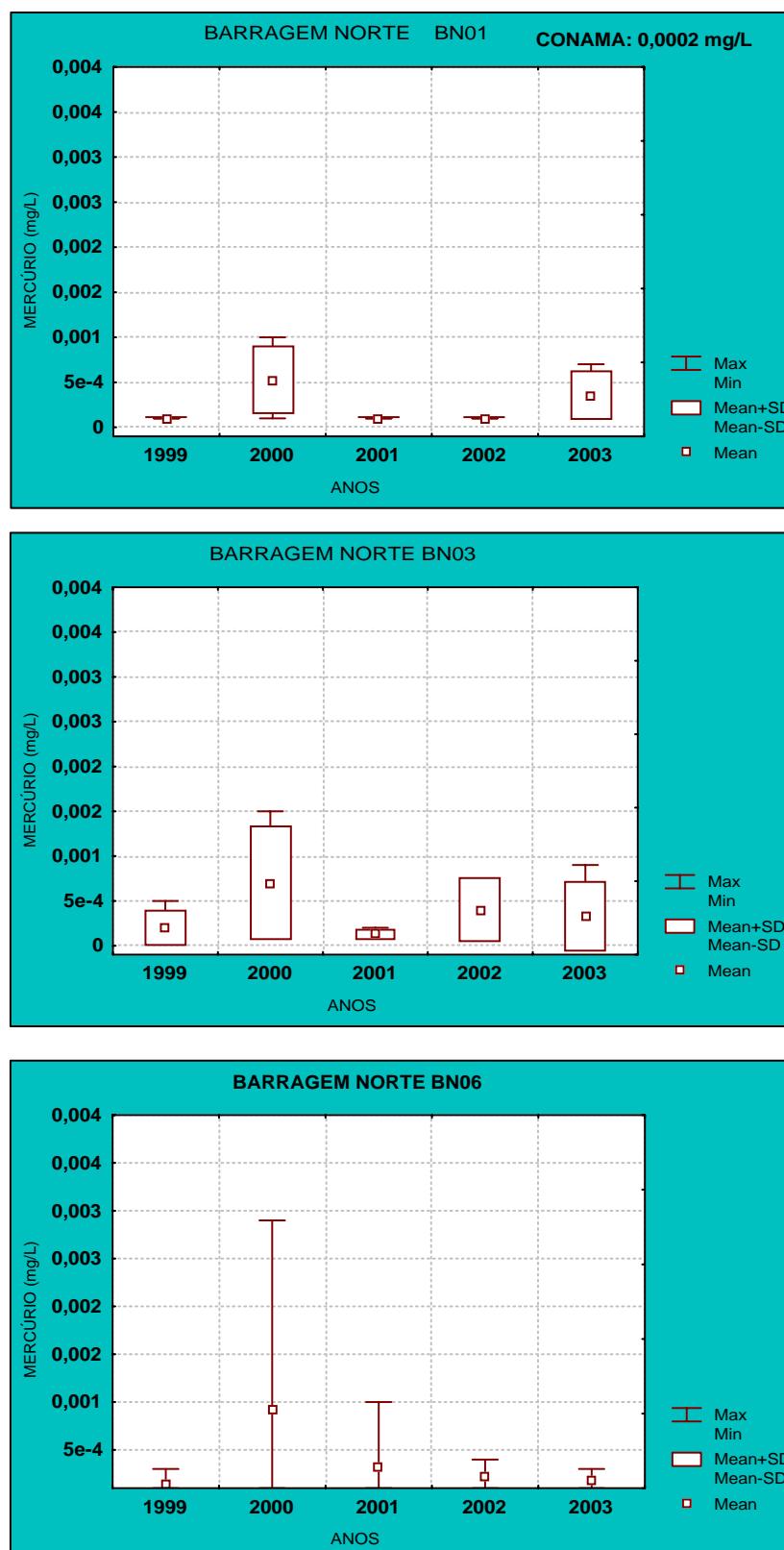
Com relação ao zinco, as concentrações estiveram sempre baixas (Figura 3.2.2.1.1-17), mesmo sendo um rejeito comum nas indústrias de mineração. O Ponto BN01 apresentou os menores níveis de zinco, enquanto a maior concentração foi registrada no Ponto BN03, sendo de 0,46 mg/L em novembro/2001 (LIMNOS, 2001), ficando acima do limite recomendado pelo CONAMA (1986) para águas doces, classe 2.



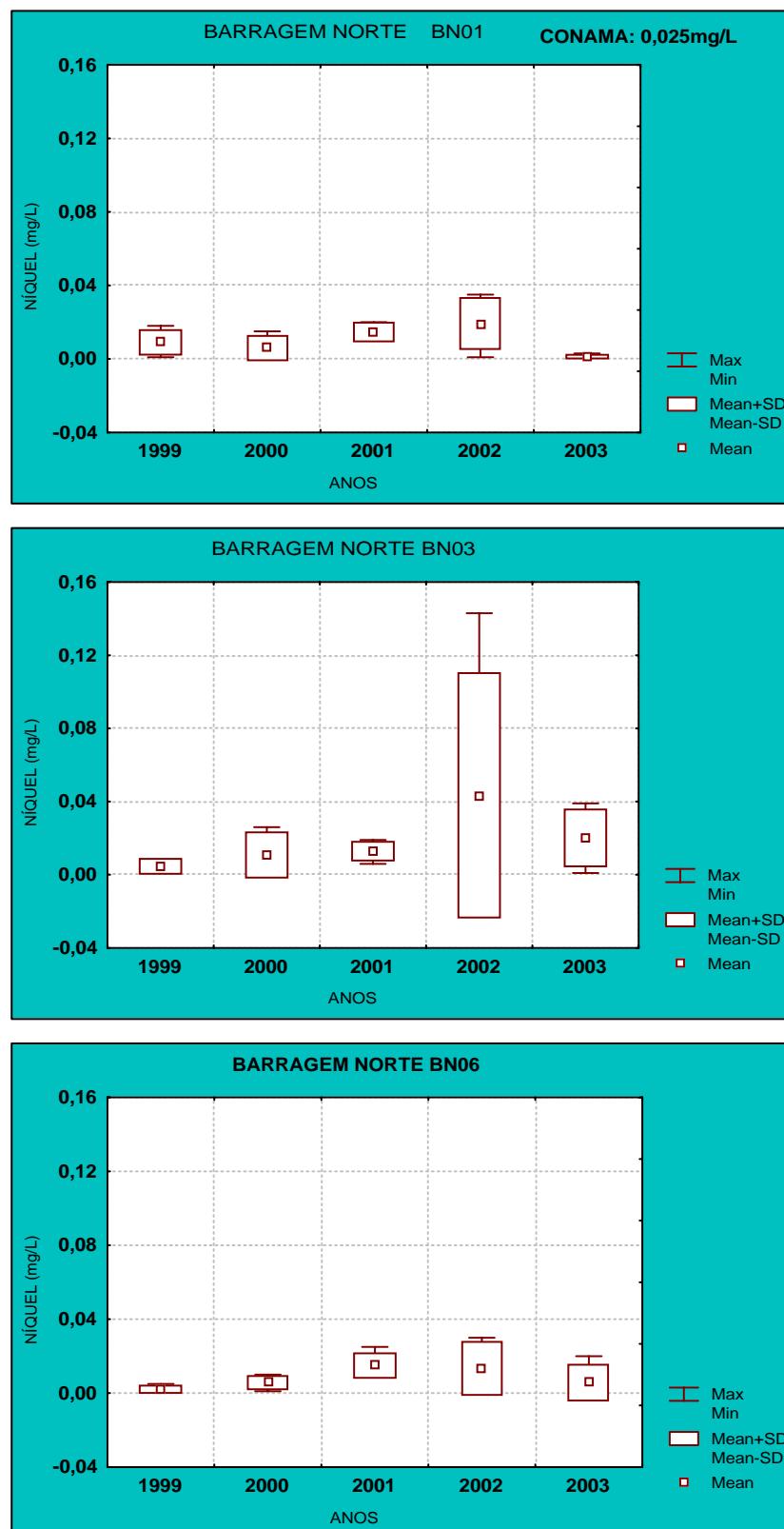
**Figura 3.2.2.1.1-13: Distribuição de chumbo (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1999 a 2003.**



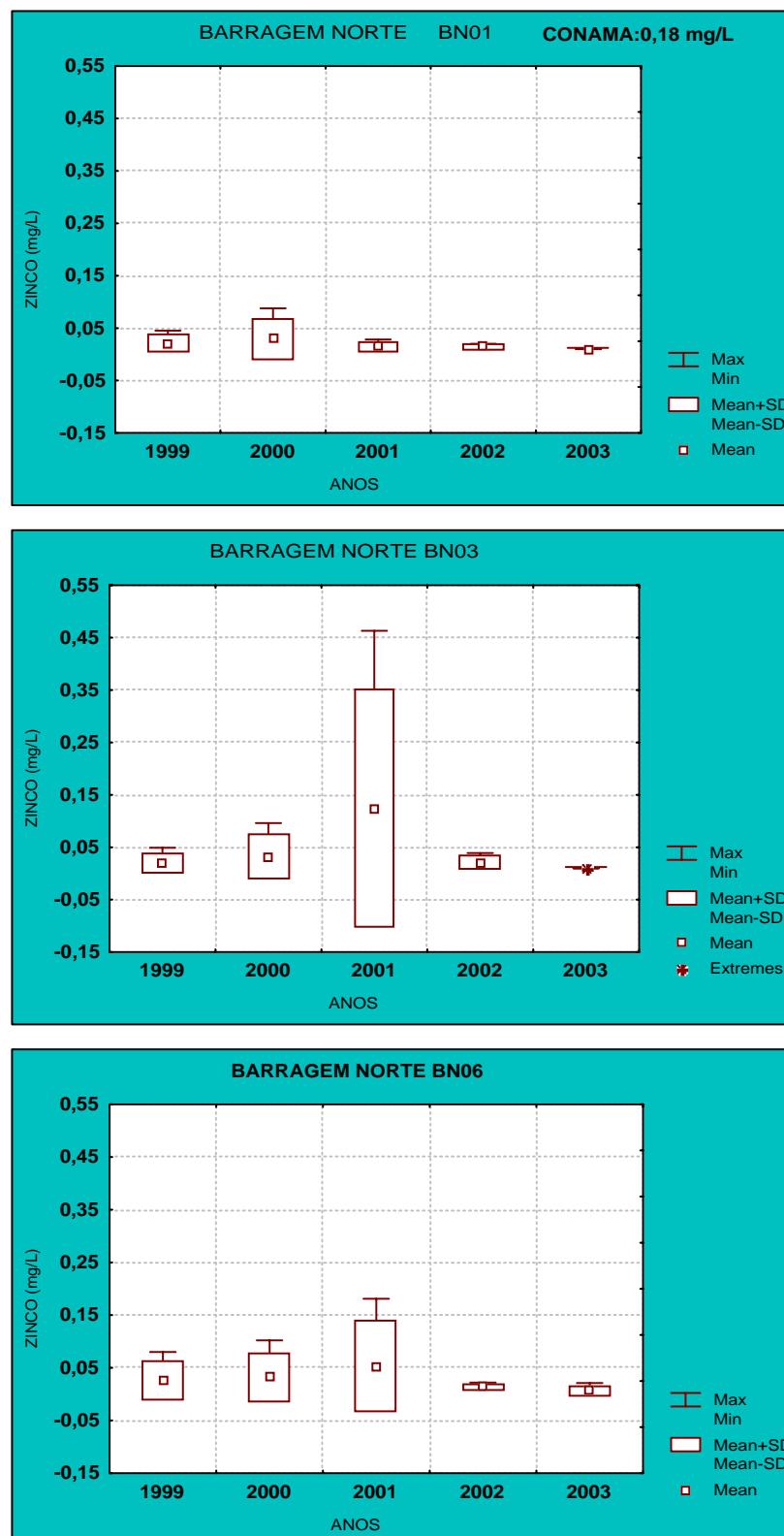
**Figura 3.2.2.1.1-14: Distribuição de Cobre (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1999 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-15: Distribuição de Mercúrio (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1998 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-16: Distribuição de Níquel (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1999 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-17: Distribuição de Zinco (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1999 a 2003.**

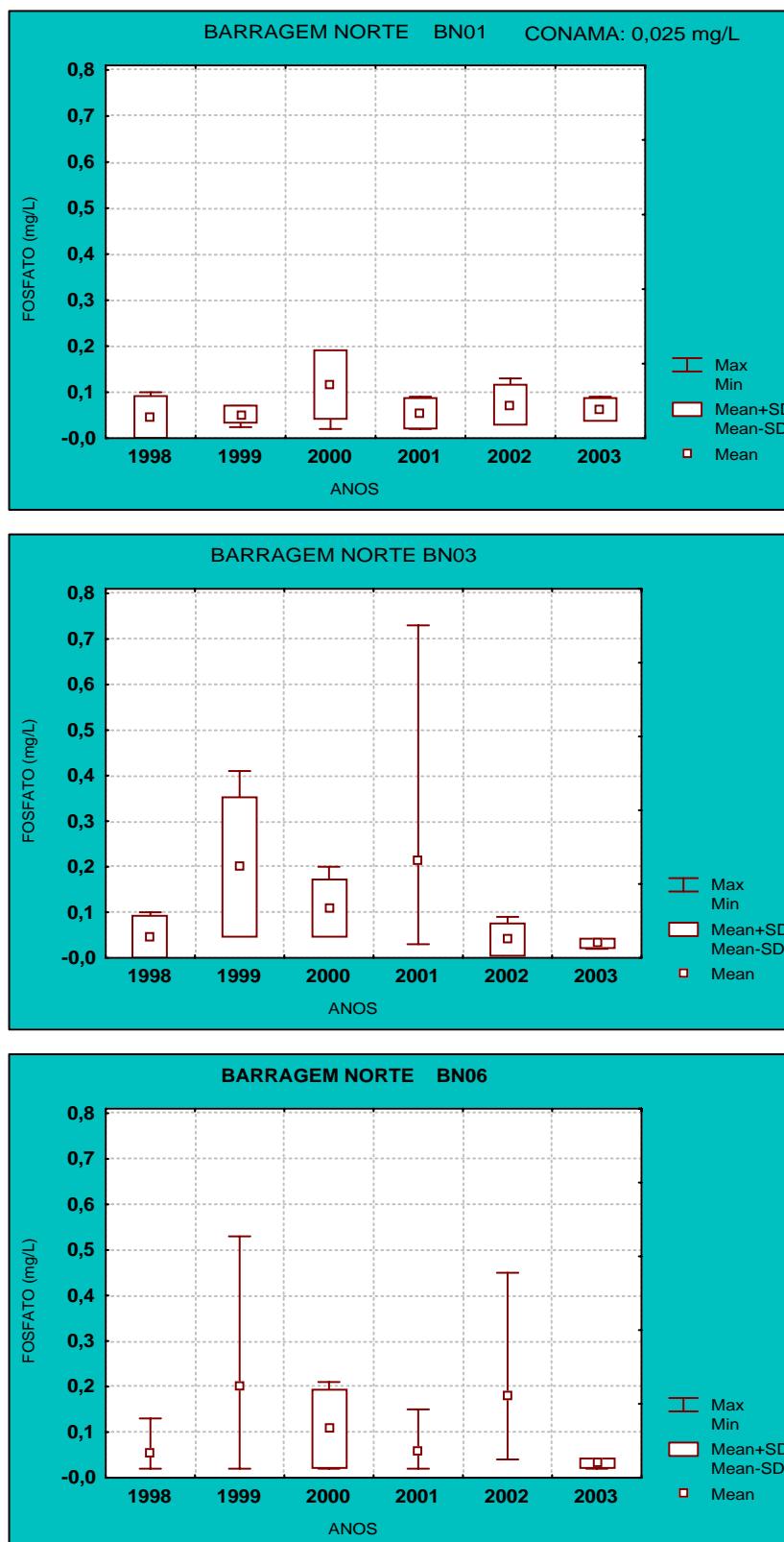
Os nutrientes representados pelo fosfato e nitrogênio total apresentaram valores mais elevados em BN03. Através das Tabelas 3.2.2.1.1-1 a 3.2.2.1.1-3 é possível verificar que as concentrações médias de fosfato ficaram acima do limite de 0,025 mg/L na maior parte do período avaliado, entretanto no ano de 2003, os valores caíram significativamente, com médias anuais de 0,05 mg/L no Ponto BN01 e 0,02 mg/L nos Pontos BN03 e BN06 (Figura 3.2.2.1.1-18). Para ambos os compostos, o Ponto BN06 apresentou as menores concentrações ao longo do tempo, fato devido, possivelmente, à maior distância em relação ao local de descarte e seu fluxo em direção à lagoa de Maimbá, indicando que o efluente consegue incrementar as concentrações de fosfato e nitrogênio na Barragem.

O nitrogênio total engloba as frações inorgânicas (amônio, nitrato e nitrito) e orgânicas, e em se tratando de contribuições de efluentes, a tendência é que a presença de nitrogênio orgânico seja muito maior. Em termos de concentração, o nitrogênio total também foi um composto com valores altos para ambientes lacustres naturais, com valores médios anuais entre 1,25 mg/L (Ponto BN06) e 2,93 mg/L (Ponto BN03), porém atingindo concentrações máximas de até 4,6 mg/L (fevereiro/2001 no Ponto BN03) (LIMNOS, 2001) como apresentado na Figura 3.2.2.1.1-19. Por se tratarem de nutrientes essenciais para as comunidades aquáticas, altos níveis de fósforo e nitrogênio associados estimula o crescimento do fitoplâncton, com consequências via de regra danosas para o meio como por exemplo a formação de florações indesejáveis com diminuição da diversidade biológica.

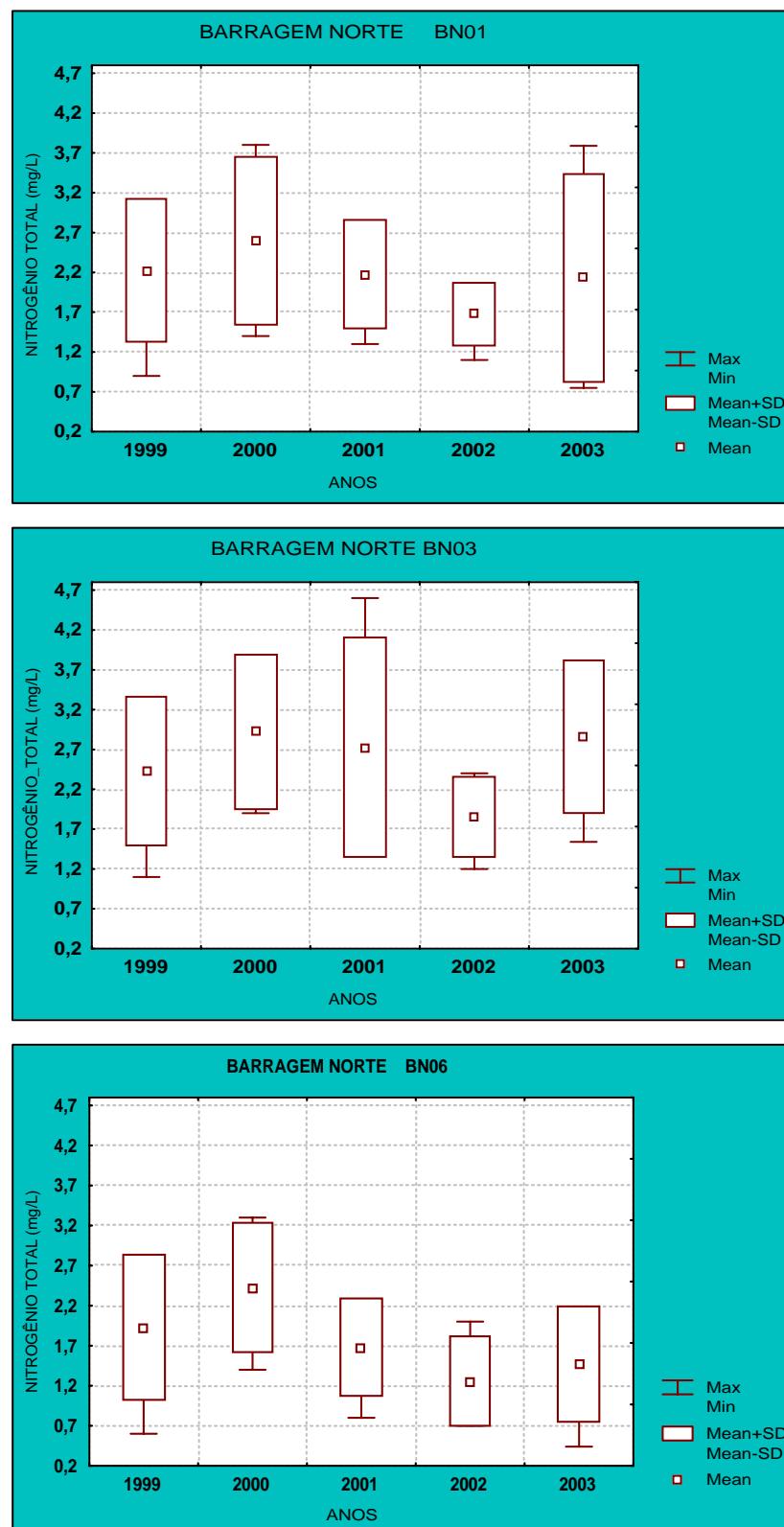
A distribuição de sólidos foi bem semelhantes entre os pontos ao longo do período avaliado. Os sólidos dissolvidos representaram a principal fonte de resíduos sólidos na Barragem Norte. Através da Figura 3.2.2.1.1-20 pode-se observar que os valores sofreram uma redução considerável nos três pontos de amostragem a partir de 2001, o que indica a melhoria na retirada dessa fração no efluente final. Todas as concentrações registradas ficaram abaixo do limite de 500 mg/L recomendado pelo CONAMA (1986) para águas doces, classe 2. As concentrações médias variaram entre 271 mg/L (Ponto BN 06, em 2001) e 418 mg/L (Ponto BN01, em 1998).

Os sólidos sedimentáveis estiveram sempre em níveis muito baixos na Barragem Norte, ficando abaixo do limite de detecção de 0,1 mg/L, em todos os anos, com exceção apenas de 2003, quando ainda com um sensível incremento nos valores as concentrações permaneceram baixas (Figura 3.2.2.1.1-21). Tais resultados indicam que não está ocorrendo a aceleração no assoreamento da barragem (BIOLÓGICA, 2003). A distribuição espaço-temporal de sólidos demonstra que a concentração de material particulado na Barragem Norte é muito baixa, inclusive no Ponto BN03, onde a contribuição do efluente é maior (LIMNOS, 2001; 2002). Tal fato é confirmado pelos valores de sólidos totais (Figura 3.2.2.1.1-22), que permaneceram sempre muito próximos à carga de sólidos dissolvidos.

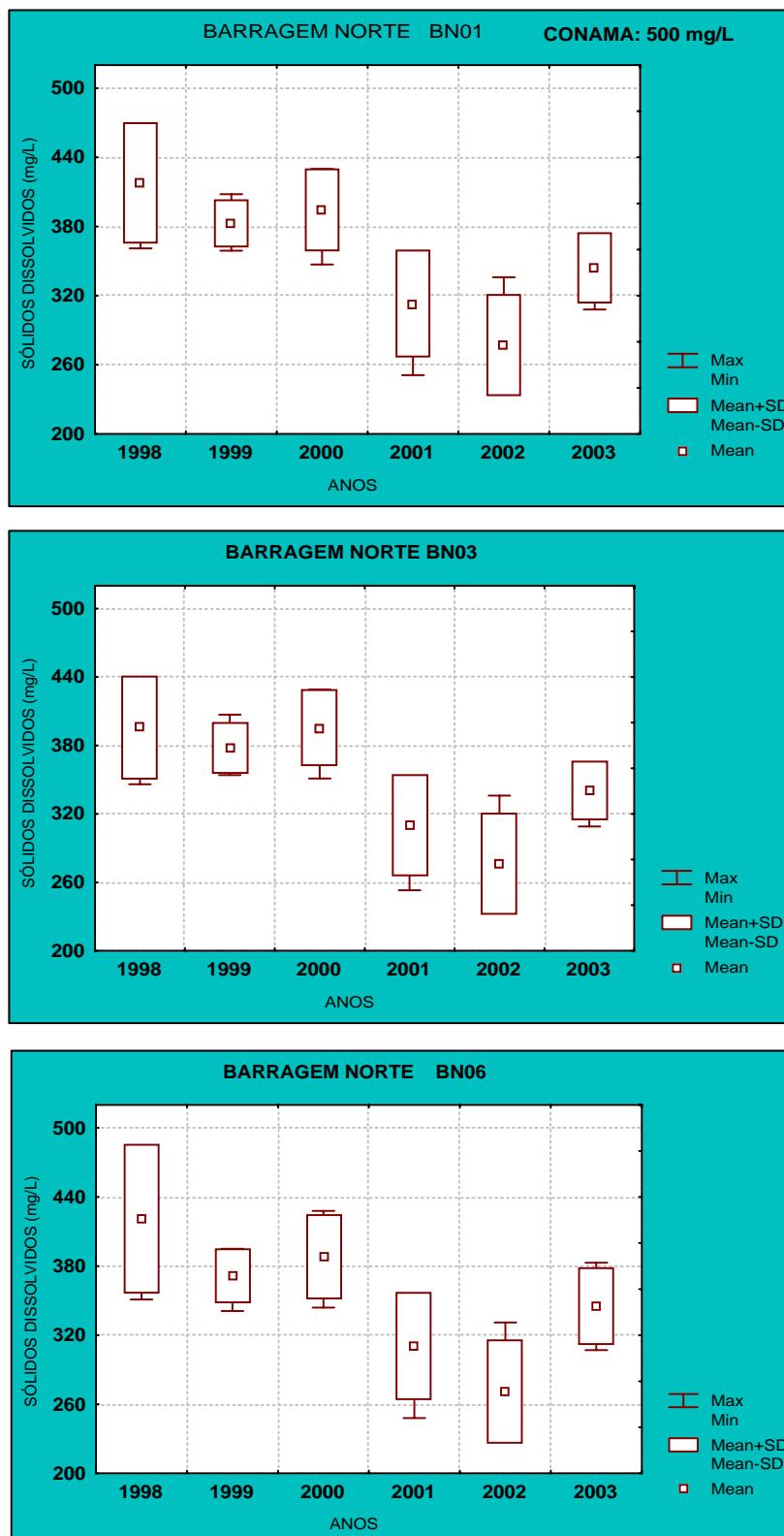
Como esperado, os valores de turbidez seguiram o padrão verificado para a carga de sólidos, com valores médios muito próximos ao longo dos anos entre os pontos monitorados. De maneira geral, a turbidez foi baixa na Barragem Norte (Figura 3.2.2.1.1-23), com valores sempre muito abaixo do limite de 100 NTU (CONAMA, 1986), em consequência da baixa presença de material em suspensão. Vale ressaltar que os valores encontrados no Ponto BN03 foram muitas vezes mais satisfatórios que aqueles observados no Ponto BN06, o que demonstra mais uma vez que os sólidos suspensos são eliminados com eficácia pelo tratamento do efluente (BIOLÓGICA, 2003).



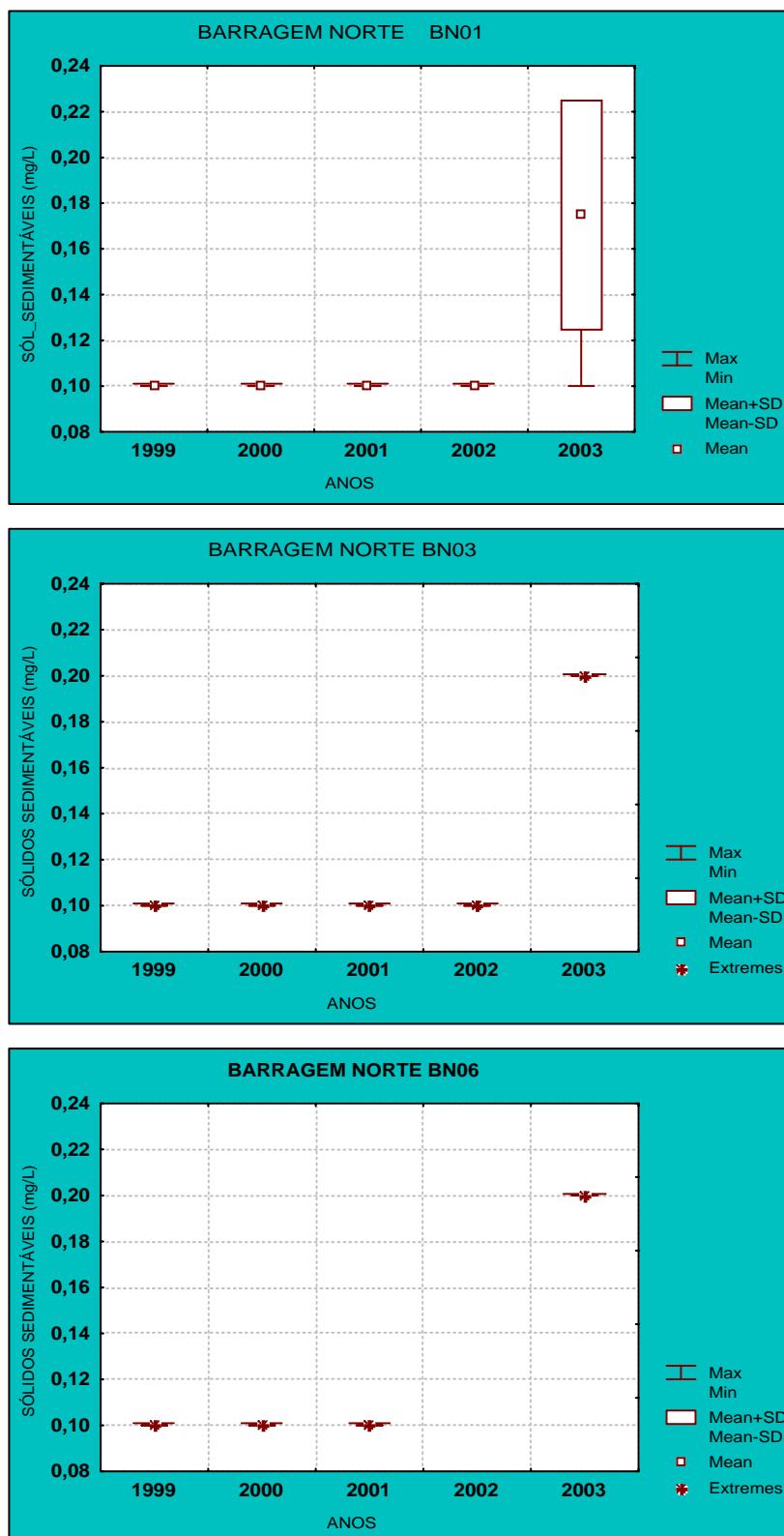
**Figura 3.2.2.1.1-18: Distribuição de Fosfato (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1998 a 2003.**



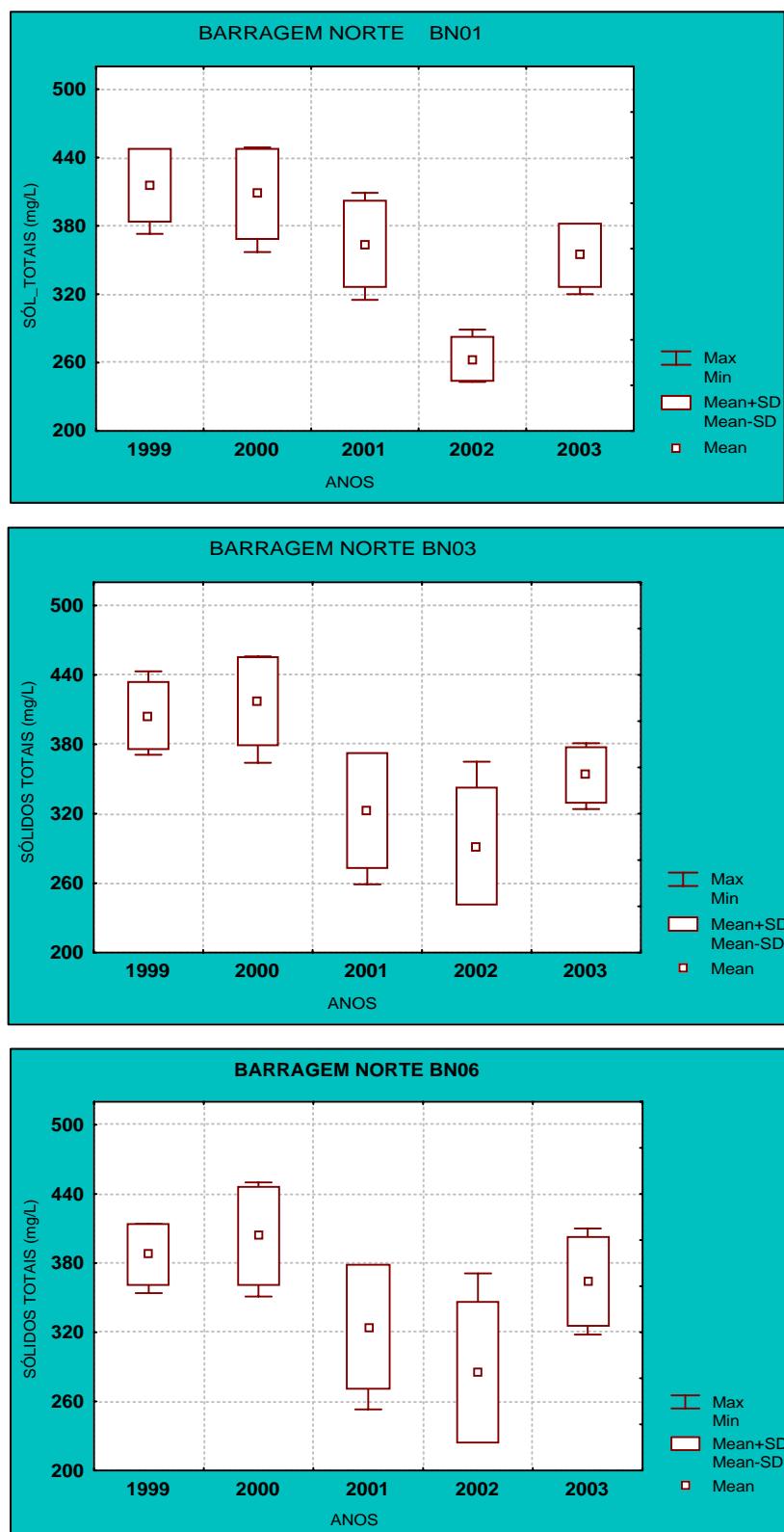
**Figura 3.2.2.1.1-19: Distribuição de Nitrogênio Total (mg/L) nos pontos de amostragem na Barragem Norte durante os anos de 1999 a 2003.**



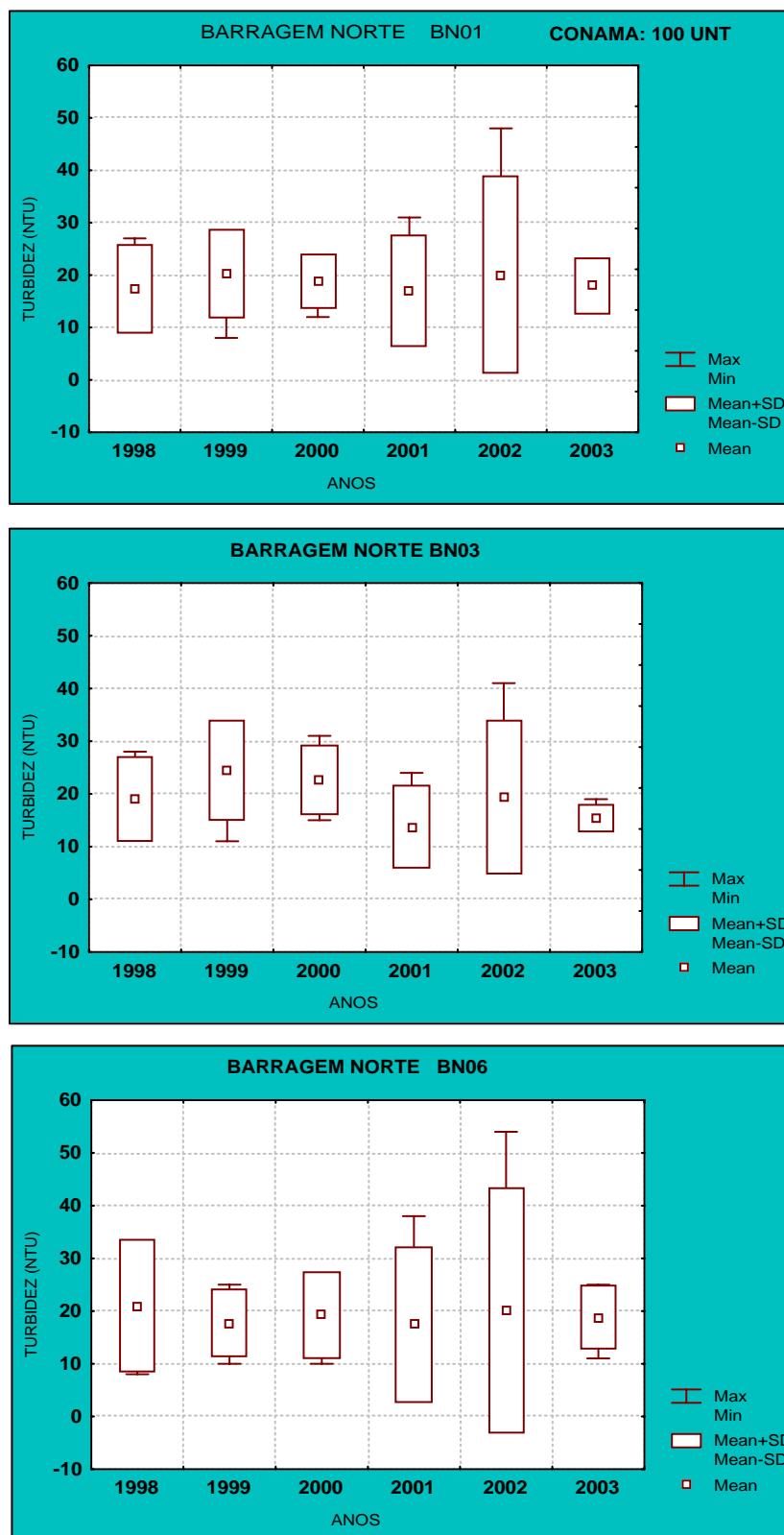
**Figura 3.2.2.1.1-20: Distribuição de Sólidos Dissolvidos (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1998 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-21: Distribuição de Sólidos Sedimentáveis (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1999 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-22: Distribuição de Sólidos Totais (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1999 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-23: Distribuição de Turbidez (NTU) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1998 a 2003.**

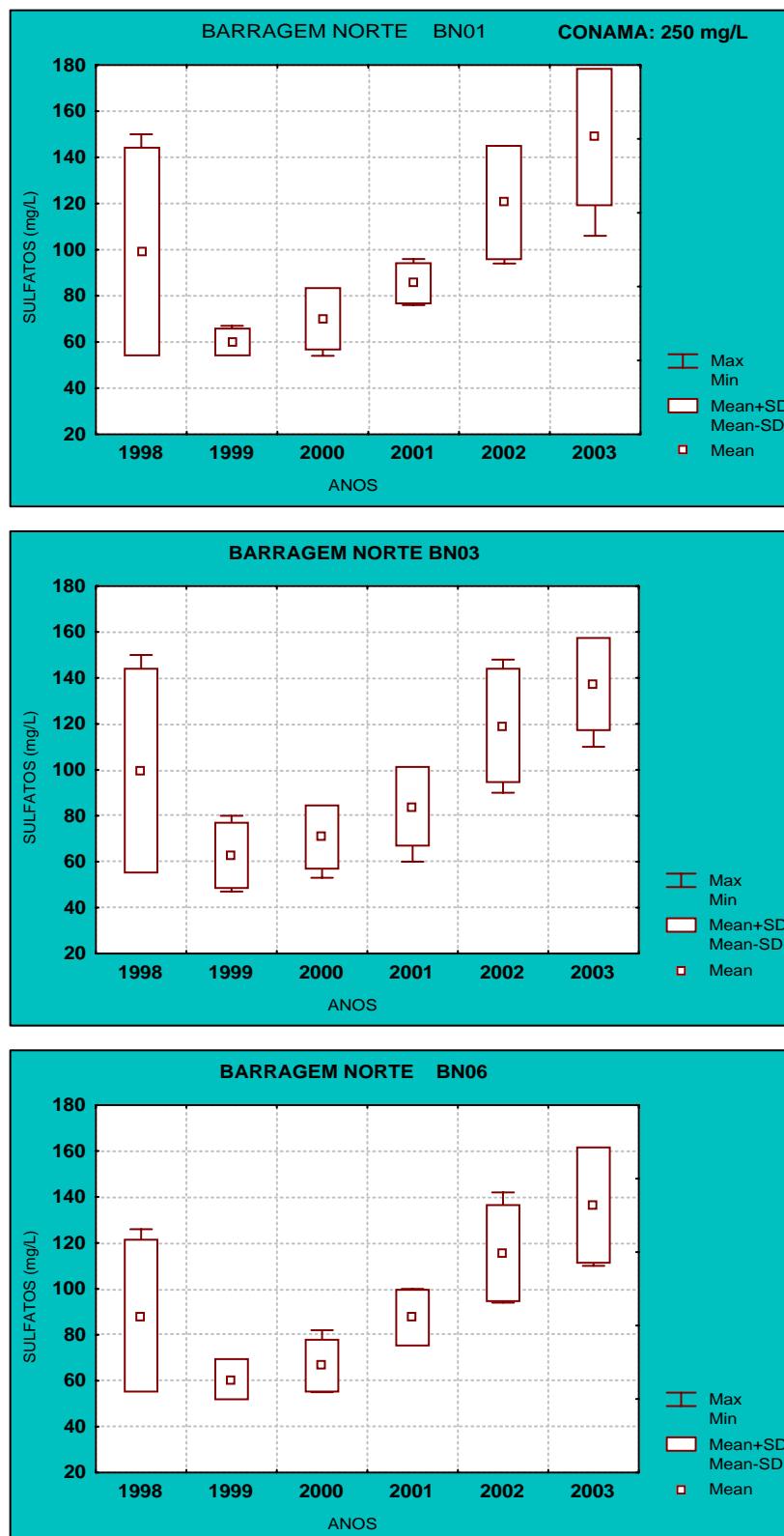
Os sulfatos apresentam concentrações naturalmente maiores em ecossistemas próximos ao mar e no caso da barragem norte foi verificado um aumento gradativo das concentrações a partir de 2000 em todos os pontos (Figura 3.2.2.1.1-24). O fato de que os aumentos ocorreram tanto no Ponto BN03, quanto no Ponto BN06 indica que o principal fator de aumento está relacionado com a melhoria das condições de oxigenação em toda área, como demonstrado anteriormente, fazendo com que o gás sulfídrico seja oxidado a sulfato. Por sua vez, as concentrações de sulfatos são muito variáveis nos ambientes, estando relacionadas também às características geológicas da bacia de drenagem, além é claro da quantidade presente no efluente como é o caso da Barragem Norte. A respeito dos níveis encontrados, os maiores valores foram observados no Ponto BN01, cuja variação média anual oscilou entre 60,25 mg/L em 1999 e 149 mg/L em 2003. Por fim, todas as concentrações estiveram abaixo do limite permitido de 250 mg/L, segundo o CONAMA (1986).

Os sulfetos monitorados na Barragem Norte correspondem à fração dissolvida que é remanescente após remoção por floculação, decantação ou filtração de sólidos suspensos (BAUNGARTEM, 2001). Assim sendo, como o teor de sólidos suspensos parece ser baixo nas águas locais e a oxigenação vêm apresentando níveis cada vez mais elevados, a tendência é de baixas concentrações de sulfetos, os quais apresentaram valores médios sempre abaixo de 0,05 mg/L (Figura 3.2.2.1.1-25). Somente em 2000 as concentrações no ponto BN01 estiveram mais elevadas, chegando a 0,36 mg/L, porém um caso isolado que não voltou a se repetir. O CONAMA não aborda limites para os sulfetos dissolvidos totais, apenas para o sulfeto de hidrogênio não-ionizado, que é a forma mais tóxica.

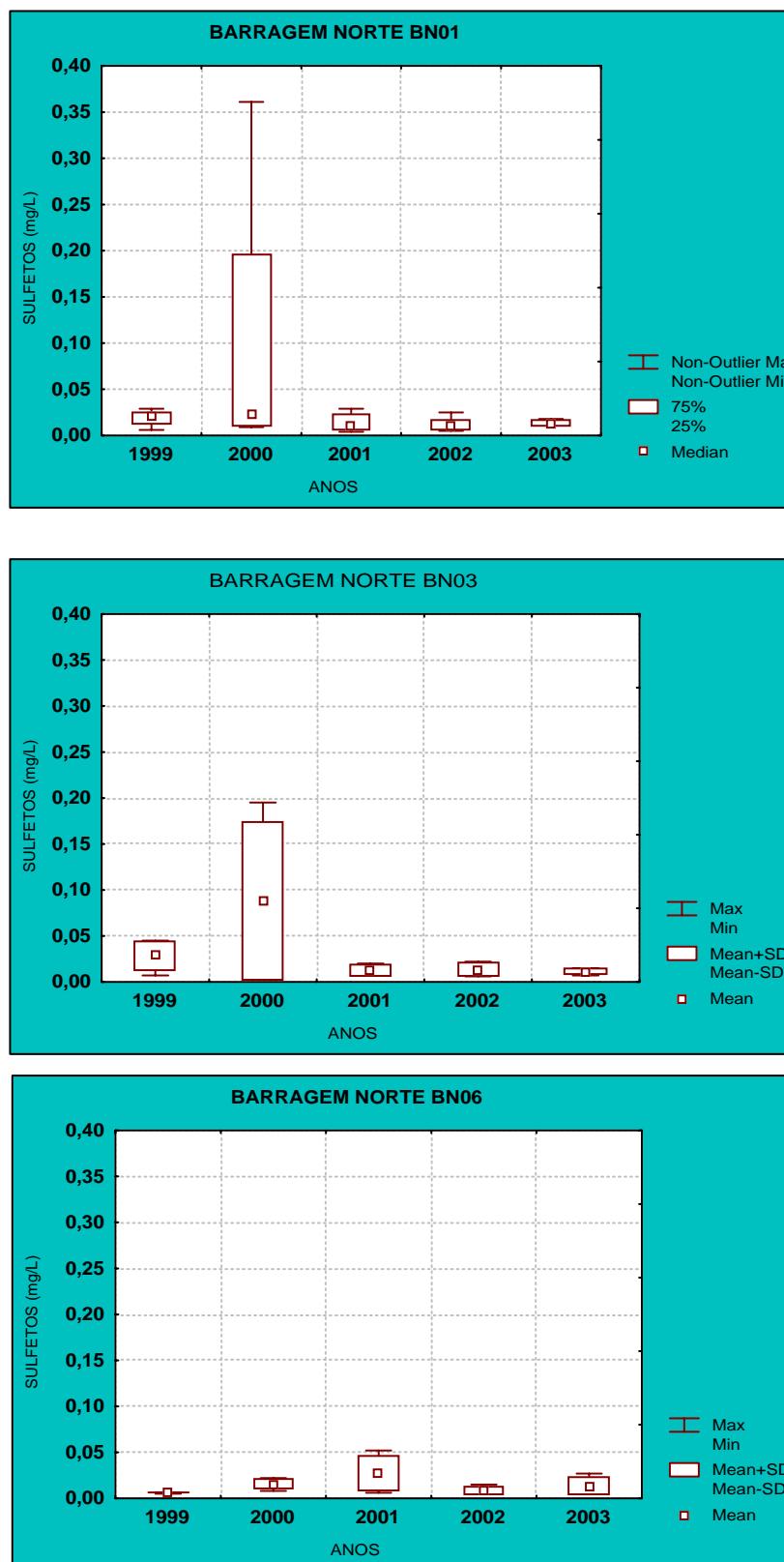
Os sulfitos seguiram o mesmo padrão de comportamento, inclusive com a maior concentração também em 2000 no Ponto BN01, de 0,35 mg/L (Figura 3.2.2.1.1-26). Os valores médios anuais variaram entre 0,01 mg/L e 0,1 mg/L (Tabelas 3.2.2.1.1-1 a 3.2.2.1.1-3), e pelo fato do composto representar a forma intermediária entre os sulfetos e sulfatos, e pelo fato da Barragem Norte vir se mantendo aeróbica, as concentrações de sulfitos não são muito elevadas (BIOLÓGICA, 2003).

Os compostos Benzeno, Xileno e Tolueno são hidrocarbonetos que apresentam toxicidade elevada para a saúde humana, mesmo em pequenas concentrações. Por isso, o cuidado na manutenção dos baixos valores na Barragem Norte. As concentrações de benzeno ficaram abaixo do limite de detecção na maioria dos monitoramentos e variaram entre <0,005 mg/L e 0,01 mg/L (Figura 3.2.2.1.1-27). Porém, no ano de 2000, os pontos monitorados apresentaram valores acima do padrão de potabilidade (0,005 mg/L segundo o CONAMA, 1986), com teores de 0,32 mg/L no Ponto BN01, 0,104 mg/L no Ponto BN03 e de 0,09 mg/L no Ponto BN06, todos ocorridos no mês de novembro deste ano.

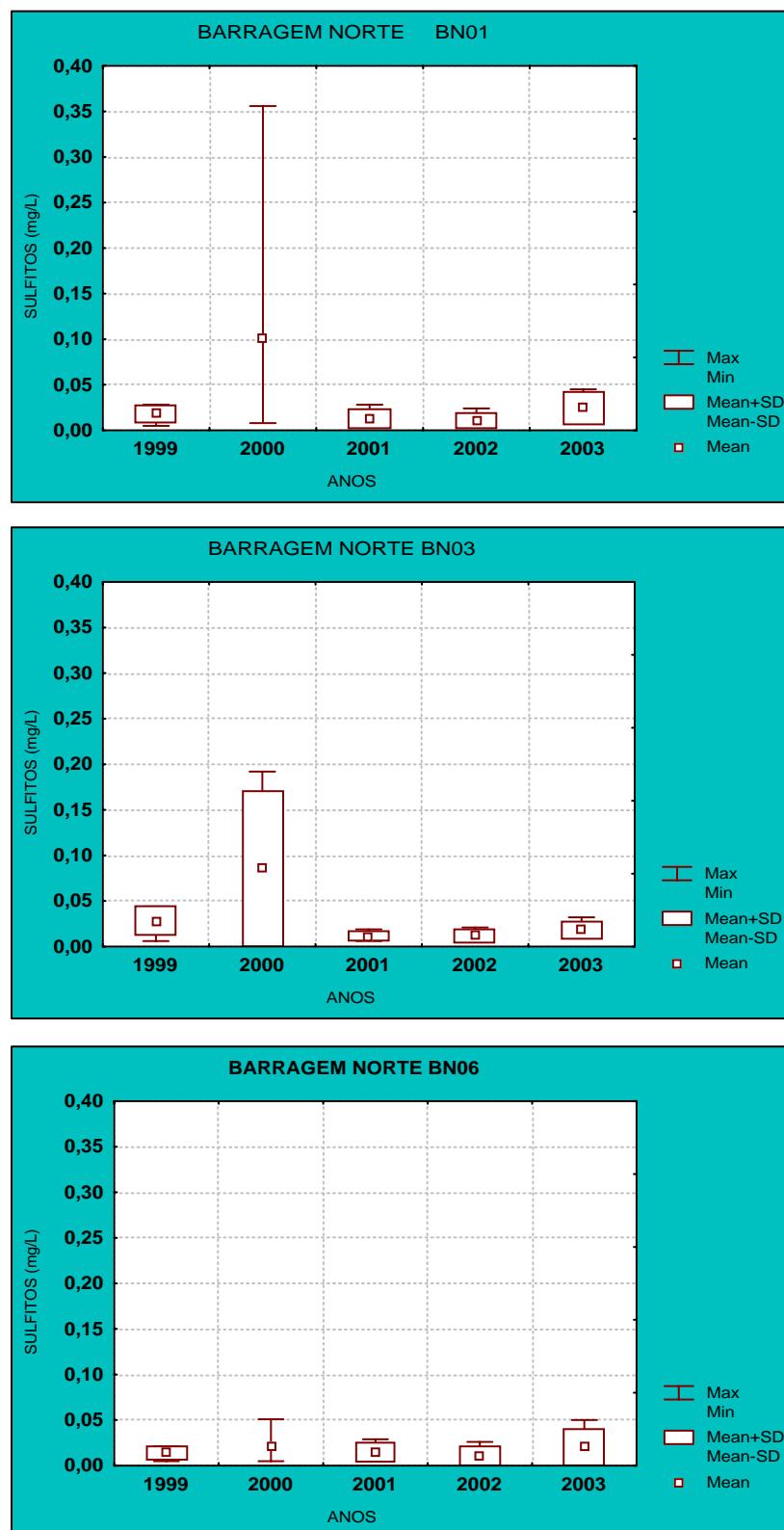
Com relação ao Xileno e ao Tolueno, as concentrações também ficaram próximas do limite de detecção do método na maior parte das amostragens e a variação oscilou entre 0,001 mg/L e 0,01 mg/L. Tais concentrações estiveram abaixo do limite máximo para águas potáveis, de 0,3 mg/L para o Xileno e de 0,17 mg/L para o Tolueno. A Resolução CONAMA 020/86 não contempla limites máximos permitidos para esses compostos a respeito de águas doces, classe 2, como é o caso da Barragem Norte. Nas Figuras 3.2.2.1.1-28 e 3.2.2.1.1-29 pode-se perceber que nos últimos dois anos as concentrações de ambos os compostos foram ainda menores, o que demonstra a eficiência do sistema de tratamento da ETEI da SAMARCO.



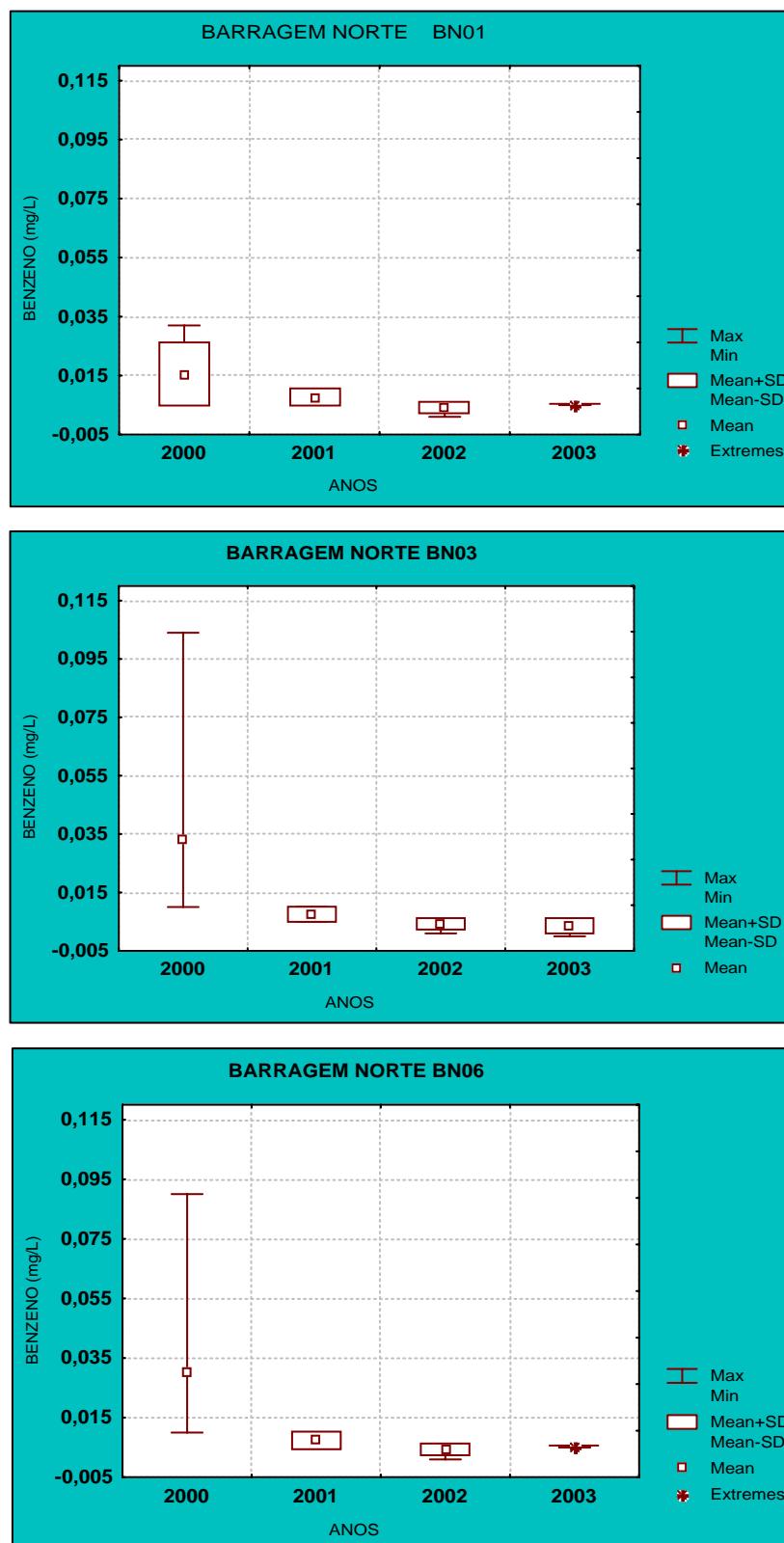
**Figura 3.2.2.1.1-24: Distribuição de Sulfatos (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1998 a 2003.**



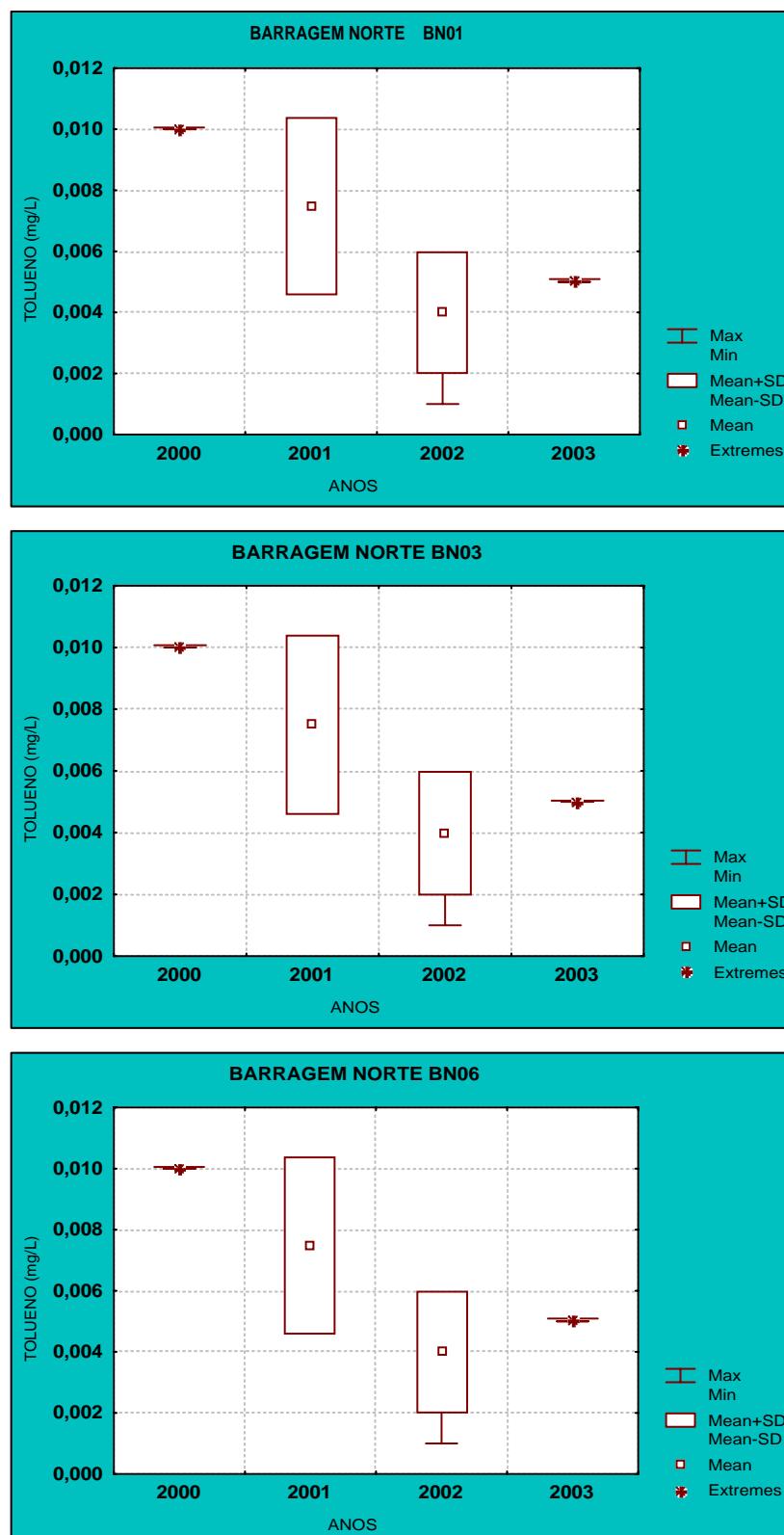
**Figura 3.2.2.1.1-25: Distribuição de Sulfetos (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1999 a 2003.**



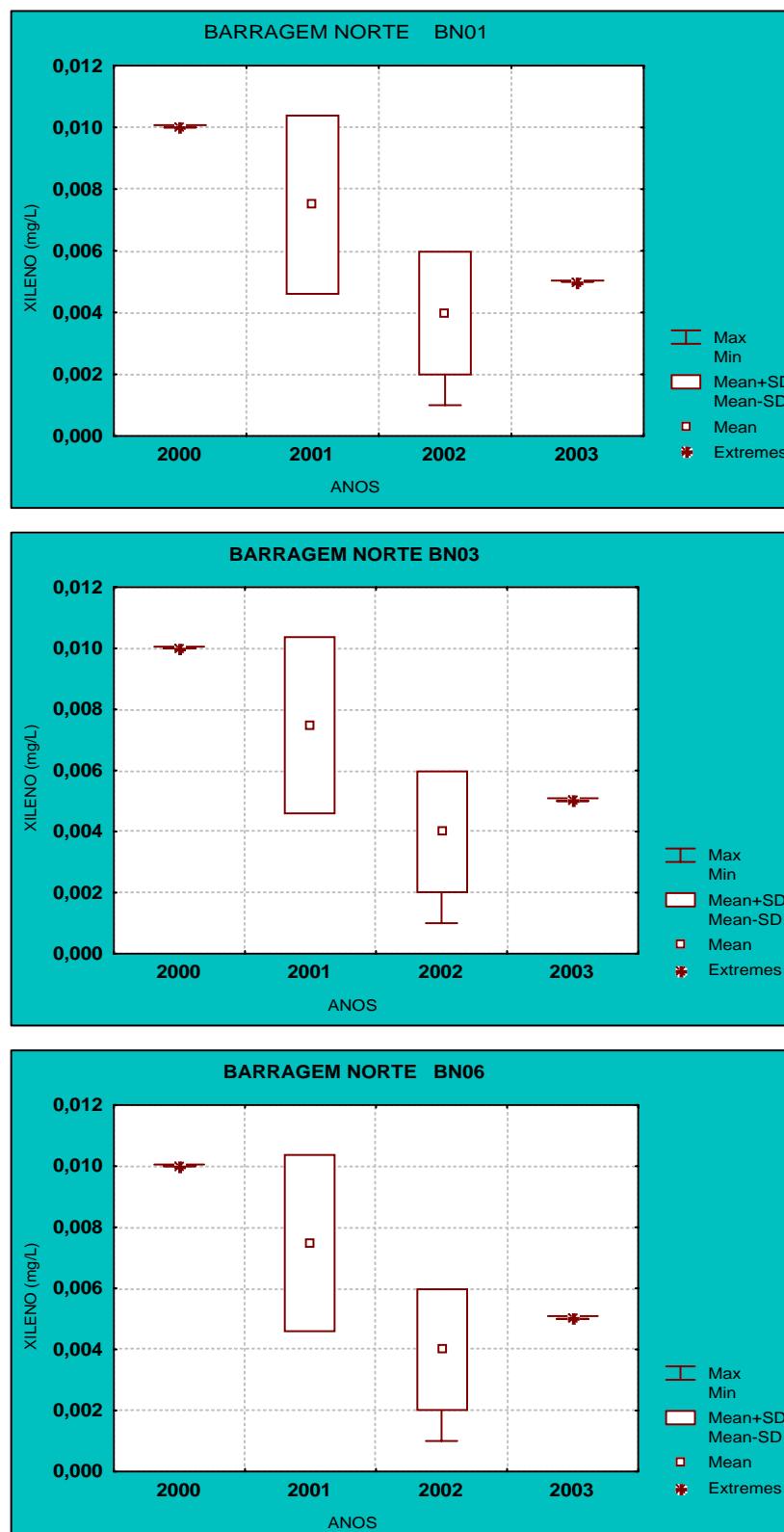
**Figura 3.2.2.1.1-26: Distribuição de Sulfitos (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1999 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-27: Distribuição de Benzeno (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 2000 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-28: Distribuição de Tolueno (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 2000 a 2003.**



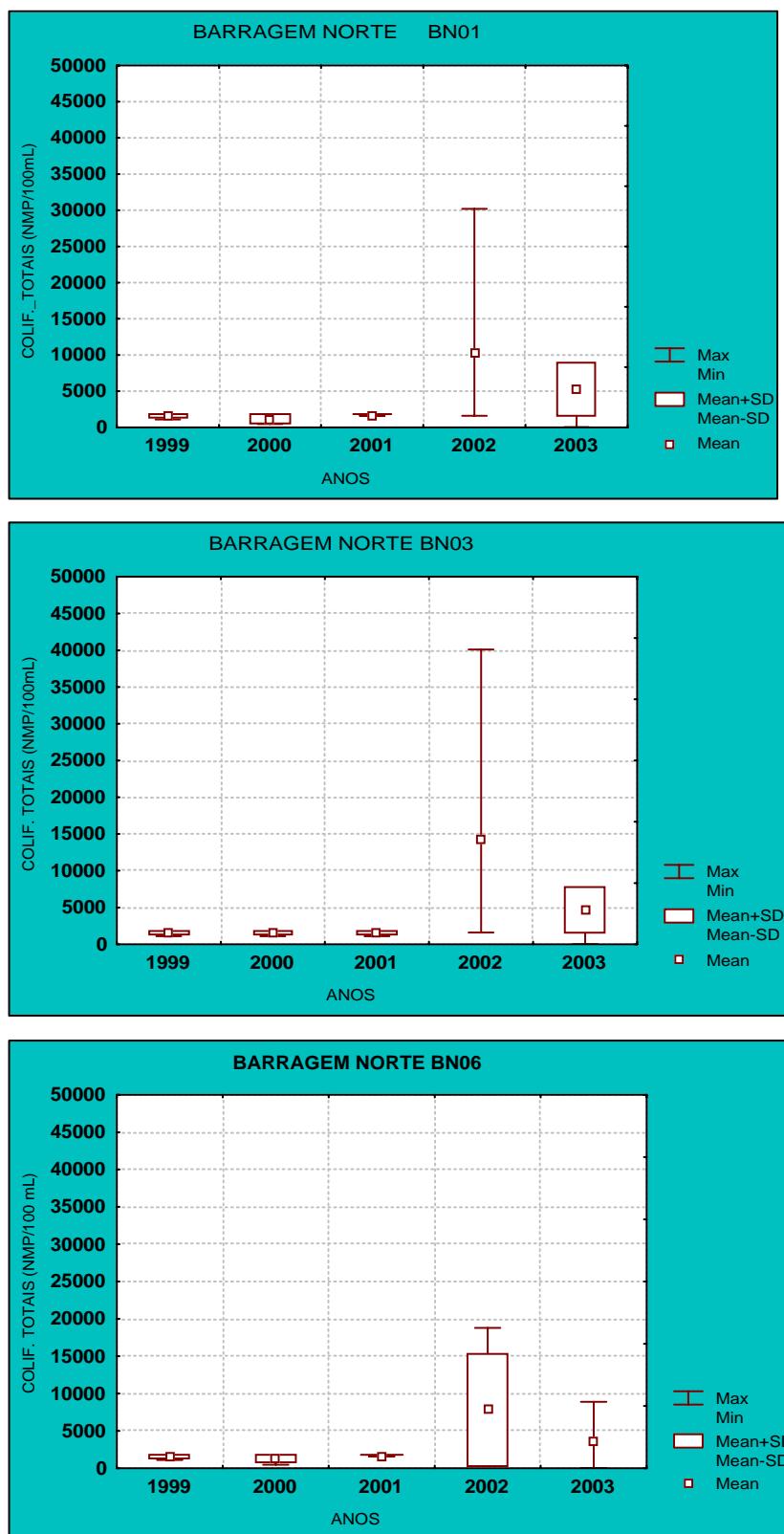
**Figura 3.2.2.1.1-29: Distribuição de Xileno (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 2000 a 2003.**

O índice de contaminação fecal medido pela concentração de coliformes totais e fecais foi satisfatório na maior parte do período avaliado.

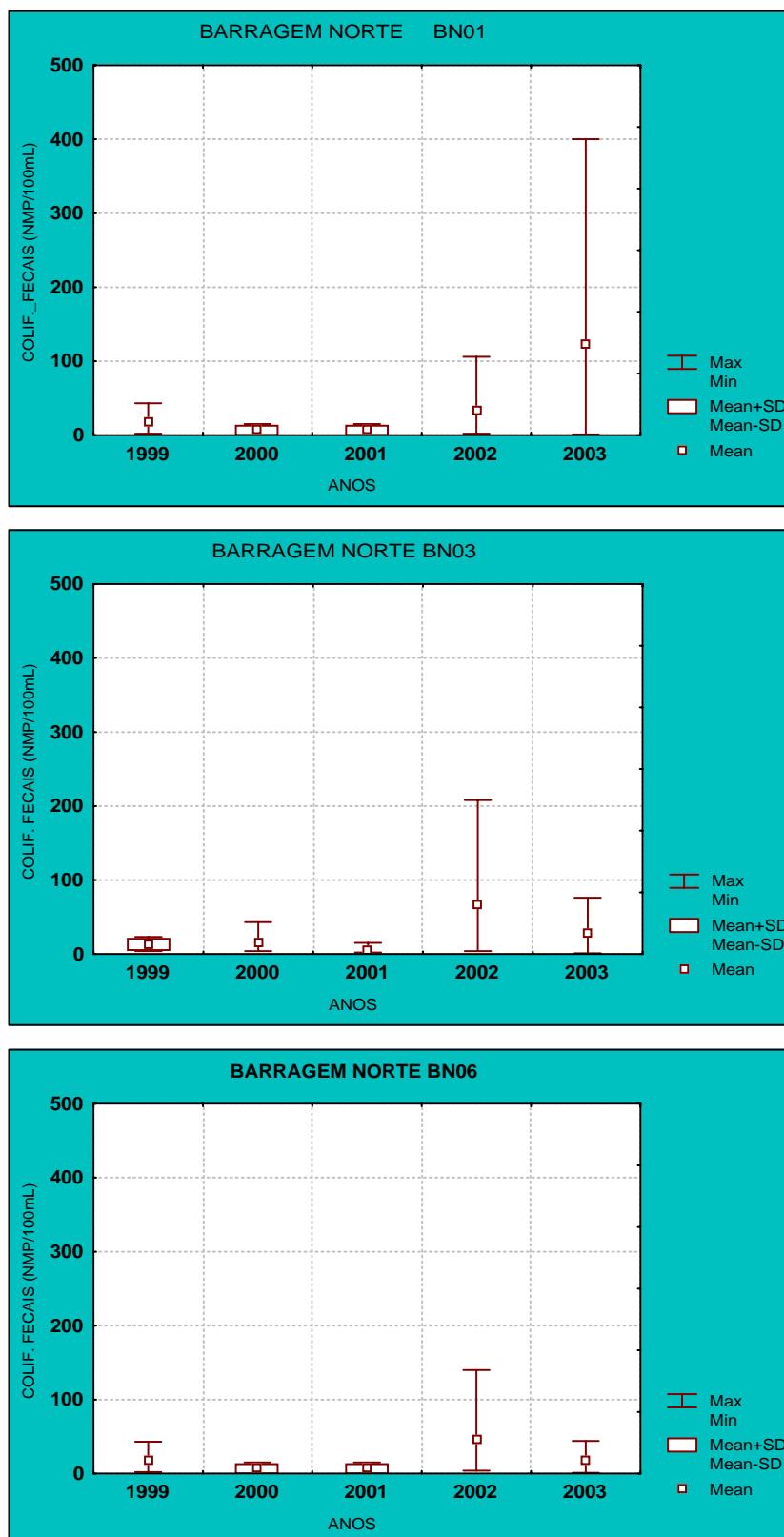
Com relação aos coliformes totais, entre 1999 e fevereiro/2002, os valores estiveram abaixo de 5.000 NMP/100mL em todos os pontos (como determina o CONAMA, 1986), o que não aconteceu a partir de então (Figura 3.2.2.1.1-30). O Ponto BN03 se apresentou como sendo o mais contaminado por coliformes, com valores de até 40.100 NMP/100mL (agosto/2002) e média de 15.000 NMP/100mL para o ano de 2002. O Ponto BN01 veio em seguida, com valor máximo registrado de 30.200 NMP/100 mL, também em agosto/2002. No Ponto BN06, a concentração média em 2002 foi mais elevada, graças ao valor de 18.800 NMP/100mL, fazendo com que a média anual fosse de 7.825 NMP/100 mL (Tabelas 3.2.2.1.1-1 a 3.2.2.1.1-3). A distribuição espacial dos valores deixou claro que o efluente é o responsável pelos altos valores registrados, haja vista a diminuição nas concentrações dos outros pontos, que estão mais afastados do local de descarga do efluente industrial.

As concentrações de coliformes fecais ficaram bem abaixo do limite máximo de 1.000 NMP/100 mL determinada pelo CONAMA, demonstrando a boa qualidade da água da barragem norte ao que diz respeito à contaminação fecal. Como demonstrado na Figura 3.2.2.1.1-31, todos os pontos apresentaram valores baixos desde 1999. Os maiores valores foram registrados em 2002, nos pontos BN03 (208 NMP/100mL) e BN06 (140 NMP/100mL), e em 2003 no Ponto BN01 com 400 NMP/100 mL e média de 122 NMP/100mL.

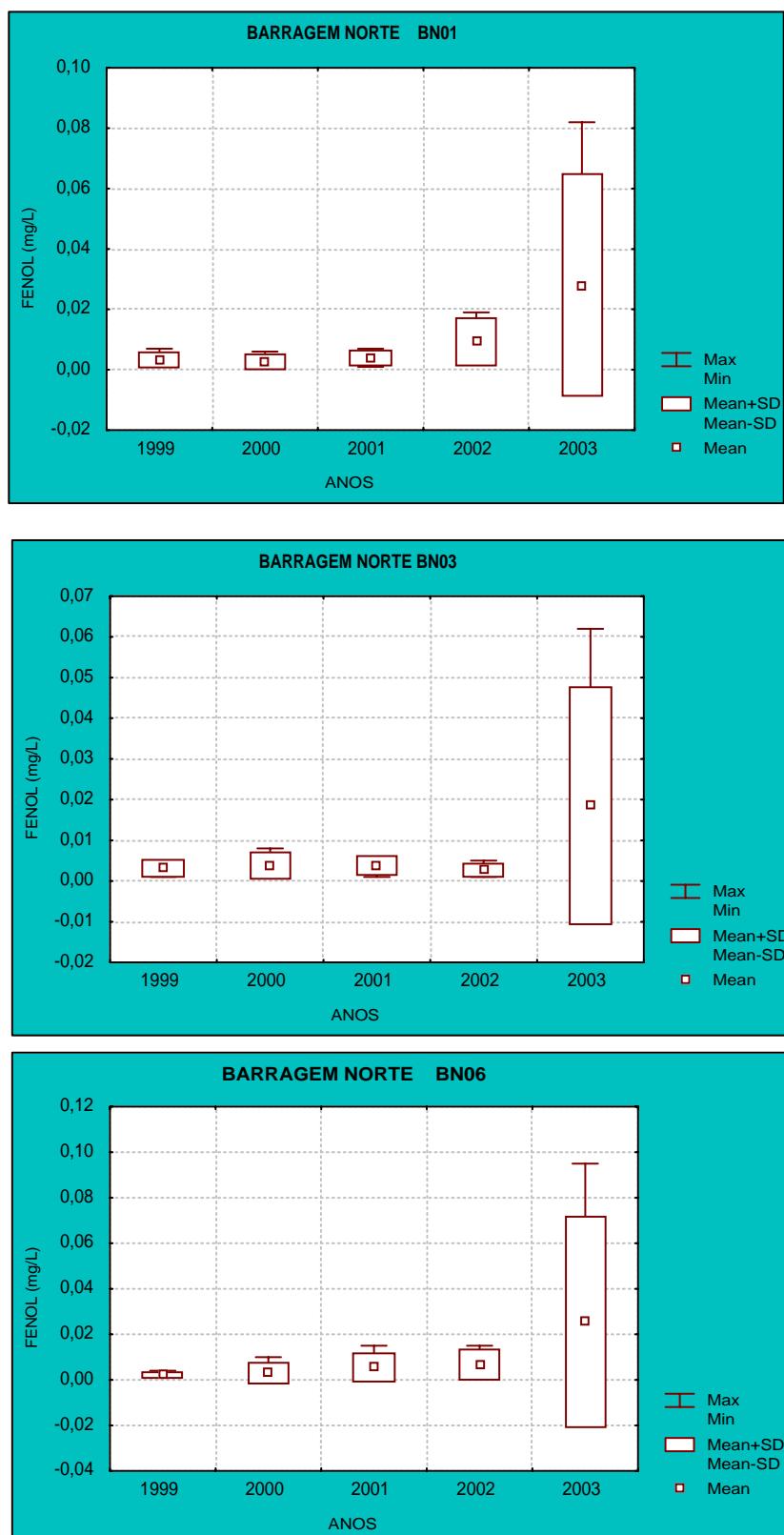
Os fenóis podem alterar o gosto e odor de águas e originam-se no meio através de efluentes não tratados e pela hidrólise e oxidação fotoquímica de pesticidas agrícolas. Fenóis de origem natural podem ocorrer na vegetação aquática e terrestre. No entanto, altas concentrações podem afetar as taxas de consumo de oxigênio, atuando como inibidores metabólicos não-específicos. A toxicidade dos fenóis está relacionada com a taxa de imunoglobulinas e proteínas do sangue de animais. Na barragem norte foi observado um aumento significativo com o passar dos anos, sendo que o ponto BN06 apresentou as maiores concentrações (Figura 3.2.2.1.1-32). As concentrações médias obtidas para os dados analisados variaram entre 0,003 mg/L (todos os pontos) e 0,05 mg/L (Ponto BN06). A legislação ambiental refere-se ao fenol na forma de 2,4,6 triclorofenol, cuja concentração máxima permitida para águas doces, classe 2 é de 0,01 mg/L. Assim, no ano de 2003 todos os pontos apresentaram valores em não conformidade com a legislação em vigor.



**Figura 3.2.2.1.1-30: Distribuição de Coliformes Totais (NMP/100 mL) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1999 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-31: Distribuição de Coliformes Fecais (NMP/100 mL) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1999 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-32: Distribuição de Fenóis (mg/L) nos pontos de amostragem da Barragem Norte durante os anos de 1999 a 2003.**

## ♦ LAGOA DE MAIMBÁ

Para diagnóstico deste corpo d'água foram considerados os parâmetros abordados a partir de 1999, e que apresentaram valores que ultrapassam os limites exigidos pelo CONAMA (1986) em uma grande margem ou que, mesmo sem serem citados na referida Legislação foram considerados elevados para águas doces classe 2, segundo o monitoramento realizado em 1998: aminas, cor, D.B.O., D.Q.O., ferro solúvel e ferro total (LIMNOS, 2002; BIOLÓGICA, 2004). As concentrações de tais parâmetros nos pontos de amostragem e suas médias anuais encontram-se contidas nas Tabelas 3.2.2.1.1-3, 3.2.2.1.1-4 e 3.2.2.1.1-5.

Para complementar a caracterização química da água da lagoa obtidos dados de outros parâmetros importantes, tais como temperatura, pH, oxigênio dissolvidos, salinidade, compostos nitrogenados e de fósforo, metais dissolvidos, bem como de colimetria. Estes dados foram obtidos na tese de mestrado de PEREIRA (2004), com base na realização de quatro coletas no ano de 2002. Os metais dissolvidos foram abordados conforme monitoramentos realizados em 2003 pela Biológica *apud* PEREIRA (2004).

Dentro do estudo citado acima, com o objetivo de complementar os dados históricos disponíveis para uma análise mais abrangente das condições ambientais da água da lagoa Maimbá, foram coletadas amostras em mais cinco pontos ao longo do ano de 2002. A localização dos sete pontos de monitoramento é mostrada na Tabela 3.2.2.1.1-6 e na Figura 3.2.2.1.1-33.

Tabela 3.2.2.1.1-3: Concentrações dos parâmetros monitorados no Ponto LM02 na Lagoa de Maimbá, entre os anos de 1999 e 2003.

CAMPANHAS (MÊS/ANO)	Aminas (mg/L)	Cor (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Ferro Solúvel (mg/L)	Ferro Total (mg/L)
fev/99	0,01	70	1,8	60,95	0,108	0,164
mai/99	0,01	40	1,2	50	0,025	0,066
ago/99	0,01	55	2,3	43,07	0,03	0,087
nov/99	0,01	60	1,45	43,12	0,022	0,093
<b>Média</b>	<b>0,01</b>	<b>56,25</b>	<b>1,69</b>	<b>49,29</b>	<b>0,05</b>	<b>0,10</b>
Fev/00	0,01	68	2,35	44,62	0,01	0,45
Mai/00	0,01	46	1,7	44	0,072	0,207
Ago/00	0,01	52	1,7	41,88	0,024	0,193
nov/00	0,01	62	1,9	45,2	0,035	0,207
<b>Média</b>	<b>0,01</b>	<b>57</b>	<b>1,91</b>	<b>43,93</b>	<b>0,04</b>	<b>0,26</b>
Fev/01	0,01	79*	1,25	57,9	0,01	0,109
Mai/01	0,01	58	1,95	49,3	0,121	0,147
Ago/01	0,01	45	2,05	60	0,023	0,202
nov/01	0,01	50	1,75	7,6	0,026	0,214
<b>Média</b>	<b>0,01</b>	<b>58</b>	<b>1,75</b>	<b>43,7</b>	<b>0,045</b>	<b>0,168</b>
Fev/02	0,01	60	1,45	40,8	0,01	0,166
Mai/02	0,01	74	1,3	60	0,302	0,306
Ago/02	0,01	81*	1,3	31,2	0,128	0,23
Nov/02	0,01	82*	2,4	57,6	0,107	0,141
<b>Média</b>	<b>0,01</b>	<b>74,25</b>	<b>1,61</b>	<b>47,40</b>	<b>0,14</b>	<b>0,21</b>
Fev/03	0,01	78*	4	68	0,26	0,26
Mai/03	0,01	63	1,75	71,08	0,18	0,24
Ago/03	0,01	50	2,84	93	0,01	0,01
Nov/03	0,01	54	2	60	0,01	0,01
<b>Média</b>	<b>0,01</b>	<b>61,25</b>	<b>2,648</b>	<b>73,020</b>	<b>0,115</b>	<b>0,130</b>

\* Valores acima do limite de 75 uH para águas doces, classe 2 (CONAMA).

Tabela 3.2.2.1.1-4: Concentrações dos parâmetros monitorados no Ponto LM03 da Lagoa de Maimbá entre os anos de 1999 a 2003.

Monitoramentos	Aminas (mg/L)	Cor (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Ferro Solúvel (mg/L)	Ferro Total (mg/L)
fev/99	0,01	69	1,85	50	0,05	0,2
mai/99	0,01	41	1,4	45,65	0,04	0,06
ago/99	0,01	62	2,45	42,69	0,04	0,08
nov/99	0,01	61	1,35	45,08	0,04	0,09
<b>Média</b>	<b>0,01</b>	<b>58,25</b>	<b>1,76</b>	<b>45,86</b>	<b>0,04</b>	<b>0,11</b>
Fev/00	0,01	72	1,7	45,46	0,01	0,01
Mai/00	0,01	50	1,6	43,2	0,277	0,946
Ago/00	0,01	44	1,9	37,31	0,032	0,17
nov/00	0,01	52	2,85	37,6	0,045	0,169
<b>Média</b>	<b>0,01</b>	<b>54,5</b>	<b>2,01</b>	<b>40,89</b>	<b>0,09</b>	<b>0,32</b>
Fev/01	0,01	73	1,55	71,8	0,061	0,128
Mai/01	0,01	53	1,85	63,7	0,017	0,159
Ago/01	0,01	42	1,8	62	0,037	0,085
nov/01	0,01	47	1,85	28,4	0,01	0,029
<b>Média</b>	<b>0,01</b>	<b>53,75</b>	<b>1,76</b>	<b>56,48</b>	<b>0,03</b>	<b>0,10</b>
Fev/02	0,01	56	1,6	35,2	0,01	0,229
Mai/02	0,01	75	1,3	108,3	0,112	0,157
Ago/02	0,01	80*	1,95	29,2	0,141	0,229
Nov/02	0,01	85*	2,2	53,76	0,08	0,207
<b>Média</b>	<b>0,01</b>	<b>74</b>	<b>1,76</b>	<b>56,62</b>	<b>0,09</b>	<b>0,21</b>
Fev/03	0,01	80*	3,2	79,3	0,3	0,3
Mai/03	0,06	60	1,35	57,28	0,02	0,27
Ago/03	0,01	61	2,83	63	0,01	0,01
Nov/03	0,01	60	2,2	75	0,01	0,01
<b>Média</b>	<b>0,02</b>	<b>65,25</b>	<b>2,40</b>	<b>68,65</b>	<b>0,09</b>	<b>0,15</b>

\* Valores acima do limite de 75 uH para águas doces, classe 2 (CONAMA).

Tabela 3.2.2.1.1-5: Concentrações dos parâmetros monitorados no Ponto LM06 da Lagoa de Maimbá, entre os anos de 1999 a 2003.

Monitoramentos	Aminas (mg/L)	Cor (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Ferro Solúvel (mg/L)	Ferro Total (mg/L)
fev/99	0,01	81*	1,85	45	0,15	0,19
mai/99	0,01	52	1,4	54,55	0	0,05
ago/99	0,01	60	2,2	46,92	0,04	0,08
nov/99	0,01	66	1,5	46,64	0,04	0,07
<b>Média</b>	<b>0,01</b>	<b>64,75</b>	<b>1,74</b>	<b>48,28</b>	<b>0,06</b>	<b>0,10</b>
Fev/00	0,01	73	1,55	49,25	0,01	0,025
Mai/00	0,01	52	1,85	48,4	0,144	0,569
Ago/00	0,01	61	1,25	38,84	0,084	0,401
nov/00	0,01	76	2,25	50	0,044	0,135
<b>Média</b>	<b>0,01</b>	<b>65,5</b>	<b>1,73</b>	<b>46,62</b>	<b>0,07</b>	<b>0,28</b>
Fev/01	0,01	72	1,8	58,1	0,01	0,145
Mai/01	0,01	55	1,2	67	0,031	0,144
Ago/01	0,01	43	1,85	57	0,03	0,047
nov/01	0,01	55	2,5	55	0,01	0,102
<b>Média</b>	<b>0,01</b>	<b>56,25</b>	<b>1,84</b>	<b>59,28</b>	<b>0,02</b>	<b>0,11</b>
Fev/02	0,01	78*	1,35	37,6	0,01	0,221
Mai/02	0,01	89*	1,65	56,6	0,053	0,142
Ago/02	0,01	86*	2,1	30,4	0,09	0,401
Nov/02	0,01	92*	2,35	61,44	0,137	0,22
<b>Média</b>	<b>0,01</b>	<b>86,25</b>	<b>1,86</b>	<b>46,51</b>	<b>0,07</b>	<b>0,25</b>
Fev/03	0,01	84*	3,1	66,3	0,03	0,41
Mai/03	0,01	69	2	82,61	0,09	0,3
Ago/03	0,01	50	2,9	66	0,01	0,01
Nov/03	0,01	53	2	54	0,01	0,01
<b>Média</b>	<b>0,01</b>	<b>64</b>	<b>2,50</b>	<b>67,23</b>	<b>0,04</b>	<b>0,18</b>

\* Valores acima do limite de 75 uH para águas doces, classe 2 (CONAMA).

Tabela 3.1.3.1-6: Localização dos pontos de monitoramento da lagoa de Maimbá segundo estudo de PEREIRA (2003).

PONTO	LOCALIZAÇÃO	PROFUND. (*)	COORDENADAS
LM-A	Centro do braço da lagoa, junto ao córrego Loyola	1,43 m	20°45'51" W 46°35'35" S
LM-B	100 m do vertedouro dos efluentes industriais, equivalente ao ponto LM03	1,32 m	20°45'51" W 46°35'20" S
LM-C	Braço próximo à comunidade Maimbá	1,20 m	20°45'52" W 46°34'25" S
LM-D	Braço distante, aparentemente isolado de influências.	1,37 m	20°44'57" W 46°34'47" S
LM-E	Braço de ligação com a porção norte, ponto limnético, equivalente ao ponto LM06	3,50 m	20°45'02" W 46°34'05" S
LM-F	Próximo à comunidade Porto Grande e à captação da CESAN Meaípe	1,47 m	20°44'41" W 46°33'41" S
LM-G	Braço distante, aparentemente isolado de influências.	1,16 m	20°44'15" W 46°33'40" S

(\*) Fonte: ERG ENGENHARIA, 2003.

Segundo PEREIRA (2004) as temperaturas da água nos Pontos LM-03 e LM-06 da lagoa Maimbá mostraram forte influência da sazonalidade, apresentando elevados valores no verão e mais baixos no inverno, variando de forma semelhante aos valores da temperatura do ar, não evidenciando influência de poluição térmica nas águas da lagoa de Maimbá. As diferenças entre os pontos se relacionaram com o local de coleta (profundidade) e com as diferentes estações do ano. De acordo com os resultados obtidos por meio de perfilagem, foi observado que a lagoa Maimbá, de um modo geral, não apresenta estratificação térmica, pois as variações de temperatura ao longo da coluna d'água são pequenas. Foi verificado que no ano de 2002 todos os pontos monitorados na lagoa apresentaram temperaturas semelhantes.

Quanto à salinidade e condutividade, os dados mostraram que a lagoa de Maimbá possui águas ligeiramente salobras, com salinidade um pouco acima do limite máximo de classificação de águas doces: 0,5‰. Os maiores valores foram encontrados em pontos mais próximos ao mar, como o Ponto LM-06 (média de 0,76‰). Não foram evidenciadas diferenças nos valores de salinidade ao longo da coluna d'água durante um período de 24 horas. Os valores de condutividade elétrica observados indicaram a presença de íons dissolvidos nesse corpo hídrico. Pontos situados mais próximos ao mar e mais distantes da Barragem Norte (como os pontos LM-06, média de 1.473 µS/cm e LM-F, média de 1.480 µS/cm) apresentaram maiores valores para esse parâmetro. Apesar de terem sido verificadas elevadas concentrações de sólidos dissolvidos, a lagoa mostrou valores de salinidade e condutividade menores que lagoas costeiras em geral. Esse fato deve-se possivelmente à ausência de conexão superficial com o mar e pelo aporte de água com menores teores de íons dissolvidos advinda da Barragem Norte (PEREIRA, 2004).

PEREIRA (2004) constata que as séries históricas indicaram aumento sistemático nos valores de pH ao longo dos anos, nos pontos monitorados na lagoa. Em períodos chuvosos foi possível observar uma contribuição ácida de águas dos córregos afluentes para a lagoa de Maimbá. Isso provavelmente ocorre devido à presença de águas em elevado estágio de decomposição, que, estocadas principalmente nas antigas barragens dos córregos, alcançam a lagoa após as chuvas.

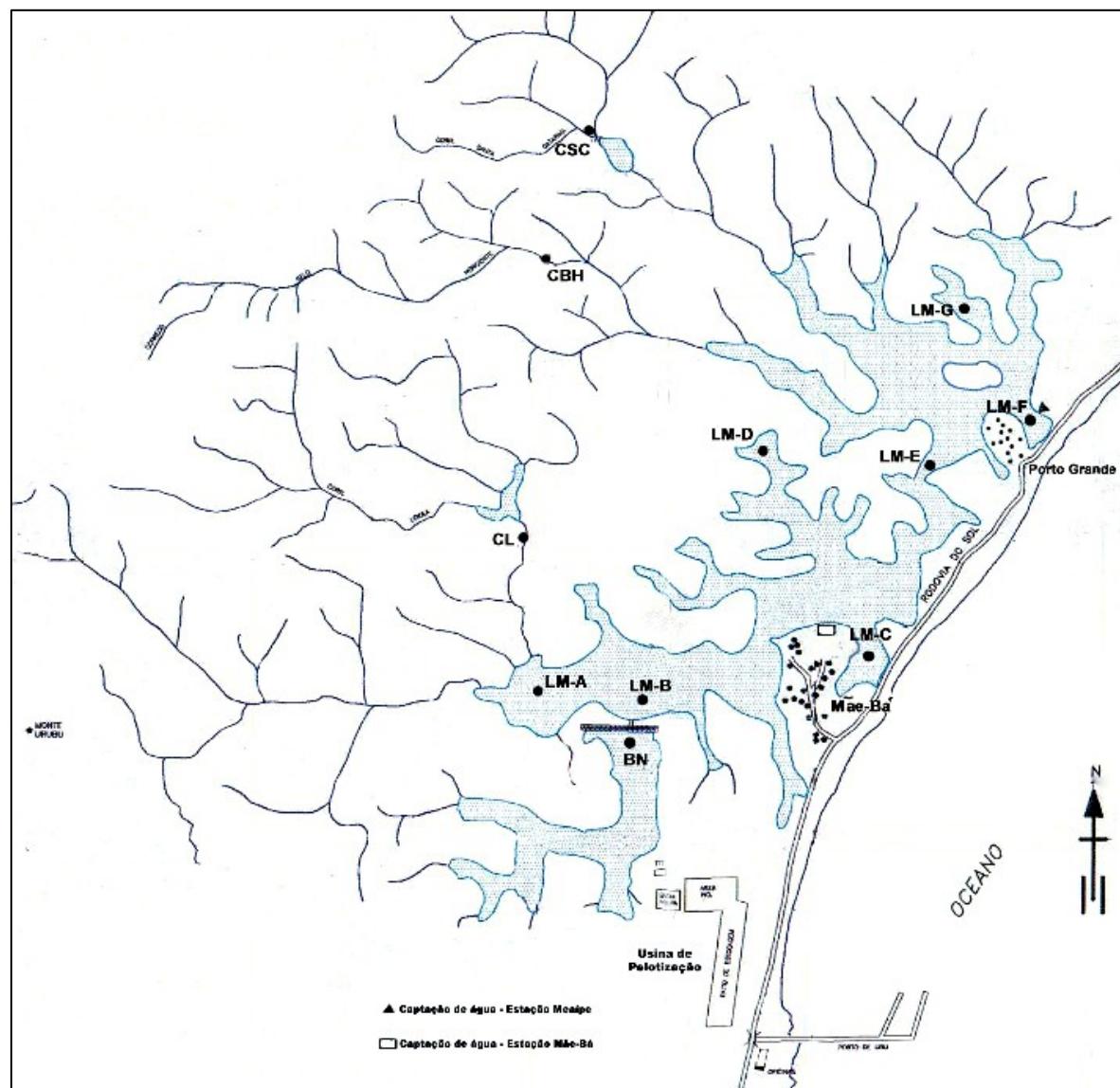


Figura 3.2.2.1.1-33: Localização dos sete pontos de monitoramento na Lagoa de Maimbá (PEREIRA, 2003), incluindo as principais comunidades situadas próximas à lagoa, a Barragem Norte e os pontos de captação de água.

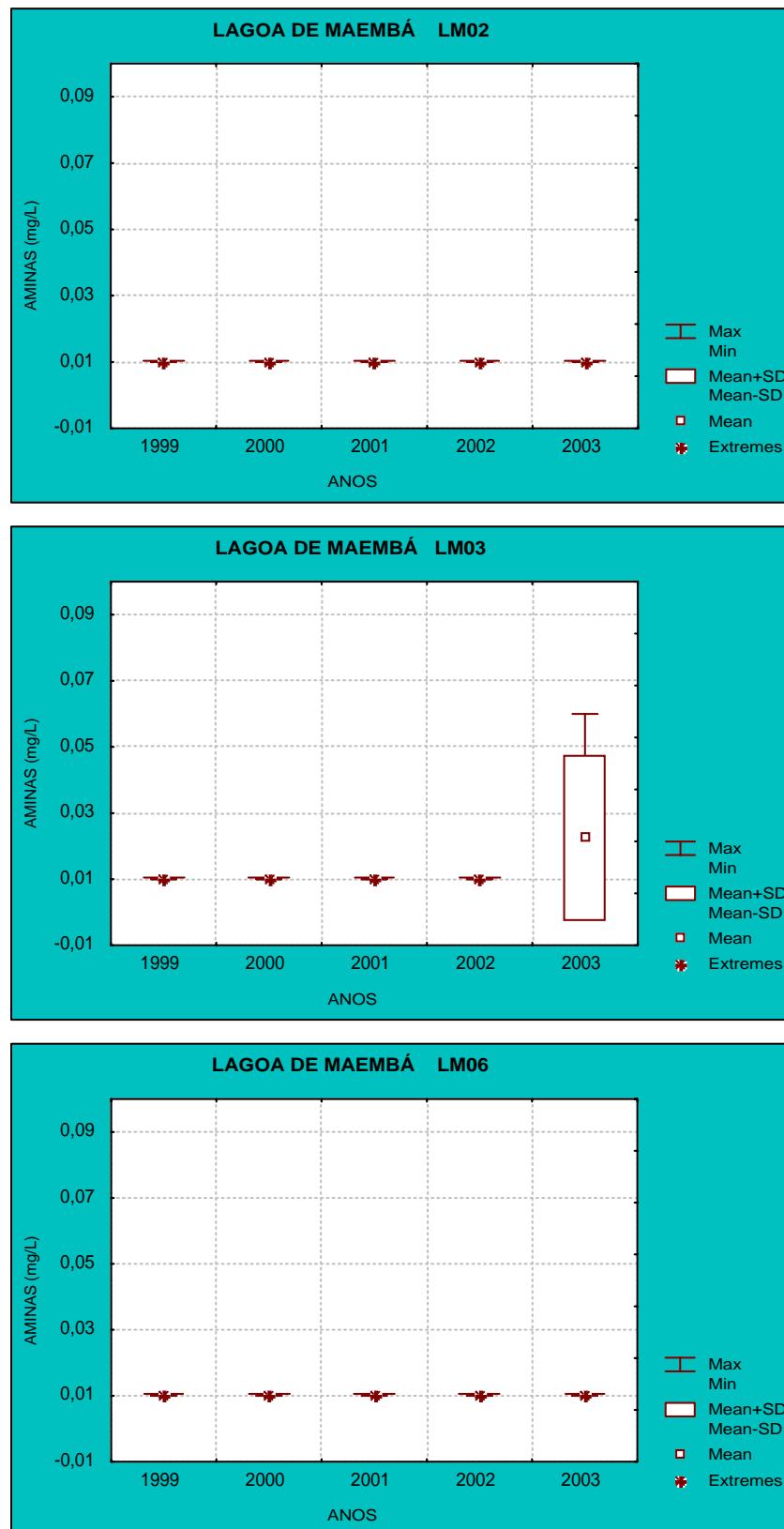
Os solos ácidos presentes na região também podem contribuir para baixar os valores de pH nas águas dos córregos afluentes. No entanto, a contribuição dos córregos não chega a diminuir os valores de pH na lagoa. Foi observado que o aumento dos valores de pH ao longo dos anos é um indicativo do incremento do processo de eutrofização na lagoa Maimbá, evidenciando elevada fotossíntese com conseqüente supersaturação de O.D. Comparando os resultados de pH da lagoa Maimbá com os limites estabelecidos para corpos d'água na Resolução CONAMA n.º 20/86, verificou-se que em alguns trimestres os limites máximos superiores não foram atendidos, tanto para águas enquadradas como classe 7, cujo limite máximo é 8,5 (56% para LM-03 e 90% para LM-06) quanto para águas classe 2, cujo limite máximo é 9,0 (28% para LM-03 e 38% para LM-06). A maior proximidade do ponto LM-06 com as fontes geradoras de esgotos domésticos justifica a presença de valores mais elevados de pH, evidenciando a maior produtividade desse ponto.

Os Pontos LM-03 e LM-06, apresentaram concentrações de O.D. dentro do limite legal previsto, estabelecido pelo CONAMA (1986) para águas classes 2 e 7. Em LM-03, o valor mínimo foi de 5,75 mg/L e o máximo de 8,98 mg/L; já em LM-06, o valor mínimo foi de 5,75 mg/L e o máximo de 9,25 mg/L. No entanto, alguns valores de O.D. mostraram-se acima ou bem próximos do limite de saturação, principalmente após o ano de 2000, indicando o crescimento do processo de eutrofização na lagoa. Os córregos afluentes da lagoa de Maimbá contribuem com águas com concentrações baixas de OD. No fundo de lagos eutrofizados predominam condições anaeróbias, devido à sedimentação e estabilização da matéria orgânica, à reduzida penetração de oxigênio a maiores profundidades e à ausência de fotossíntese, em função da ausência de luz, entretanto na lagoa Maimbá não foram observadas condições anaeróbias no fundo, uma vez que a profundidade média da lagoa não é grande. Foram registrados apenas alguns valores menores de O.D. em pontos mais profundos, como em LM-A e LM-06.

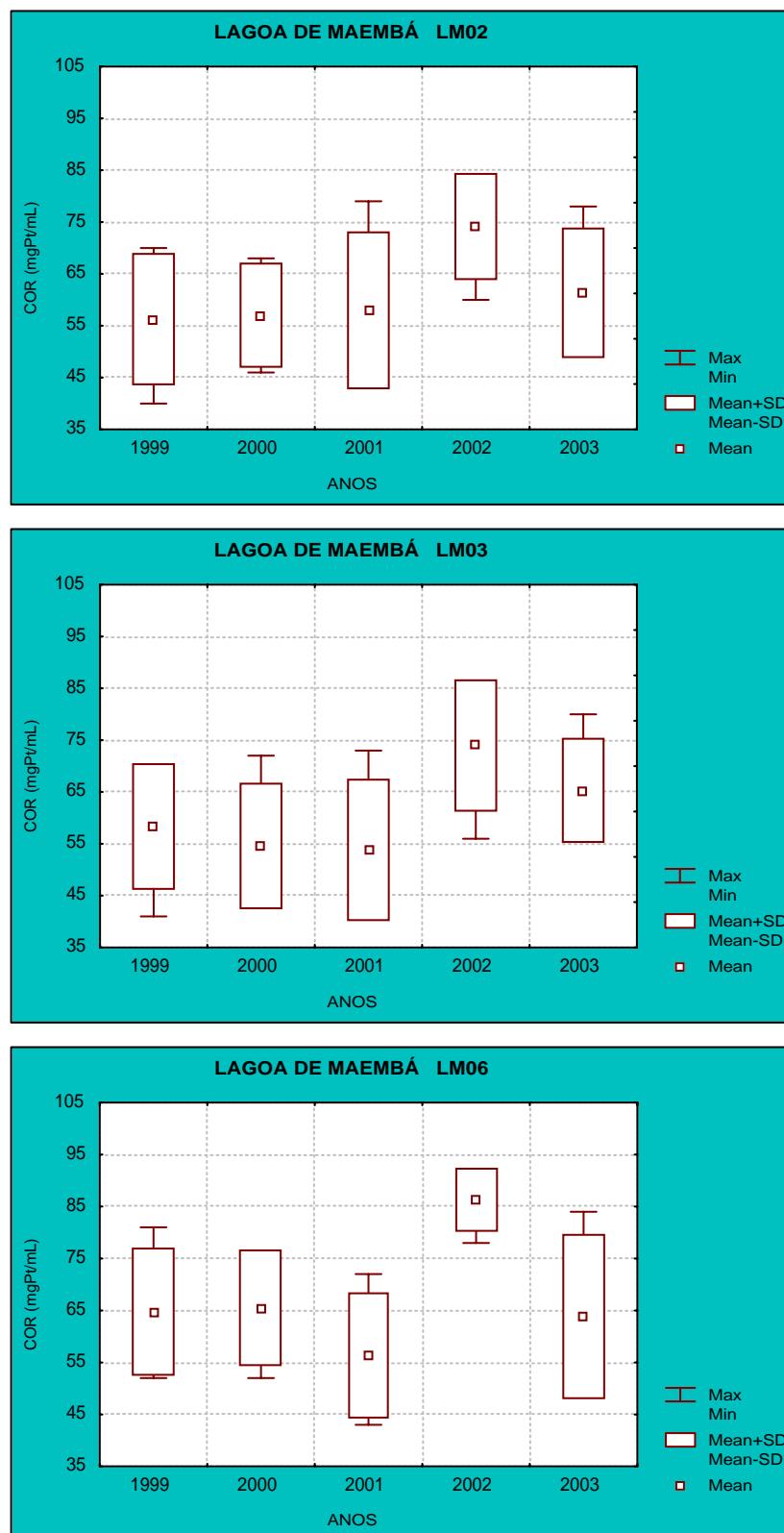
As aminas, compostos derivados da amônia são utilizadas no processo industrial da SAMARCO para separação do minério de ferro das impurezas do processo industrial. Entre os anos de 1999 a 2003 os valores, via de regra foram baixos, sendo que todos os pontos monitorados (LM02, LM03 e LM06) o valor encontrado esteve abaixo de 0,01 mg/L (Figura 3.2.2.1.1-34). Tal fato se deve a grande instabilidade das aminas no meio aquático, onde são oxidadas durante o tratamento do efluente. Em maio/2003 foi detectado um valor de 0,06 mg/L no Ponto LM03, porém como o pH estava elevado (9,3 unidades), essa concentração foi considerada como um “out-liers”, ou seja, não considerado, já que nos monitoramentos posteriores não voltou a se repetir.

A cor da lagoa de Maimbá sempre apresentou valores significativos, o que se deve em parte pela presença do ferro ligado às substâncias húmicas formando o humanato férrico, que pode produzir cor muito forte (BIOLÓGICA, 2004). Entre os anos de 1999 a 2001, os valores médios anuais variaram de 53,75 uH (Ponto LM03, em 2001) a 65,25 uH (Ponto LM06 em 2000) porém, a partir de 2002 os valores cresceram sensivelmente (Figura 3.2.2.1.1-35 e Tabelas 3.2.2.1.1-4 a 3.2.2.1.1-6), sendo que a média anual em todos os pontos ficou próxima ou acima do limite de 75 uH permitido pelo CONAMA. Interessante notar que o Ponto LM06 apresentou valore até maiores que os pontos mais próximos do descarte do efluente desde 1999 (Tabela 3.2.2.1.1-6), indicando mais uma vez que as águas locais apresentam uma coloração naturalmente forte e que bastam pequenas concentrações de substâncias que produzem cor para que o limite de 75 uH (CONAMA, 1986) seja ultrapassado. É claro que a partir de 2002 houve uma interação maior entre os fatores naturais da lagoa e a contribuição industrial, já que o nível de cor na Barragem Norte em 2002 também foi a maior da série histórica avaliada.

A D.B.O.<sub>5</sub> é definida quimicamente como a quantidade de oxigênio necessário para oxidar a matéria orgânica presente na amostra com o auxílio de bactérias decompositoras, medindo indiretamente a quantidade de matéria orgânica presente no ambiente. Se a quantidade de matéria orgânica for pequena, a quantidade de oxigênio gasta pelas bactérias (respiração) para degradá-la será baixa e vice-versa. A D.Q.O. também mede a quantidade de oxigênio gasta para oxidação, porém, não só da matéria orgânica, mas também da fração inorgânica presente na amostra (que não pode ser degradada pelas bactérias). Para efeitos de comparação com a Legislação vigente (CONAMA, 1986), apenas a D.B.O. possui valores máximos permissíveis, apresentando um limite de 5,0 mg/L.



**Figura 3.2.2.1.1-34 Distribuição de aminas (mg/L) nos pontos de amostragem da Lagoa de Maimbá entre os anos de 1999 a 2003.**



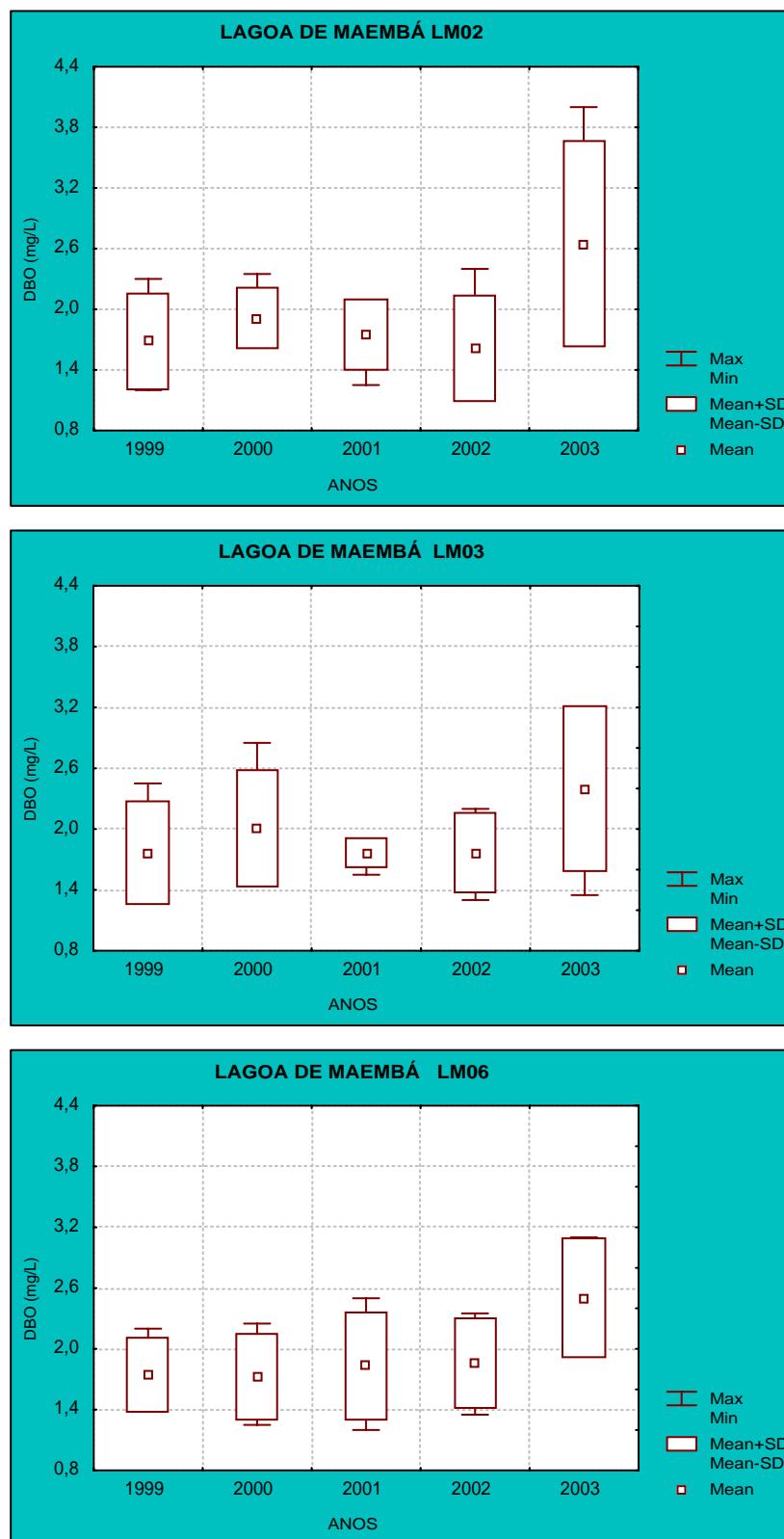
**Figura 3.2.2.1.1-35: Distribuição de Cor (mg/L) nos pontos de amostragem na Lagoa de Maimbá entre os anos de 1999 a 2003.**

Entre os anos de 1999 a 2002, a distribuição da D.B.O. se mostrou bastante homogênea, com valores bem parecidos ao longo dos anos e entre os pontos de amostragem. Em 2003 surgiram os maiores resultados da série histórica em todos os três pontos monitorados. Para o Ponto LM02, as médias anuais ficaram entre 1,61mg/L e 2,65 mg/L; para o Ponto LM03 entre 1,76 mg/L e 2,40 mg/L e para o Ponto LM06 entre 1,73 mg/L e 2,50 mg/L (Tabelas 3.2.2.1.1-4 a 3.2.2.1.1-6). O maior valor foi registrado no Ponto LM02, sendo de 4,0 mg/L em 2003 (Figura 3.2.2.1.1-36), e ainda assim permaneceu dentro do limite recomendado, indicando que a carga orgânica presente na lagoa apresenta concentrações satisfatórias para a manutenção do nível de oxigênio local.

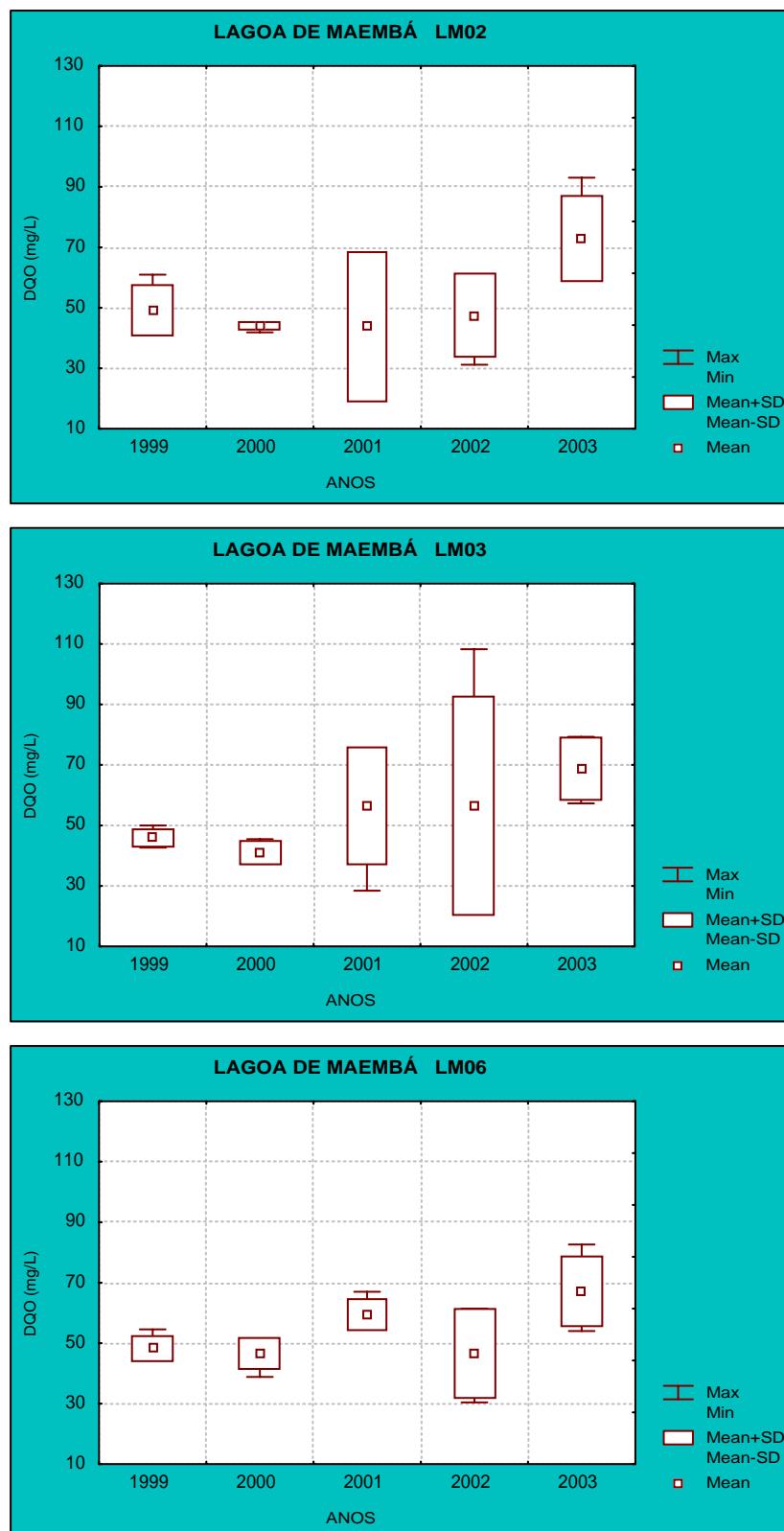
Valores de D.Q.O. mais elevados em relação aos de D.B.O. são normais em ambientes produtivos como a lagoa de Maimbá, e ocorreram ao longo do período avaliado. Novamente, nos últimos dois anos (2002 e 2003) foram registrados os maiores valores de D.Q.O. (Figura 3.2.2.1.1-37). A variação total das concentrações oscilou entre 7,6 mg/L (novembro/2001) e 93 mg/L (agosto/2003) em LM02; 28,4 mg/L (novembro/2001) a 108,3 mg/L (maio/2002) em LM03 e de 30,4 mg/L (agosto/2002) a 82,6 mg/L (maio/2003). A relação DQO/DBO nos pontos de amostragem variou muito, indo de 83,3 no Ponto LM03 a 4,34 no Ponto LM02. Os valores mais baixos indicaram uma proporção mais elevada da fração biodegradável (matéria orgânica), enquanto que os mais altos demonstram a dominância da fração inerte no corpo receptor. Segundo BIOLÓGICA, 2004, os altos valores da DQO na lagoa de Maimbá se devem, principalmente, à matéria orgânica de origem vegetal, como a lignina e a celulose (que são abundantes graças à alta densidade de macrófitas na região), compostos de lenta degradação e oxidados somente no teste da D.Q.O. Em termos médios, o ano de 2003 apresentou as maiores concentrações, sendo estas decrescentes à medida em que houve o afastamento do fluxo vertido pela Barragem Norte (LM02> LM03>LM06).

O ferro é um elemento bastante comum na natureza, ocorrendo nas bacias de drenagem e nos cursos d'água de maneira significativa. Por ser o principal insumo da usina de pelotização SAMARCO, é fundamental o monitoramento deste parâmetro na lagoa de Maimbá (BIOLÓGICA, 2004). A forma solúvel ( $Fe^{+2}$ ) altera a coloração da água mesmo em baixas quantidades, e por isso é limitada em 0,3 mg/L, segundo o CONAMA (1986). A distribuição de valores foi diferente entre os pontos, sendo que para o Ponto LM02, os valores permaneceram mais baixos até 2001, com aumento significativo a partir de 2002 (Figura 3.2.2.1.1-38). O Ponto LM03 apresentou dois picos de concentração, um em 2000 e outro em 2003, quando chegou a 0,3 mg/L de ferro solúvel em fevereiro (Tabela 3.2.2.1.1-5). Por fim, o Ponto LM06 apresentou os menores valores, inclusive em 2003, o que leva a crer que as concentrações registradas em LM02 e LM03 estão bastante associadas ao efluente diluído na água da Barragem Norte. A distribuição das concentrações ao longo dos anos demonstra que o efluente é uma fonte de ferro para a lagoa de Maimbá, porém com níveis nunca acima de 0,3 mg/L, indicando a concordância com os padrões ambientais exigidos. Os valores médios anuais variaram entre 0,02 mg/L (Ponto LM06, em 2001) e 0,14 mg/L (Ponto LM02, em 2002).

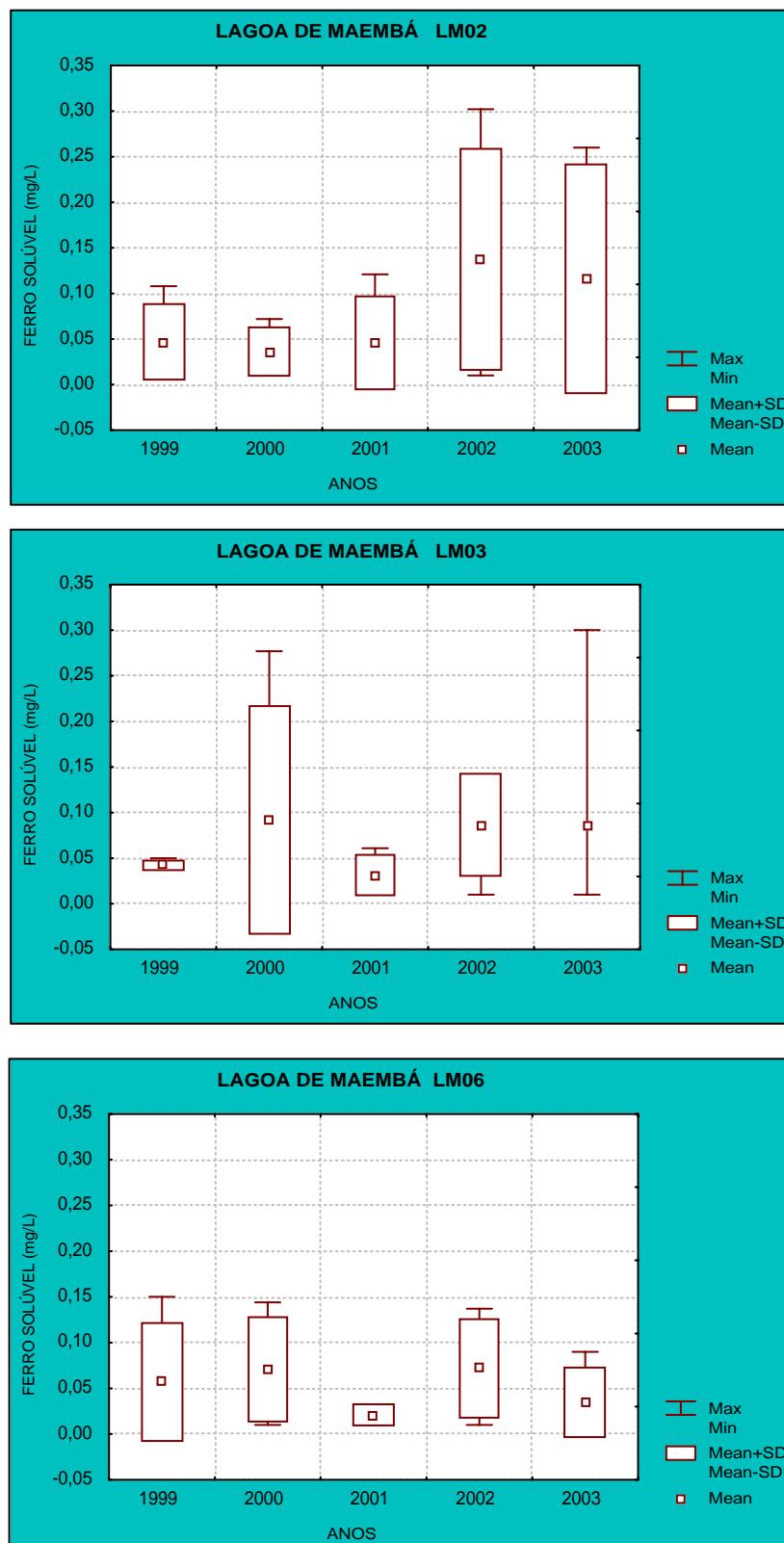
Ao contrário dos níveis de cor, as concentrações de ferro total foram mais elevadas no ano de 2000 (Figura 3.2.2.1.1-39). Os valores foram mais elevados no Ponto LM03 (médias anuais entre 0,1 mg/L em 2001 e 0,32 mg/L em 2000), seguido pelo Ponto LM06 (médias anuais entre 0,1 mg/L em 1999 e 0,28 mg/L em 2000) e por fim, no Ponto LM02 (médias anuais entre 0,1 mg/L em 1999 e 0,26 mg/L em 2000). Os baixos valores de ferro encontrados, principalmente, nos últimos dois anos refletem a eficiência do tratamento realizado pela ETEI. O ferro total não é contemplado pelo CONAMA (1986) por ser pouco reativo, porém uma vez na forma do íon férrico ( $Fe^{+3}$ ) se liga fortemente ao fosfato presente no meio aquático, funcionando como uma “esponja”, podendo tornar o fosfato um forte limitante da produção primária.



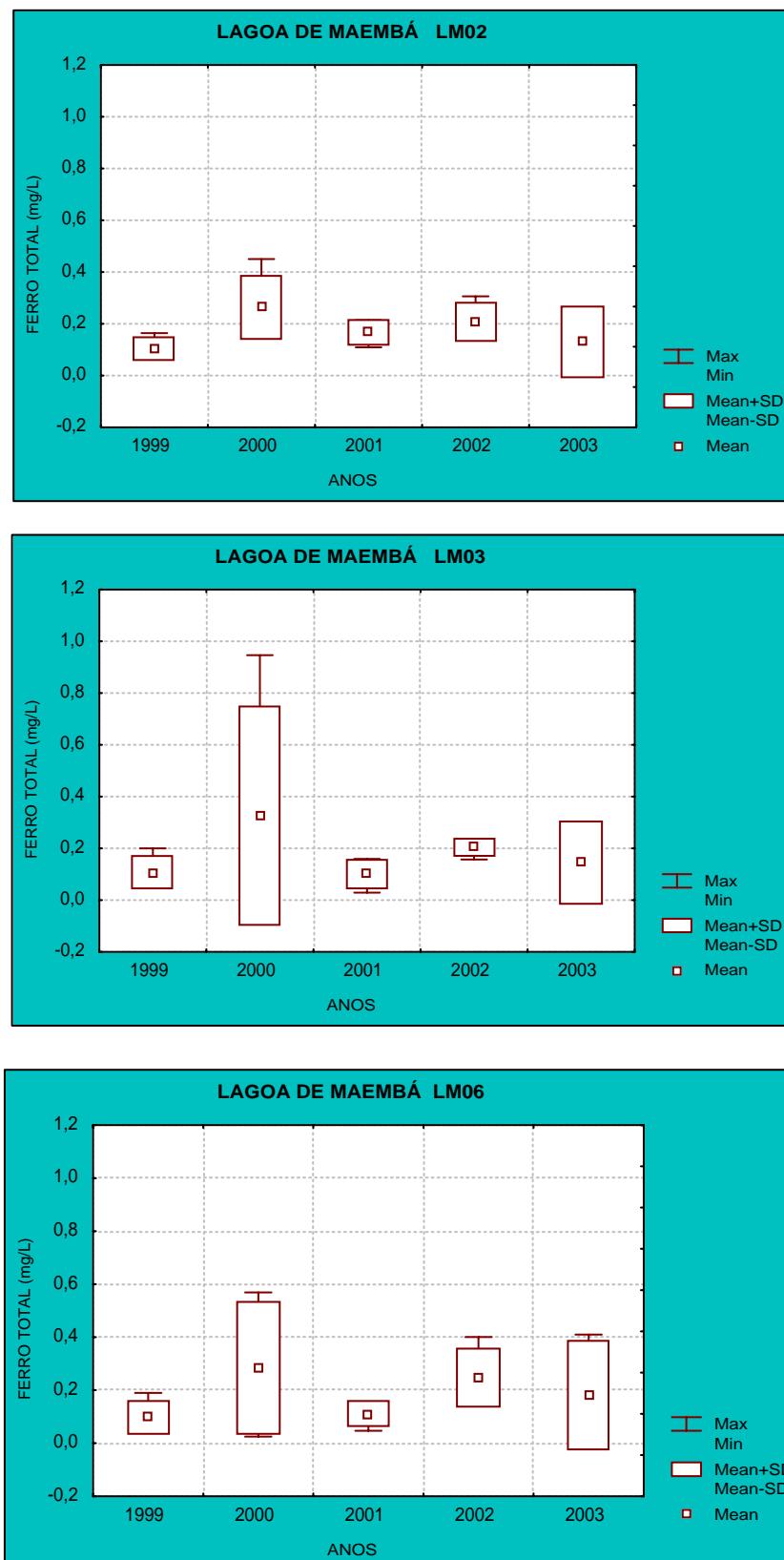
**Figura 3.2.2.1.1-36: Distribuição da DBO (mg/L) nos pontos de amostragem na Lagoa de Maimbá entre os anos de 1999 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-37: Distribuição da DQO (mg/L) nos pontos de amostragem na Lagoa de Maimbá entre os anos de 1999 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-38: Distribuição de Ferro Solúvel (mg/L) nos pontos de amostragem da Lagoa de Maimbá entre os anos de 1999 a 2003.**



**Figura 3.2.2.1.1-39: Distribuição de Ferro Total (mg/L) nos pontos de amostragem na Lagoa de Maimbá entre os anos de 1999 a 2003.**

Segundo Pereira (2004), os resultados de turbidez na lagoa Maimbá mostraram-se bem abaixo do limite do CONAMA (1986) para águas classe 2. Esses resultados são confirmados pelos baixos valores encontrados para os sólidos suspensos. O monitoramento ao longo do ano de 2002 mostrou, em todas as campanhas, resultados baixos de sólidos suspensos e turbidez na lagoa Maimbá. Além disso, os valores não apresentaram elevadas diferenças entre os pontos, desde aqueles próximos à Barragem Norte e os mais distantes, indicando uniformidade em toda a extensão da lagoa em relação a essas variáveis. As concentrações de sólidos dissolvidos encontradas na lagoa Maimbá mostraram grande número de valores acima do limite estabelecido no CONAMA para águas classe 2 (500 mg/l). Em LM-03 foram observadas 84% e em LM-06, 81% dos valores. Elevadas concentrações de íons na lagoa provavelmente decorrem da influência do mar no teor de sais de suas águas. Os córregos afluentes à lagoa Maimbá contribuem com baixas concentrações de sólidos dissolvidos, decorrentes principalmente da menor influência marinha em suas águas. Valores acima do limite do CONAMA para sólidos dissolvidos foram também observados para os demais pontos monitorados na lagoa, ao longo de 2002. Foi observado um padrão semelhante ao encontrado para a condutividade elétrica: pontos situados mais distantes do mar e mais próximos à Barragem Norte, como os pontos LM-A e LM-03, apresentaram menores valores de S-Diss. É importante ressaltar que na série histórica referente ao estudo na barragem norte, todos valores estiveram sempre abaixo de 500 mg/L como recomenda o CONAMA para águas doces classe 2, mesmo sabendo que a barragem norte não deveria ser classificada como tal, por seu uso somente para os processos industriais da SAMARCO.

Pereira (2004) observou que os valores da série histórica das médias trimestrais das medições de compostos nitrogenados mostram valores mais elevados na Barragem Norte que nos pontos localizados na lagoa Maimbá. Esse fato é influenciado pelo processo industrial que gera o efluente, possivelmente decorrente da utilização de amina para auxiliar na concentração do minério (apesar de que o nível de aminas na lagoa é extremamente baixo). Por outro lado, as altas concentrações de N-total encontradas em BN parecem não influenciar diretamente a qualidade da água da lagoa Maimbá. O Ponto LM-03 apresentou em geral valores médios trimestrais menores que os do ponto LM-06, evidenciando mais uma vez que a carga de compostos nitrogenados que podem chegar na lagoa de maembá pela barragem norte não consegue incrementar a concentração de nitrogênio quando comparados ao restante da lagoa. Os valores de nitrogênio total representados pelo somatório das frações amônio, nitrato, nitrito e nitrogênio orgânico variaram de 0,65 mg/L a 1,68 no ponto LM-03 e de 0,67 mg/L a 2,19 mg/L em LM-06. Os maiores valores médios de N-Total encontrados no ponto LM-06 sugerem a influência da carga de esgotos provenientes das comunidades próximas, que podem contribuir para elevação das concentrações dessa variável nesse local. Observou-se que os córregos afluentes da lagoa Maimbá eventualmente contribuem com elevadas concentrações de N-Total, decorrentes da grande quantidade de matéria orgânica em decomposição presente em seus leitos. Os monitoramentos realizados ao longo de 2002 nos sete pontos da lagoa indicaram a predominância do nitrogênio na forma de nitrato, decorrente da elevada oxigenação da água da lagoa. As concentrações de nitrato e nitrito permaneceram dentro dos limites especificados pelo CONAMA (médias de 0,95 mg/l e 0,014 mg/l, respectivamente). Não foram observadas grandes diferenças nas concentrações desses nutrientes em coletas realizadas no fundo e na superfície da coluna d'água. As concentrações de amônia encontradas na lagoa Maimbá são consideradas elevadas, e estão bem acima da faixa de concentração para corpos de água doce não poluídos, de 0,02 mg/L a 0,14 mg/L (MEYBECK, 1993 *apud* SILVA, 2000), havendo, portanto, indicação de poluição orgânica por esgotos domésticos.

A lagoa de Maimbá apresenta uma flora aquática bem desenvolvida, com grande densidade de macrófitas tanto às margens, emersas, quanto submersas e flutuantes. Isso é uma evidência de alta disponibilidade de fósforo que é um elemento essencial à vida nos ambientes aquáticos, onde é considerado o principal agente limitante do desenvolvimento e reprodução das algas e produtores primários de uma forma geral. Assim, pequenos acréscimos de fósforo levam a um enriquecimento geral do corpo hídrico, com o desenvolvimento exacerbado dos organismos aquáticos, enquanto a carência reduz a capacidade suporte do meio. Não é limitado pela legislação ambiental na forma total, apenas na fração solúvel (fosfato), de 0,025 mg/LPO<sub>4</sub>. Resultados obtidos por Pereira (2004) indicaram que essa variável pode mostrar valores situados abaixo do limite de detecção e atingir elevadas concentrações na lagoa Maimbá. O Ponto LM-03 apresentou um valor médio trimestral de fosfato de 0,05 mg/l e o Ponto LM-06, um valor de 0,09 mg/L. Foram observados vários resultados acima do limite do CONAMA (1986) para águas classe 2 (44% em LM-03 e 36% em LM-06). Foi observado que o local de coleta na lagoa não provocou diferenças significativas quanto ao P-Total e que as maiores concentrações ocorreram no 3.<sup>º</sup> trimestre de cada ano, período em que os índices pluviométricos foram baixos, evidenciando o efeito da concentração desse nutriente nas águas da lagoa. Os córregos afluentes mostraram baixas concentrações de P-Total. As macrófitas aquáticas excretam fósforo absorvido dos sedimentos para a coluna d'água através da propriedade de bombeamento que apresentam. A elevada quantidade de macrófitas encontrada na lagoa Maimbá pode ser um fator de aumento das concentrações de fósforo na água. A lagoa Maimbá apresentou, durante monitoramento ao longo de 2002, valores de P-Total entre < 0,01 mg/l e 0,51 mg/l, enquanto os valores de P-PO<sub>4</sub> permaneceram entre 0,01 mg/l e 0,15 mg/l. As concentrações de fosfato verificadas na barragem norte em 2002 (média anual de 0,03 mg/L em BN03 e de 0,06 mg/L em BN01) indicam mais uma vez, que a carga de fósforo encontrada na lagoa apresenta outras fontes com potencial de concentração maior que o da água da barragem norte. Ainda de acordo com Pereira (2004), a adsorção de íons fosfato por óxidos metálicos, especialmente óxidos e hidróxidos de ferro, pode impedir concentrações maiores de fósforo na água. A carga de ferro advinda da usina de pelotização pode favorecer a precipitação do fósforo nos sedimentos da lagoa Maimbá, contribuindo para limitar a produtividade do ecossistema.

Foi observada redução significativa dos valores de Coliformes fecais em LM-03 e no ponto mais próximo da barragem norte a partir do 4.<sup>º</sup> trimestre de 1995. Esse fato deve estar associado à eliminação do efluente da Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário da usina de pelotização para a barragem, que passou a ser disposto em valas de infiltração a partir do ano de 1996. Os pontos da lagoa não mostraram resultados acima do limite do CONAMA para águas classes 2 e 7. Os valores médios trimestrais foram 57 Org/100ml em LM-03 e 38 Org/100ml em LM-06. De acordo com Pereira (2004) os valores médios trimestrais sugerem influências tanto da Barragem Norte quanto dos esgotos domésticos nos dois pontos monitorados na lagoa. Os resultados mostram grande quantidade de valores com resultados acima do limite de detecção da análise ( $\geq 1.600$  Org/100 ml), indicando a elevada presença desses organismos nos dois pontos da lagoa. Os monitoramentos realizados durante o ano de 2002 nos sete pontos da lagoa indicaram uma maior concentração de Coliformes Fecais e Coliformes Totais em campanhas com maiores índices pluviométricos, época em que os coliformes presentes nos solos podem alcançar a lagoa, carreados pelas águas pluviais. Elevadas concentrações de Coliformes Fecais foram encontradas no ponto situado próximo à comunidade Maimbá (Ponto LM-C, que apresentou resultado maior que o limite CONAMA na 3.<sup>a</sup> campanha), evidenciando a influência de esgotos na qualidade da água da lagoa. Os resultados dos córregos afluentes evidenciaram a contribuição de águas com elevado teor de Coliformes Fecais e Coliformes Totais em época de chuvas. Esse fato decorre, principalmente, da criação de gado na área da bacia hidrográfica da lagoa Maimbá, além do lançamento de esgotos domésticos sem

tratamento das comunidades residentes na área da bacia e da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos.

A seguir, é apresentada análise de resultados de monitoramento desenvolvido pela empresa Biológica *apud* Pereira (2004), durante o ano de 2003, em dois pontos da lagoa, sendo um próximo ao local onde é vertida a água industrial da SAMARCO (LM03) e o outro localizado em área mais distante da influência desses efluentes, no extremo oposto da lagoa (LM06), que serve como referência da condição natural desse corpo hídrico, permitindo avaliar se os efluentes causam efeito na lagoa de Maimbá com relação aos metais, fenóis e óleos e graxas. Foram utilizados para comparação os limites preconizados para águas de classe 2 pela Resolução 020/86 do CONAMA.

## **BÁRIO**

No período de fevereiro a novembro/03 o bário foi detectado na lagoa de Maimbá em baixos teores, tanto no ponto próximo à água vertida da barragem Norte quanto no extremo oposto em LM06, distante das influências da SAMARCO. Foi encontrada em LM03 variação de < 0,001 mg/L a 0,030 mg/L, enquanto em LM06 foi encontrada variação de < 0,001 mg/L a 0,022 mg/L. Foi concluído que todos os resultados foram em geral muito baixos apontando ausência de teor significativo desse metal na lagoa.

## **CÁDMIO**

No período de fevereiro a novembro/03 esse metal foi encontrado em não conformidade com a legislação ambiental nos dois pontos da lagoa de Maimbá. Foi encontrada em LM03 variação de <0,001 mg/L a 0,043 mg/L, com média 0,010 mg/L, enquanto em LM06 foi encontrada variação de < 0,001 mg/L a 0,041 mg/L, com média também de 0,010 mg/L. Foi observado que o metal tinha sido observado eventualmente ao longo do monitoramento, apontando presença ocasional e que geralmente ocorria em baixos teores.

## **CHUMBO**

Foi observado que historicamente os resultados de chumbo encontrados na lagoa de Maimbá foram sempre muito baixos, seja em LM03 ou LM06, apontando ausência de contaminação por esse metal. No período de fevereiro a novembro/03 foi encontrada em LM03 variação de < 0,01 mg/L a 0,05 mg/L, com média de 0,01 mg/L, enquanto em LM06, o elemento não foi detectado em nenhuma das campanhas de amostragem.

## **COBRE**

Foi citado que raramente foi detectado nas águas da lagoa de Maimbá. No período de fevereiro a novembro/03, foi detectado uma única vez, no ponto LM03, com valor baixo, 0,03 mg/L. Em LM06 não foi detectado em nenhuma das campanhas realizadas. Foi concluído que os resultados para cobre apontaram ausência de problemas relacionados a presença desse metal nas águas.

## **CROMO TOTAL**

Foi observado que os dados históricos de cromo apontam ausência de problemas relacionados a presença desse metal nas águas, como nesse período de fevereiro a novembro/03, pois foram

encontrados resultados detectáveis em apenas uma campanha em LM03 e uma em LM06, ambos no mês de agosto/03, com 0,03 mg/L.

## **FENÓIS**

Ocorreram resultados altos de fenóis nos dois pontos de amostragem, tanto em LM03 quanto em LM06. Ocorreu no ponto LM03 nesse período de fevereiro a novembro/03 um mínimo de <0,001 mg/L e um máximo de 0,048 mg/L, com média de 0,032 mg/L. Em LM06 o máximo foi 0,058 mg/L, o mínimo < 0,001, mg/L e a média 0,020 mg/L. Portanto, a maioria dos resultados em LM03 e LM06 foram não conformes. Foi concluída a origem a partir de matéria orgânica vegetal.

## **MERCÚRIO**

No período de fevereiro a novembro/03 o mercúrio apresentou em LM03, próximo à barragem Norte uma variação de um valor não detectado pela metodologia analítica adotada a 0,0003 mg/L, com média de 0,0001 mg/L. Em LM06 o mercúrio apresentou variação de um valor não detectado a 0,0002 mg/L, com média de 0,0001 mg/L. Contudo, nesse período só ocorreu um resultado acima do limite estabelecido pela legislação ambiental para águas de classe 2 (CONAMA, Resolução 020/86) em LM03. Foi ressaltado que o limite para esse metal é muito restritivo e que o background local tem um papel muito importante na ocorrência desse metal na região.

## **NÍQUEL**

No período de fevereiro a novembro/03 foram encontrados resultados mais altos de níquel em ambos os pontos de amostragem, sendo apresentados valores em não conformidade com a legislação ambiental em fevereiro de 2003. Foi encontrada em LM03 variação de < 0,02 mg/L a 0,074 mg/L, com média de 0,020 mg/L, e em LM06 de < 0,02 mg/L a 0,074 mg/L, com média de 0,03 mg/L. Foi observada a tendência valores de concentrações baixas para este metal.

## **ÓLEOS E GRAXAS**

Em ambos os pontos de amostragem e em todas as campanhas do período de fevereiro a novembro/03, os resultados de óleos e graxas ficaram abaixo do limite mínimo de detecção, apontando ausência de contaminação da água por esses compostos.

## **ZINCO**

No período de fevereiro a novembro/03 esse metal apresentou resultados que variaram de < 0,01 a 0,26 mg/L em LM03 e < 0,01 a 0,07 mg/L em LM06. Foi ressaltado que o histórico do monitoramento aponta a ausência de problemas ambientais relacionados com este metal.

## **◆ CONCLUSÕES**

Na Barragem Norte, por se tratar de uma barragem industrial, era esperado que fossem registrados alguns eventos que não são comuns em lagoas costeiras naturais. Sobre a caracterização física da coluna d'água chamou atenção os altos valores da temperatura em 2003, muitas vezes maiores que a temperatura atmosférica, o que poderia indicar contribuições do efluente industrial. Por outro lado, a oxigenação sofreu um aumento considerável nos últimos anos, até mesmo no Ponto BN03 que

sempre apresentou níveis mais baixos de O.D. e, somado ao comportamento da D.B.O. e D.Q.O. pode-se concluir que a carga orgânica depositada na Barragem Norte vem diminuindo sensivelmente graças ao bom funcionamento da ETEI. De todos os parâmetros químicos monitorados, a cor, os metais cádmio e mercúrio (e em alguns monitoramentos o chumbo), os nutrientes (representados pelo fosfato e nitrogênio total) foram aqueles que apresentaram níveis fora dos limites do CONAMA (1986) ou considerados elevados para águas doces em algumas amostragens. Vale ressaltar também os altos níveis de fenóis relatados no ano de 2003 em toda a barragem. No caso do fosfato, a partir de 2003 as concentrações começaram a diminuir. Somente o cádmio e a cor da água não apresentaram uma tendência de queda, aliás, o cádmio começou a mostrar maiores valores a partir de 2001, em todos os pontos. Em termos de contaminação fecal, a Barragem Norte não apresentou valores de risco, acima do máximo recomendado pelo CONAMA, o que agrava, juntamente com os outros parâmetros analisados (temperatura, sólidos totais e dissolvidos, pH, DBO, DQO, oxigênio dissolvido, ferro solúvel, aminas, turbidez, sulfatos, sulfetos, hidrocarbonetos, detergentes e maioria dos metais) uma condição geral satisfatória da qualidade de água da barragem norte.

Na lagoa de Maimbá foi verificado que nos últimos dois anos alguns parâmetros apresentaram um leve aumento. Dentre estes, a DBO e a DQO mostraram-se elevados, principalmente, em 2003, porém, no caso da D.B.O., dentro do limite de 5,0 mg/L como determina o CONAMA (1986), o que não caracteriza um dano considerável para a Lagoa. A cor também esteve elevada, com médias anuais acima do recomendado (75 uH) inclusive no Ponto LM06, o que indica que nas regiões mais afastadas do vertedouro a água apresenta normalmente uma coloração mais forte, e no caso da lagoa de Maimbá essa é uma característica própria, relacionada a alta produtividade local. As formas de ferro que poderiam indicar a influência negativa do efluente não apresentaram valores acima do CONAMA (no caso do ferro solúvel) até mesmo nos pontos LM02 e LM03. Por outro lado, com relação ao estado trófico, a lagoa se encontra eutrofizada até mesmo no ponto mais afastado do vertedouro. Foi demonstrado pelos monitoramentos e outros estudos realizados que o esgoto doméstico significa uma grande contribuição de nutrientes e coliformes para a lagoa de Maimbá. O teor de fosfato e compostos nitrogenados, principalmente nitrado encontram-se elevados, promovendo o crescimento acelerado dos produtores primários, sendo as cianobactérias o principal grupo de microalgas indicador da eutrofização na lagoa de Maimbá. Os altos níveis de pH somados à hiper-saturação de oxigênio dissolvido complementam este quadro. Com relação à carga de sólidos dissolvidos presente na lagoa, a influência das águas da Barragem Norte parece estar em segundo plano, uma vez que o teor na barragem ficou sempre dentro do limite de 500 mg/L, como recomenda o CONAMA, enquanto na lagoa, esse limite foi extrapolado em inúmeros levantamentos.

### 3.2.2.1.2 Comunidades Planctônicas

Os resultados referentes às comunidades planctônicas (fito e zooplâncton) foram obtidos através de relatórios de amostragens feitas em 31 campanhas entre novembro/1995 e novembro/2003 na Barragem Norte. Algumas correções numéricas e condensações foram feitas para que fosse efetuada uma melhor comparação entre os resultados.

Para a Lagoa de Maimbá, os resultados foram obtidos através de relatórios de amostragens feitas entre do que foi registrado em 29 campanhas de amostragem entre julho/1994 e novembro/2003. Algumas correções numéricas e condensações foram feitas para que fosse efetuada uma melhor comparação entre os resultados.

#### ♦ **BARRAGEM NORTE**

##### *- FITOPLÂNCTON*

Durante o período de 1995 a 2003 foi identificado um total de 50 taxa de algas no fitoplâncton da Barragem Norte. 18 taxa são pertencentes à classe Chorophyceae, 3 à classe Zygnemaphyceae, 23 à classe Cyanophyceae, 1 à classe Bacillariophyceae (Diatomáceas), 2 à classe Euglenophyceae, 2 à classe Dinophyceae e 1 à classe Cryptophyceae (Tabela 3.2.2.1.2-1). O número de espécies (que inclui amostras de rede) pode ser considerado ligeiramente baixo, inclusive se comparado com outros reservatórios do Espírito Santo (DIAS JR, 1998; DELAZARI-BARROSO, 2000) e isto apesar do período relativamente longo de amostragens, o que tenderia a aumentar também a probabilidade de ocorrência de mais espécies. Apesar de muitas espécies ainda se encontrarem classificadas a nível de gênero, pode-se dizer que a flora fitoplanctônica é constituída inteiramente por espécies lacustres dulcícolas, sendo a comunidade fitoplanctônica típica de um ecossistema de águas continentais. A estrutura da composição qualitativa também se apresenta típica de ecossistemas límnicos do Espírito Santo, com o maior número de espécies pertencendo às classes Chlorophyceae e Cyanophyceae, que são muito características de águas interiores não salinas.

Tabela 3.2.2.1.2-1: Inventário dos taxa de algas planctônicas identificadas nos pontos de monitoramento da Barragem Norte no período entre novembro de 1995 e novembro de 2003.

#### **CHLOROPHYCEAE**

*Ankistrodesmus bobraianum*  
*Botryococcus* sp.  
*Chlamydomonas* sp.  
*Chorella* sp.  
CHLOROCOCCALES N.I.  
*Coelastrum reticulatum*  
*Coelastrum sphaerium*  
*Crucigenia* sp.  
*Tetraedron minimum*  
*Schoederia* sp.  
*Monoraphidium griffithii*

Tabela 3.2.2.1.2-1: Inventário dos taxa de algas planctônicas identificadas nos pontos de monitoramento da Barragem Norte no período entre novembro de 1995 e novembro de 2003 (Continuação).

---

*Oocystis* sp.  
*Scenedesmus acuminatus*  
*Scenedesmus bijugus*  
*Scenedesmus ecornis*  
*Scenedesmus quadricauda*

#### **ZYGNEMAPHYCEAE**

DESMIDIALES N.I.  
*Cosmarium* sp.  
*Staurodesmus* sp.

#### **CYANOPHYCEAE**

*Aphanocapsa litoralis*  
*Aphanothece saxicola*  
*Aphanothece minutissima*  
*Chlorococcus* sp.  
*Chroococcus limneticus*  
*Chroococcus minimus*  
*Chroococcus minor*  
*Cylindrospermopsis* sp.  
*Dactylococcopsis* sp.  
*Elakatothix* sp.  
*Lyngbya* sp.  
*Limnothrix* sp.  
*Merismopedia tenuissima*  
*Microcystis novacekii*  
*Microcystis panniformis*  
NOSTOCACEAE N.I.  
*Oscillatoria subbrevis*  
*Oscillatoria* sp.  
*Phormidium* sp.  
*Planctolyngbya* sp.  
*Pseudoanabaena galena*  
*Pseudoanabaena limnetica*

#### **BACILLARIOPHYCEAE**

*Achnanthes affines*

#### **DINOPHYCEAE**

*Peridinium inconspicuum*  
*Peridinium pusillum*

---

Tabela 3.2.2.1.2-1: Inventário dos taxa de algas planctônicas identificadas nos pontos de monitoramento da Barragem Norte no período entre novembro de 1995 e novembro de 2003 (Continuação).

---

**EUGLENOPHYCEAE**

*Euglena* sp.  
*Lepocinclis ovum*

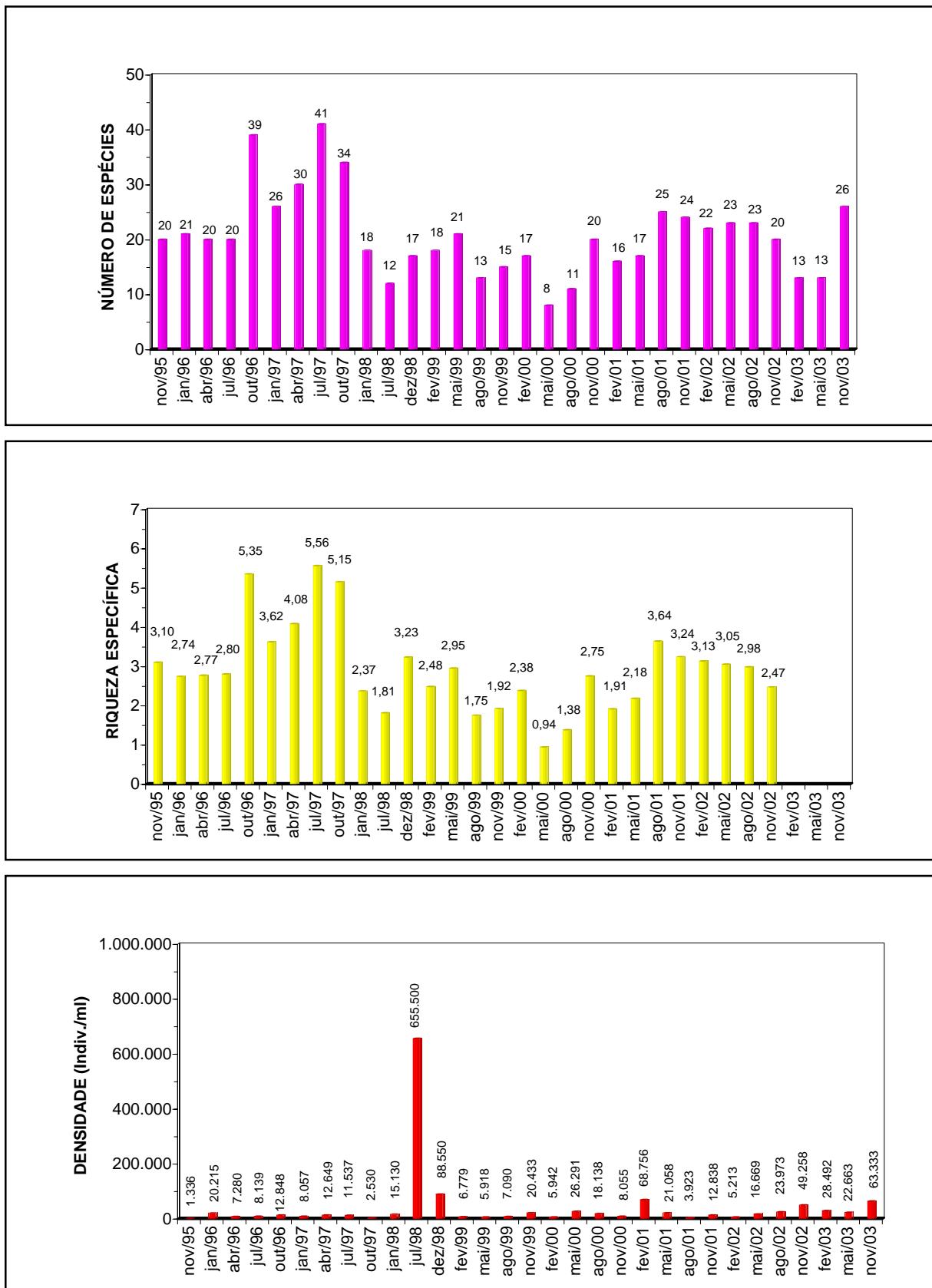
**CRYPTOPHYCEAE****CRYPTOMONADALES N.I.**

---

O número total de espécies registradas entre as diversas campanhas mostrou uma grande variação (Figura 3.2.2.1.2-1), embora menor do que o verificado para a Lagoa Maimbá, conforme descrito a seguir. Esta variação mostrou valores mais elevados durante o ano de 1997, chegando a um máximo de 41 espécies em julho/1997, e menores valores em 2000, chegando a um mínimo de 8 espécies em maio deste ano. Apesar da variação, na maior parte do tempo o número de espécies manteve-se dentro de uma média de 20 espécies, mostrando uma considerável estabilidade, especialmente após o ano de 2001, quando apenas algumas oscilações foram notadas. A aparente estabilidade do número de espécies também se reflete claramente na variação do índice de riqueza específica, que apresentou valores variando entre 0,94 (maio/2000) a 5,56 (julho/1997), com um padrão de variação praticamente igual ao do número de espécies. Também neste caso, os números se mantiveram estáveis até 2002, com apenas alguns aumentos e reduções temporárias. O conjunto destes resultados mostra que, na maior parte das vezes, tanto o número de espécies numericamente significativas quanto a sua riqueza, podem ser considerados como normais para os reservatórios em geral. Uma análise da composição qualitativa também mostra que a flora planctônica é semelhante à encontrada em vários reservatórios tropicais.

Embora um pouco menor do que o observado para o número de espécies e a riqueza específica, o número total de indivíduos mostrou também pouca variação durante o período analisado, apesar de também ocorrer uma nítida tendência de aumento gradativo (Figura 3.2.2.1.2-1). A exceção a este processo foi registrada com o grande aumento verificado no ano de 1998, quando verificou-se um valor máximo de 665.500 indivíduos/mL (julho/1998), o que pode ter representado uma floração algal temporária, já que estes valores muito elevados não se mantiveram nos períodos seguintes.

A partir de 2002 observou-se uma tendência de manutenção de valores um pouco mais elevados, mas sem chegar novamente aos valores máximos de 1998 e nem reduzir-se a níveis próximos do mínimo de apenas 1.336 indivíduos/mL, registrado em novembro/1995. A maior parte dos valores registrados durante o período pode ser considerada como normal para os reservatórios do Estado do Espírito Santo (DIAS JR, 1998; DELAZARI-BARROSO, 2000), mas o seu aumento mesmo gradativo e a elevação mesmo temporária a números próximos de uma floração algal podem representar um risco futuro de eutrofização.



**Figura 3.2.2.1.2-1: Valores médios do número de espécies, densidade numérica e índice de riqueza específica das algas fitoplantônicas nos pontos de monitoramento da Barragem Norte durante o período de 1995 a 2003.**

Também a diversidade específica (Figura 3.2.2.1.2-2) tendeu a se manter mais regular do que a Lagoa Maimbá, seguido variações cíclicas muito proporcionais ao número de espécies e a riqueza específica. Entretanto, a faixa de variação da diversidade pode ser considerada muito grande, variando de valores que podem ser considerados muito baixos (mínimo de 0,16 bit/indivíduo em fevereiro/2001) a muito elevados (máximo de 3,3 bits/indivíduo em novembro/2003). Mas mesmo assim, a maior parte dos valores mantém-se em uma faixa que pode ser considerada como normal para o fitoplâncton de águas continentais. Variações muito semelhantes foram registradas na uniformidade da distribuição entre as espécies, que se iniciou com 0,2 e terminou em 0,87, o que não foi seu valor mais elevado, que variou entre 0,14 (maio/2000) e 1,76 (abril/1996), mas manteve-se dentro de um valor intermediário durante a maior parte do tempo, o que pode ser considerado como bom.

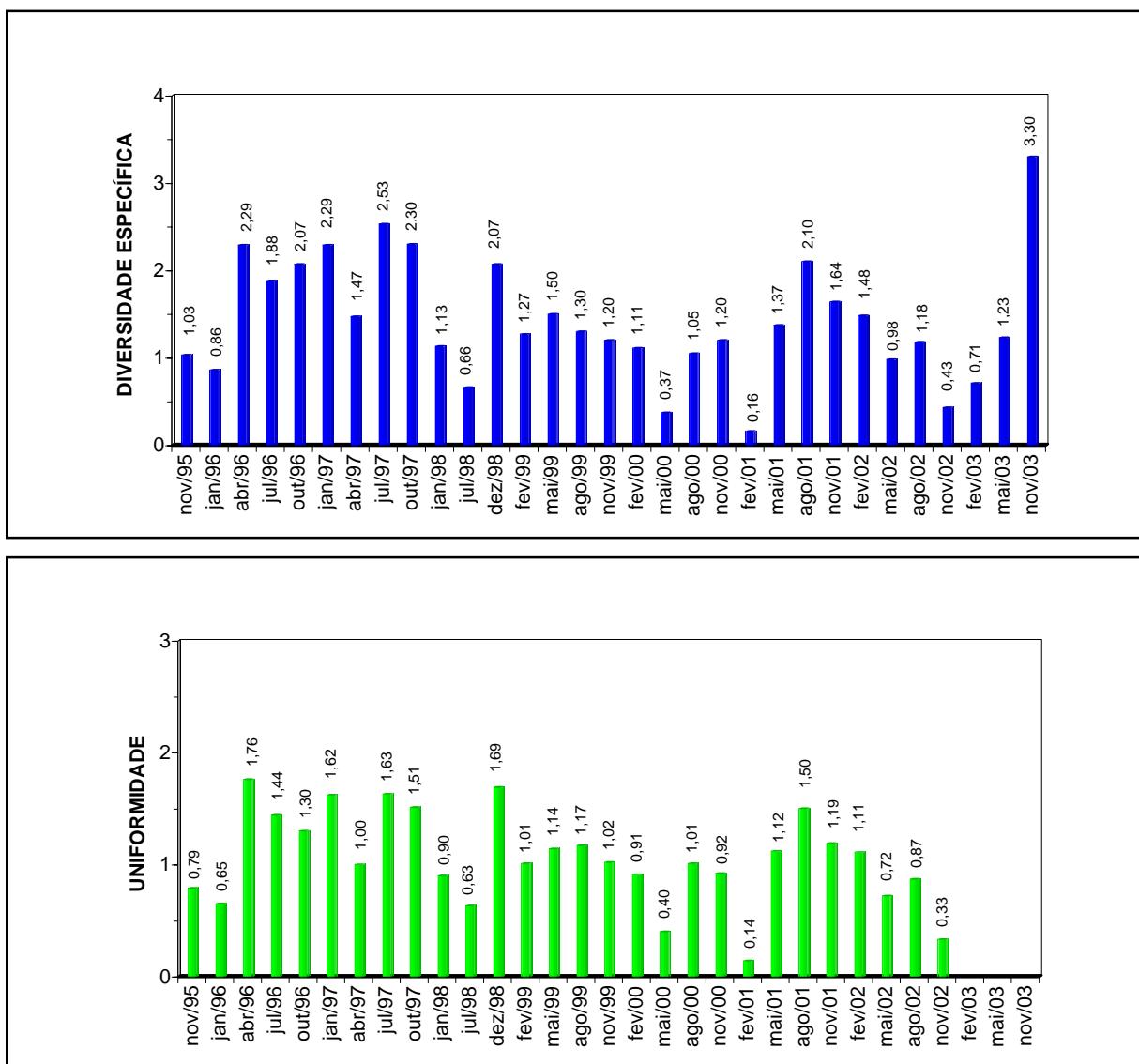
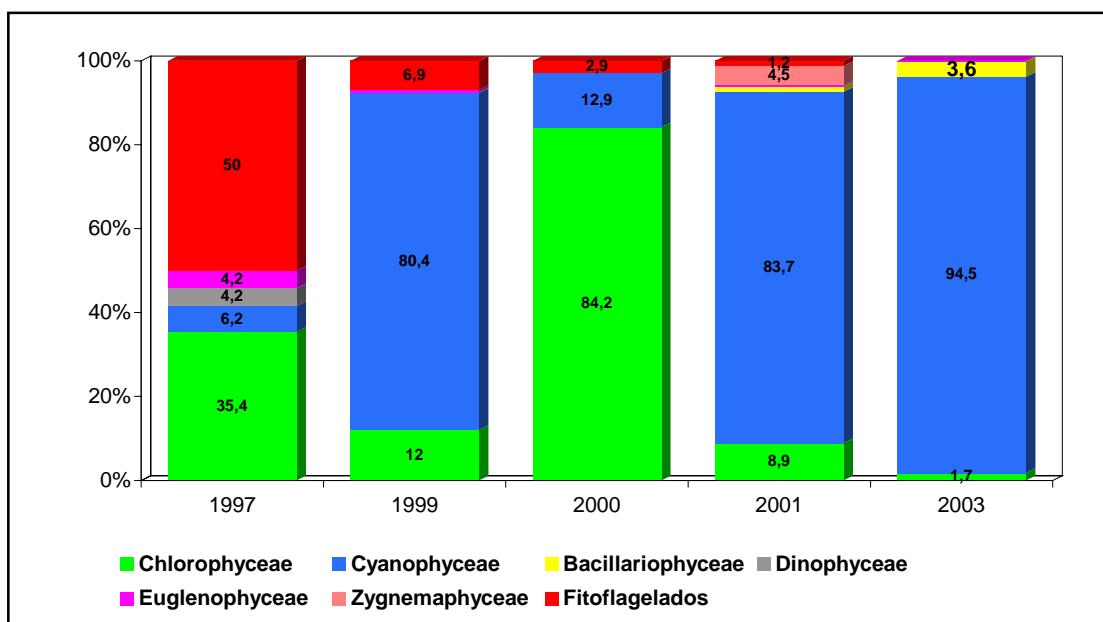


Figura 3.2.2.1.2-2: Valores médios do índice de diversidade específica (bits/indivíduo) e uniformidade das algas fitoplanctônicas amostradas nos pontos de monitoramento da Barragem Norte durante o período de 1995 a 2003.

Com relação à composição quantitativa do fitoplâncton (Figura 3.2.2.1.2-3), nota-se que o quadro inicial observado em 1997, mostrou uma composição mais regular, com predomínio de fitoflagelados (50%) e com as Chlorophyceae em segundo lugar (35,4%). Entretanto nos anos seguintes houve um grande aumento do predomínio das Cyanophyceae, que chegaram a 94,5% em 2003, tendo ocorrido um temporário predomínio das Chlorophyceae (84,2%) durante o ano de 2000. Nota-se que ocorreu uma considerável transformação da composição do fitoplâncton entre 1997 e 2003 e aparentemente existe uma tendência de se manter uma grande proporção de cianofíceas em relação aos outros grupos de algas, já se registrando em 2003 a grande presença de gêneros de cianofíceas potencialmente tóxicas, como *Microcystis* sp. Esta mudança na composição, associada a uma tendência mesmo que gradativa do aumento da densidade do fitoplâncton, pode mostrar que o ambiente também está em transformação. Também aqui, ressalta-se que em fevereiro/2003, houve a ocorrência de uma grande quantidade de cianofíceas do gênero *Cylindrospermopsis*, que é uma das algas tóxicas que tem sido mais monitorada em processos de eutrofização em lagos e reservatórios. Entretanto, a sua ocorrência parece ter se restringido àquela época, não voltando a ocorrer nas amostragens seguintes, a exemplo do que ocorreu na Lagoa de Maimbá, mostrando que esta mudança pode ser função de alterações climáticas eventuais.



**Figura 3.2.2.1.2-3: Composição quantitativa média do fitoplâncton amostrado nos pontos de monitoramento da Barragem Norte durante o período de 1997 a 2003.**

Pela análise dos dados, verifica-se que a Barragem Norte apresentou uma flora planctônica qualitativa e quantitativamente típica de lagoas, reservatórios e águas continentais do Espírito Santo na maior parte do período estudado, sendo possível a ocorrência de um futuro processo de eutrofização, indicado pelo grande aumento na proporção de algas cianofíceas, com a presença de algas potencialmente liberadoras de toxinas.

## - ZOOPLÂNCTON

Com relação ao zooplâncton, a ocorrência foi apenas um pouco menor do que a do fitoplâncton, tanto qualitativa quanto quantitativamente. Foram identificados 35 taxa, divididos em 3 grupos, sendo 22 Rotifera, 7 Crustacea e 6 Protozoa (Tabela 3.2.2.1.2-2).

Tabela 3.2.2.1.2-2: Inventário dos taxa de organismos zooplânctônicos identificados nos pontos de monitoramento da Barragem Norte durante o período entre novembro/1995 e novembro/2003.

---

### ROTIFERA

*Bdelloidea* N.I.  
*Anuraeopsis* sp.  
*Asplanchna* sp.  
*Brachionus angularis*  
*Brachionus falcatus*  
*Brachionus havanaensis*  
*Brachionus* sp.  
*Cephalodella* sp.  
*Euchalnus* sp.  
*Filinia longiseta*  
*Filinia terminalis*  
*Hexarthra intermedia*  
*Hexarthra* sp.  
*Keratella americana*  
*Lecane* sp.  
*Lepadella* sp.  
*Thrichotria* sp.  
*Monostyla bulla*  
*Monostyla* sp.1  
*Monostyla* sp.2  
*Polyarthra remata*  
*Polyarthra* sp.

### CRUSTACEA

*Apocyclops* sp.  
*Cyclopoidea* N.I.  
*Calanoidea* N.I.  
Copepodito  
*Diaphanosoma polyspina*  
*Moina minuta*  
Nauplii

---

Tabela 3.2.2.1.2-2: Inventário dos taxa de organismos zooplânctônicos identificados nos pontos de monitoramento da Barragem Norte durante o período entre novembro/1995 e novembro/2003 (Continuação).

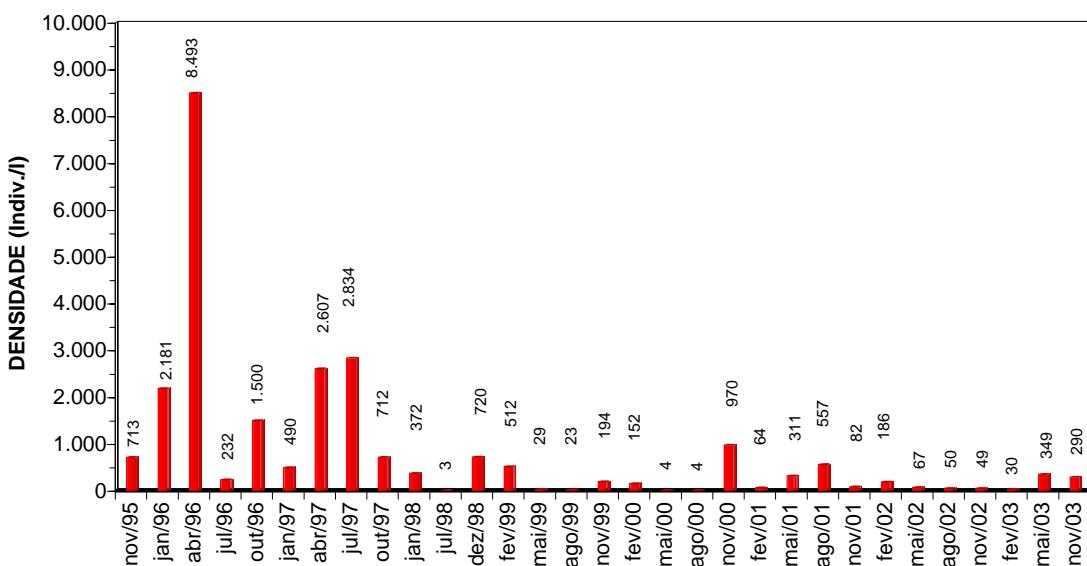
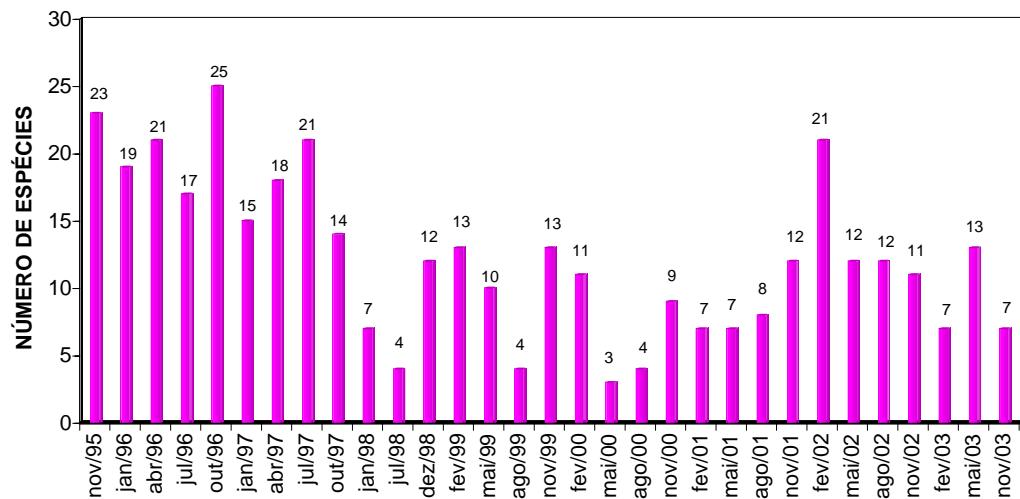
#### PROTOZOA

*Arcella vulgaris*  
*Arcella* sp.  
*Centropyxis* sp.  
CILIOPHORA N.I.  
*Diffugia* sp.  
*Lasquereusia* sp.

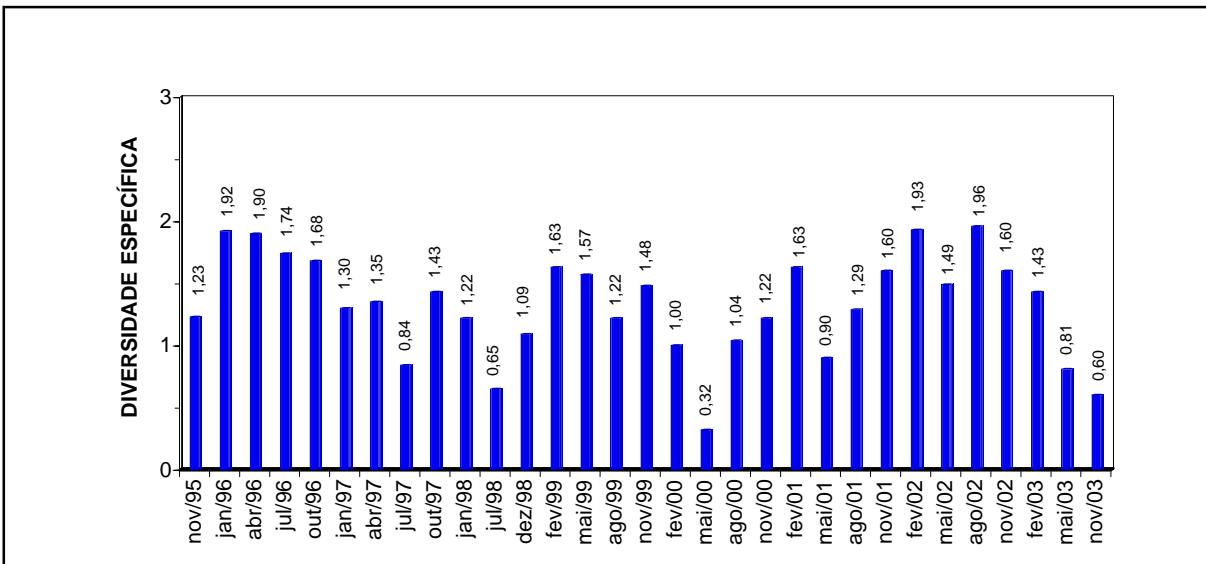
Os valores de densidade (Figura 3.2.2.1.2-4) variaram entre 3 indivíduos/L (julho/1998) a 8.493 indivíduos/L (abril/1996). Também neste caso, os maiores valores tenderam a se concentrar no período inicial, entre os anos de 1996 e 1997, sofrendo depois uma queda que pode ser considerada como permanente. A variabilidade desta densidade apresentou-se irregular e apenas em algumas situações as densidades foram consideradas como elevadas, ficando na maior parte das vezes dentro de padrões normais para uma lagoa costeira, com tendências à eutrofização. Ao contrário do que ocorreu com o fitoplâncton, foi observada uma tendência clara de redução da densidade zooplânctônica na lagoa, o que pode ter sido causado pelas mudanças na estrutura da comunidade fitoplânctônica.

O número de espécies em cada amostragem (Figura 3.2.2.1.2-4) variou entre 3 espécies (maio/2000) a 25 espécies (outubro/1996) e mostrou uma variação bem maior do que na Lagoa de Maimbá, além de um número bem maior de espécies. Os maiores valores tenderam a se concentrar no período de 1996 a 1997, sofrendo redução após este período, mas com algumas elevações temporárias, principalmente em 2002. De qualquer maneira é notável a redução do número de espécies ao longo do tempo.

Conforme pode ser visto na Figura 3.2.2.1.2-5, a diversidade específica do zooplâncton variou entre 0,32 bits/indivíduo (maio/2000) e 1,96 bits/indivíduo (fevereiro/2002), o que pode ser considerado como bastante relevante. Mas observa-se que, apesar da tendência de elevação ou redução da diversidade em alguns momentos, de um modo geral, ela manteve-se com uma variabilidade bem menor do que a densidade, sem nenhuma tendência continua de redução.



**Figura 3.2.2.1.2-4: Valores médios de número de espécies, da densidade numérica e do índice de riqueza específica dos organismos zooplânctônicos amostrados nos pontos de monitoramento da Barragem Norte durante o período entre novembro/1995 e novembro/2003.**



**Figura 3.2.2.1.2-5: Valores médios do índice de diversidade específica (bits/indivíduo) e uniformidade obtidos para os organismos zooplânctônicos amostrados nos pontos de monitoramento da Barragem Norte durante o período de novembro/1995 a novembro/2003.**

As variações da composição dos grandes grupos de organismos zooplânctônicos (Figura 3.2.2.1.2-6) mostra predominância de rotíferos na maior parte do período (anos de 1999, 2000, 2001 e 2003). Apenas em 1997, estes rotíferos dividiram a dominância com os crustáceos, sendo estes os únicos grupos representativos. A presença de maior quantidade de crustáceos, geralmente é indicadora de águas mais limpas, enquanto a predominância de rotíferos geralmente está mais ligada a águas eutrofizadas. O grande aumento da predominância dos rotíferos a partir de 1999 sugere uma mudança nas condições da água da Barragem Norte, mas certamente pode ser um reflexo da predominância das algas cianofíceas de pequeno tamanho, mais apropriadas para os requisitos alimentares desses rotíferos. No entanto, é importante ressaltar que a predominância de rotíferos associada à de algas cianofíceas geralmente indica processos de eutrofização.

A análise das comunidades fito e zooplânctônicas da Barragem Norte mostra que ao longo do tempo, as águas deste sistema estão tendendo a sofrer transformações mais graduais do que as da Lagoa de Maimbá, não se descartando a possibilidade de desenvolvimento de um processo de eutrofização e o aparecimento de florações algais esporádicas. Principalmente a grande ocorrência de algas cianofíceas potencialmente tóxicas mais recentemente pode levar a uma diminuição da qualidade das águas do reservatório, a médio prazo. Recomenda-se que sejam envidados esforços no sentido de não se aumentar o risco de aceleração deste processo.

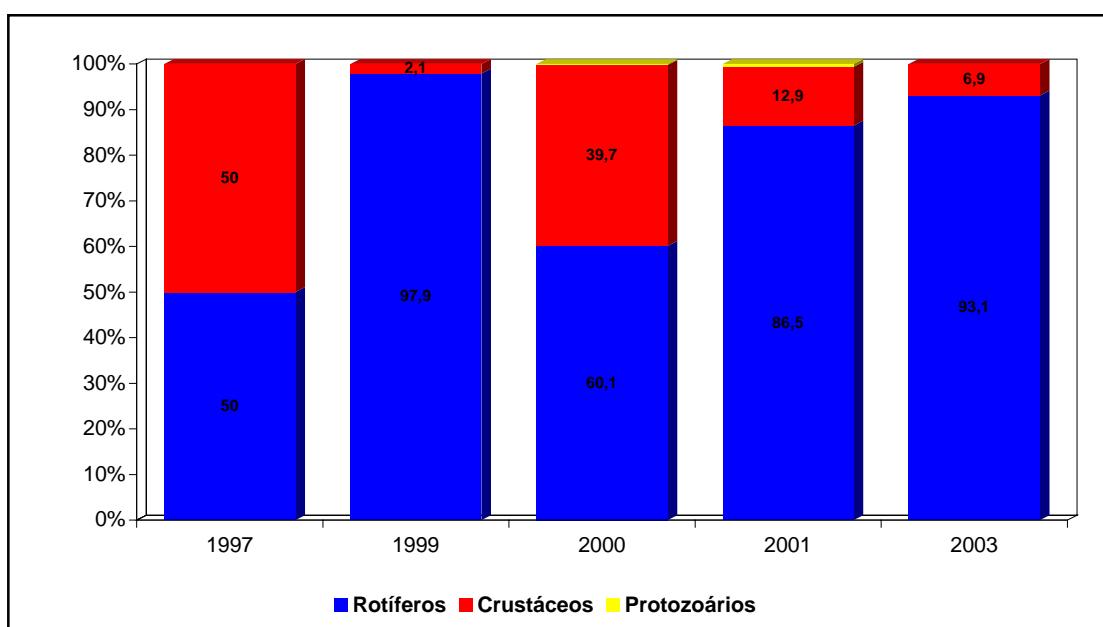


Figura 3.2.2.1.2-6: Composição média dos principais grupos de organismos zooplânctônicos obtidos nos pontos de monitoramento da Barragem Norte durante os anos de 1997 a 2003.

#### ◆ LAGOA DE MAIMBÁ

##### - FITOPLÂNCTON

Durante o período de 1994 a 2003 foi identificado um total de 143 taxa de algas no fitoplâncton da Lagoa Maimbá. 39 taxa são pertencentes à classe Chorophyceae, 22 à classe Zygnemaphyceae, 44 à classe Cyanophyceae, 23 à classe Bacillariophyceae (Diatomáceas), 9 à classe Euglenophyceae, 5 à classe Dinophyceae e 1 à classe Cryptophyceae (Tabela 1). O número de espécies pode ser considerado alto, inclusive se comparado com outras lagoas costeiras do Espírito Santo (Dias Jr, 1994; 1995) mas é necessário levar-se em consideração o período relativamente longo de amostragens, o que tende a aumentar também a probabilidade de ocorrência de mais espécies. Apesar de muitas espécies ainda se encontrarem classificadas a nível de gênero, pode-se dizer que a flora fitoplânctônica e constituída inteiramente por espécies lacustres dulcícolas, sendo a comunidade fitoplânctônica típica de um ecossistema lacustre de água doce e sem influência direta das águas do mar. A estrutura da composição qualitativa também se apresenta típica das lagoas costeiras de água doce do Espírito Santo, com o maior número de espécies pertencendo às classes Chlorophyceae e Cyanophyceae, que são muito características de águas interiores não salinas.

Tabela 3.2.2.1.2-3: Taxa de algas identificadas na Lagoa Maimbá no período entre julho/1994 e novembro/2003.

---

**Chlorophyceae**

*Ankistrodesmus bribraianus*  
*Ankistrodesmus densus*  
*Ankistrodesmus falcatus*  
*Ankistrodesmus fuseiformis*  
*Ankistrodesmus spiralis*  
*Ankistrodesmus* sp.1  
*Ankistrodesmus* sp.2  
*Botryococcus braunii*  
*Chlamydomonas* sp.  
*Chlorella* sp.  
*Closterium* sp.  
*Coelastrum reticulatum*  
*Coelastrum sphaericum*  
*Crucigenia* sp.  
*Dicellula planctonica*  
*Elakotrix* sp.  
*Franceia* sp.  
*Gloeocystis* sp.  
*Golenkinia* sp.  
*Microspora* sp.  
*Mougeotia* sp.  
*Oocystis* cf *lacustris*  
*Oocystis* sp.2  
*Oonephris* cf. *obesa*  
*Ourococcus* sp.  
*Pandorina* sp.  
*Pediastrum duplex*  
*Scenedesmus acuminatus*  
*Scenedesmus bijugus*  
*Scenedesmus perforatus*  
*Scenedesmus quadricauda*  
*Scenedesmus* sp.2  
*Scenedesmus* sp.3  
*Scenedesmus* sp.4  
*Schroederiella* sp.  
*Sphaerocystis schroeteri*  
*Tetraedron caudatum*  
*Tetraedron minimum*  
*Trebouxia* sp.

**Zygnemaphyceae**

*Actinotaenium* sp.  
*Cosmarium* sp.1  
*Cosmarium* sp.2  
*Cosmarium* sp.3  
*Cosmarium* sp.4

---

Tabela 3.2.2.1.2-3: Taxa de algas identificadas na Lagoa Maimbá no período entre julho/1994 e novembro/2003 (Continuação).

---

*Cosmarium* sp.5  
*Cosmarium* sp.6  
*Mesotaenium* sp.  
*Staurastrum inversii*  
*Staurastrum leptocladum*  
*Staurastrum rotula*  
*Staurastrum* sp.2  
*Staurastrum* sp.3  
*Staurastrum* sp.5  
*Staurastrum* sp.6  
*Teilingia* sp.  
*Tetradesmus* sp.

#### **Cyanophyceae**

*Anabaena* *solitaria*  
*Anabaena* sp.1  
*Anabaena* sp.2  
*Anabaenopsis* sp.  
*Aphanizomenon* sp.  
*Aphanocapsa* sp.  
*Aphanothece* sp.1  
*Aphanothece* sp.2  
*Aphanothece* sp.3  
*Aphanothece* sp.5  
*Chlorococcus* sp.  
*Chroococcus* cf *limneticus*  
*Chroococcus* sp.1  
*Chroococcus* *turgidus*  
*Coelasphaerium* sp.  
*Cylindrospermopsis* sp.  
*Dactylococcopsis* *raphidioides*  
*Gloeocapsa* sp.  
*Gloeothece* sp.1  
*Gloeothece* sp.2  
*Gloeothece* sp.3  
*Gomphosphaeria* *aponina*  
*Lyngbya* sp.  
*Merismopedia* cf. *elegans*  
*Merismopedia* cf. *geminata*  
*Merismopedia* *tenuissima*  
*Microcystis* *aeruginosa*  
*Microcystis* sp.  
*Oscillatoria* *princeps*  
*Oscillatoria* sp.1  
*Oscillatoria* sp.2  
*Oscillatoria* sp.3

---

Tabela 3.2.2.1.2-3: Taxa de algas identificadas na Lagoa Maimbá no período entre julho/1994 e novembro/2003 (Continuação).

---

*Oscillatoria* sp.4  
*Oscillatoria* sp.5  
*Oscillatoria* sp.6  
*Oscillatoria subbrevis*  
*Planctolyngbya* sp.  
*Pseudoanabaena limnetica*  
*Rhaphidiopsis mediterranea*  
*Rhaphidiopsis* sp.  
*Spirulina* sp.  
*Synechococcus* sp.  
*Synechocystis* sp.

#### **Bacillariophyceae**

*Achnanthes affines*  
*Amphiprora* sp.  
*Amphora* sp.  
*Anomoeoneis* sp.  
*Caloneis* sp.  
*Cyclotella* sp.  
*Cymbella* sp.  
*Dinobryon* sp.  
*Diploneis* sp.  
*Eunotia* sp.1  
*Eunotia* sp.2  
*Fragilaria* sp.  
*Ghomphonema* sp.  
*Gomphoneis* sp.  
*Mastogloia* sp.  
*Melosira* sp.  
*Navicula* sp.  
*Pinularia* sp.  
*Surirella* sp.  
*Synedra gouillardii*  
*Synedra* sp.1  
*Synedra* sp.2

#### **Dinophyceae**

*Gymnodinium* sp.  
*Peridinium* sp.1  
*Peridinium* sp.2  
*Peridinium* sp.3  
*Peridinium* sp.4

#### **Euglenophyceae**

*Euglena* sp.  
*Lepocinclis* sp.  
*Phacus orbicularis*  
*Phacus tortus*

---

Tabela 3.2.2.1.2-3: Taxa de algas identificadas na Lagoa Maimbá no período entre julho/1994 e novembro/2003 (Continuação).

---

*Phacus* sp.  
*Strombomonas* sp.  
*Trachelomonas hispida*  
*Trachelomonas volvocina*  
*Trachelomonas* sp.2

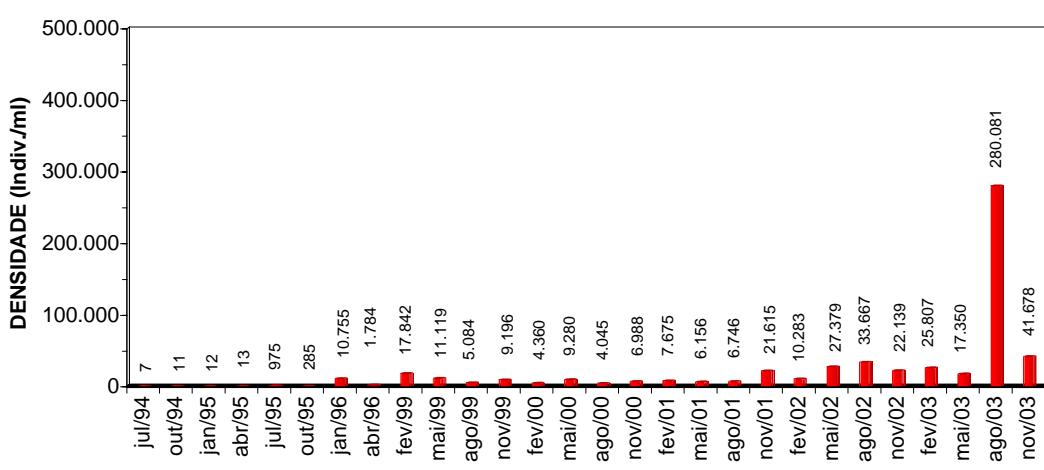
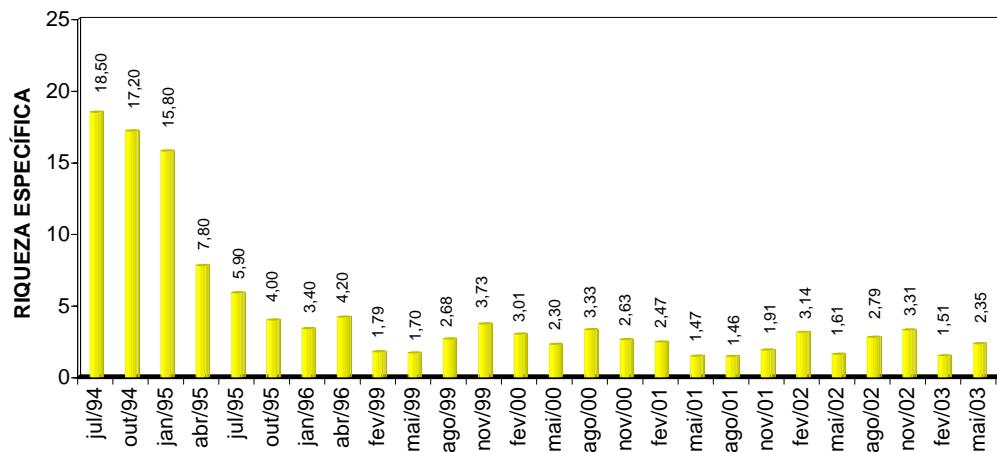
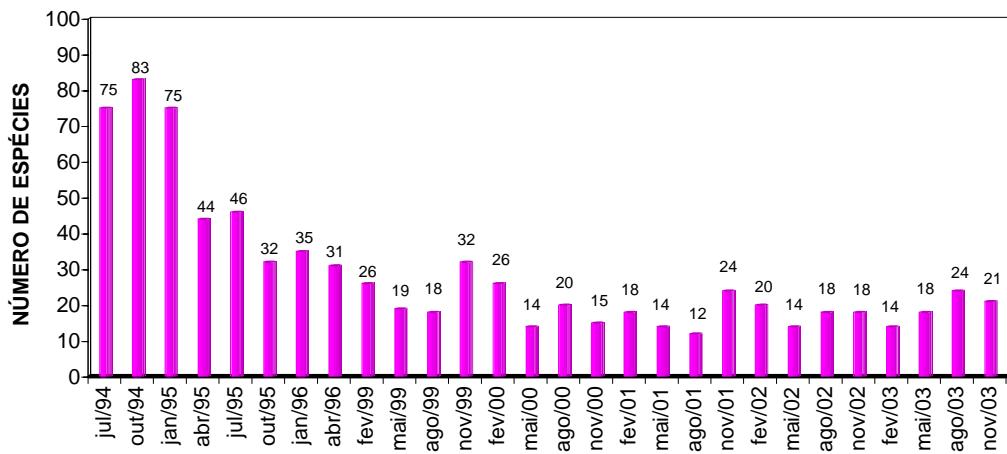
**Cryptophyceae**

*Cryptomonas* sp.

---

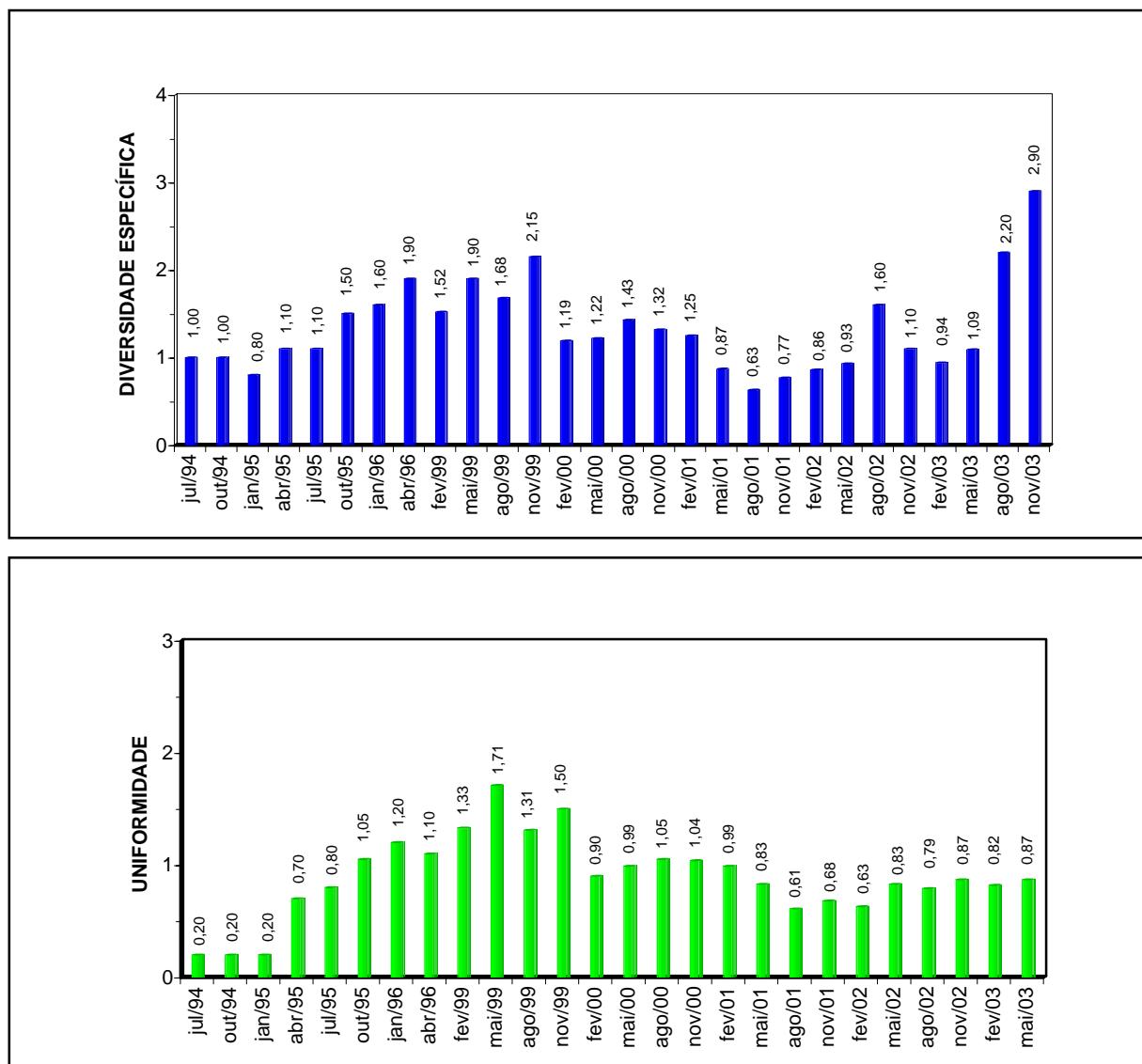
Apesar do número total de espécies registradas durante todo o período de estudos ser razoavelmente grande, nota-se que entre as diversas campanhas ocorreu uma grande variação deste número (Figura 3.2.2.1.2-7). Esta variação seguiu duas fases distintas: uma inicial, com um número maior de espécies (julho/1994 a janeiro/1995), seguida de uma redução cada vez mais nítida deste número de espécies, que variou entre 83 (outubro/1994) a 12 (agosto/2001), sendo que a tendência geral do sistema aponta claramente para uma redução gradativa do número de espécies fitoplancônicas nas águas da lagoa. A partir de 2000, passaram a ocorrer variações bem menores no número de espécies de algas, mas mantendo-se ainda algumas pequenas reduções e aumentos aparentemente cíclicos. O número de espécies manteve-se estável até 2003, mas nunca conseguiu retornar aos maiores números registrados em 1994 e 1995. A redução do número de espécies também se reflete claramente na variação do índice de riqueza específica, que apresentou valores variando entre 18,5 (julho/1994) e 1,47 (maio/2001), com um padrão de redução progressiva ainda mais nítido do que o número de espécies. Também neste caso, os números têm se mantido estáveis até 2003, sem retornar aos valores mais elevados de 1994 e 1995. O conjunto destes resultados confirma a forte tendência de redução do número de espécies na comunidade fitoplancônica da lagoa. Entretanto uma análise da composição qualitativa mostra que apesar da redução do número de espécies a flora planctônica continua sendo típica de lagoas costeiras de água doce

Apesar da clara redução no número de espécies e na riqueza específica, o número total de indivíduos mostrou uma nítida tendência de aumento durante o período (Figura 3.2.2.1.2-7). Inicialmente este aumento foi gradativo (de julho/1994 a abril/1995), tornou-se depois mais acelerado (julho e outubro/1995) e finalmente sofreu um vertiginoso aumento (à partir de janeiro de 1995). Valores bem mais elevados tornaram-se constantes a partir de novembro/2001 e em agosto de 2003 aparentemente ocorreu uma floração algal com o valor máximo chegando a 280.081 indivíduos/mL. Entretanto, estes valores não se mantiveram na amostragem seguinte e baixaram para 41.678 indivíduos/mL, um valor que ainda pode ser considerado como elevado. Até maio de 2003, mesmo os valores mais elevados podem ser considerados como normais para as lagoas costeiras do Espírito Santo (DIAS JR., 1994; 1995), mas o seu aumento já mostrava que a lagoa se encontrava em processo de eutrofização. Este processo foi confirmado a partir de agosto/2003, mostrando inclusive o perigo de ocorrência de florações algais.



**Figura 3.2.2.1.2-7: Valores médios de número das espécies, da densidade numérica e do índice de riqueza específica das algas fitoplanctônicas obtidas no período entre 1994 a 2003 na Lagoa Maimbá.**

Também a diversidade específica tendeu a aumentar, apesar da redução do número de espécies, começando com um valor de 1,0 bits / indivíduo e chegando a 2,2 e 2,9 bits / indivíduo nas últimas amostragens (Figura 3.2.2.1.2-8). Este aumento deveu-se ao grande aumento da uniformidade da distribuição entre as espécies, que se iniciou com 0,2 e terminou em 0,87, o que não foi seu valor mais elevado, que chegou a 1,71 em maio de 1999. Entretanto a diversidade permaneceu oscilante durante todo o período com ciclos de aumento e redução que chegaram a um mínimo de 0,63 bits / indivíduo em agosto de 2001, o que pode ser considerado um valor muito baixo. Apesar do valor mais elevado registrado na última amostragem de 2003, a diversidade parece sofrer uma considerável instabilidade, podendo voltar a diminuir posteriormente e mostrando que o ambiente está em transformação.



**Figura 3.2.2.1.2-8:** Valores médios do índice de diversidade específica (bits/indivíduo) e uniformidade das algas fitoplancônicas obtidas na Lagoa de Maimbá durante o período entre 1994 e 2003.

As oscilações da uniformidade, ou seja do equilíbrio numérico entre as espécies que se contrapôs-se a diminuição da riqueza de espécies e tende a aumentando a diversidade específica, foram menores do que da diversidade e tenderam a se estabilizar bastante a partir de 2002.

Com relação a composição quantitativa do fitoplâncton (Figura 3.2.2.1.2-9), observou-se que o quadro inicial visto em 1994, mostrou uma composição típica de lagoas costeiras do Espírito Santo, com predomínio da algas da classe Chorophyceae (45%) e com as Cyanophyceae em segundo lugar (29%). Entretanto nos anos seguintes aumentou muito o predomínio das Cyanophyceae que chegaram a 99,5 % do número total contra menos de 1% das Chlorophyceae em 2003. Apesar destas Cyanophyceae também serem típicas de águas doces, elas são muito mais representativas em águas eutrofizadas ou em processo de eutrofização, em especial os gêneros predominante no final do período e principalmente na floração de agosto/2003, *Aphanethece*, *Pseudoanabaena* e *Microcystis* sp, sendo esta última uma grande responsável pela liberação de toxinas na água e geralmente caracterizadora de contaminação por esgotos domésticos. Ressalta-se também ocorrência em fevereiro de 2003 de uma grande quantidade de cianofíceas do gênero *Cylindrospermopsis*, uma das algas tóxicas que tem sido mais monitorada em processos de eutrofização em lagos e reservatórios. Entretanto a sua ocorrência parece ter se restringido àquela época, não voltando a ocorrer nas amostragens seguintes.

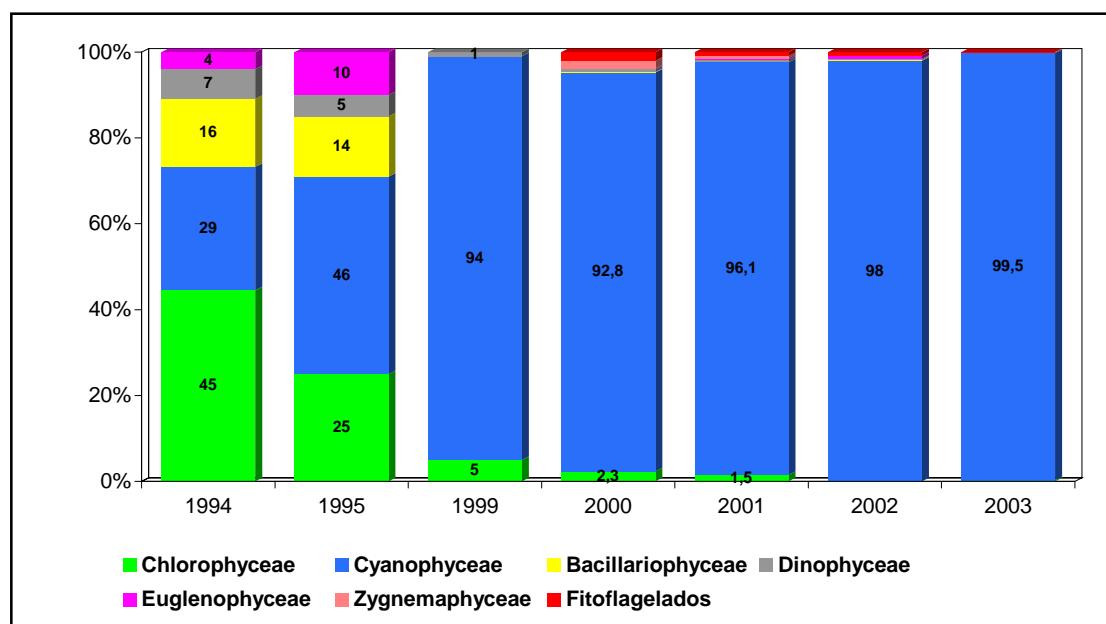


Figura 3.2.2.1.2-9: Composição quantitativa média do fitoplâncton amostrado entre os anos de 1994 e 2003.

Pela análise dos dados, verifica-se que a Lagoa Maimbá possuia um flora planctônica qualitativamente e quantitativamente típica de lagoas costeiras dulcícidas do litoral do Espírito Santo na maior parte do período estudado, mas encontra-se atualmente em processo de eutrofização, provavelmente devido aos impactos provocado pela ocupação de seu entorno e utilização de suas águas para diversos fins, isto levou a aumento muito grande na proporção de algas cianofíceas e atualmente ela parece sujeita a florações algas com a presença de cianofíceas potencialmente liberadoras de toxinas.

## - ZOOPLÂNCTON

Com relação ao zooplâncton a ocorrência foi bem menor do que a do fito, tanto qualitativa quanto quantitativamente. Foram identificados 17 taxa divididos em 3 grupos (Tabela 3.2.2.1.2-4), sendo 12 Rotifera, 4 Crustacea e 1 Protozoa. O número de espécies em cada amostragem (Figura 3.2.2.1.2-10) variou de 5 (maio de 1999 e 2003) a 14 espécies (maio de 2002) e apesar de sofrer algumas alterações mostrou menos variações do que o fitoplâncton, apenas com uma tendência irregular da ocorrência de um maior número de espécies a partir de 2001.

Tabela 3.2.2.1.2-4: Taxa (espécies) de organismos zooplânctônicos identificadas na Lagoa Maimbá no período de julho de 1994 a novembro de 2003.

---

### **Rotifera**

*Bdelloidea* N.I.  
*Asplanchna* sp  
*Brachionus angularis*  
*Brachionus havanaensis*  
*Lecane* sp  
*Lepadella* sp  
*Thrichotria* sp  
*Monostyla* sp  
*Polyarthra* sp  
*Hexarthra* sp.  
*Filinia longiseta*  
*Filinia terminalis*

### **Crustacea**

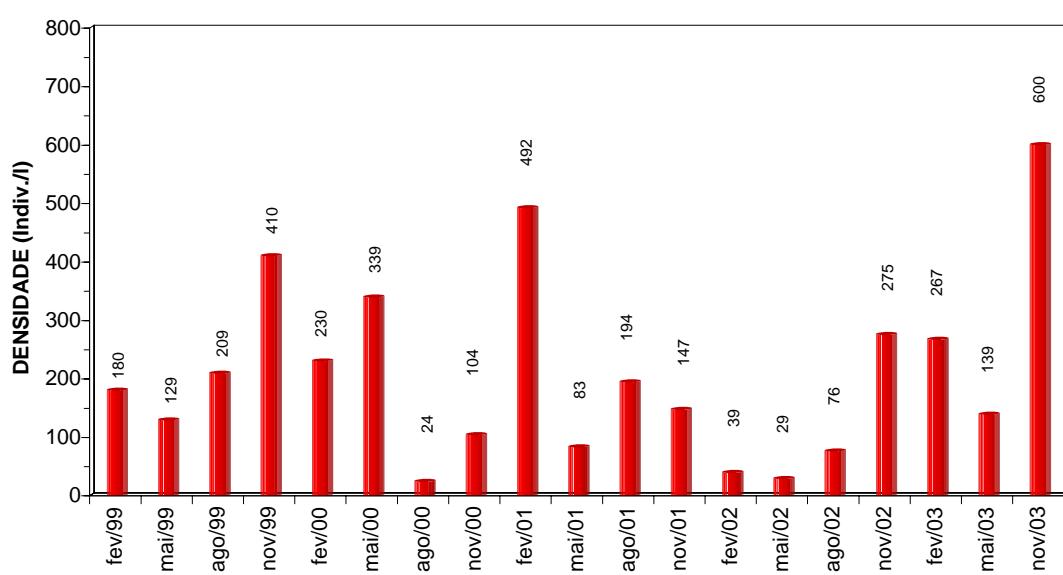
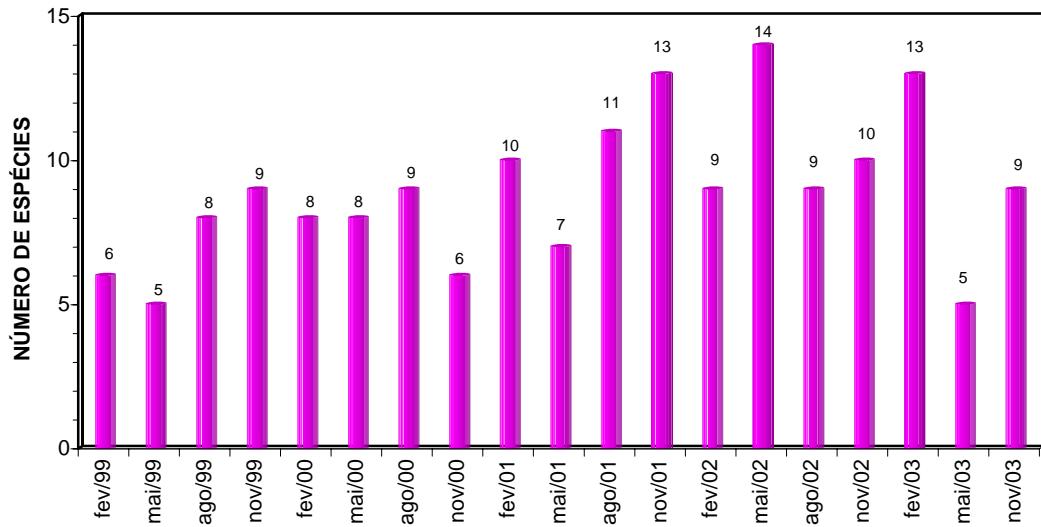
*Cyclopoidae* N.I.  
*Calanoidea* N.I.  
Copepodito  
*Nauplii*

### **Protozoa**

*Centropyxis* sp

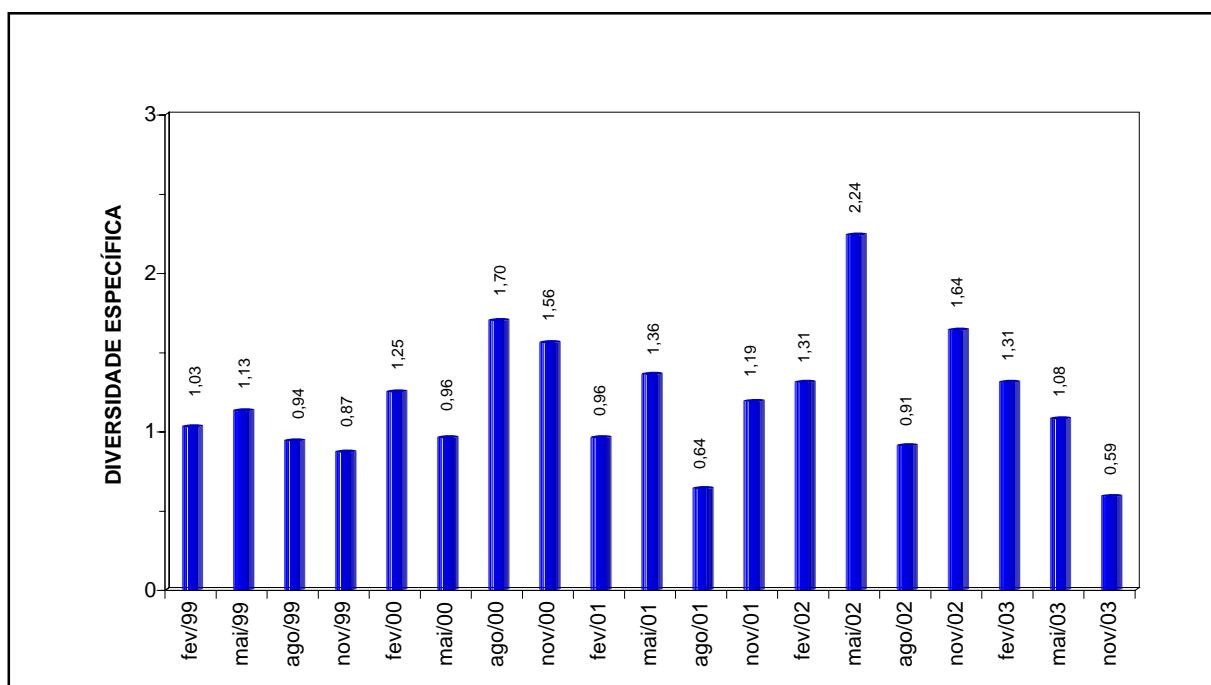
---

Os valores de densidade (Figura 3.2.2.1.2-10) variaram de 24 (agosto de 2000) a 600 indivíduos / litro (novembro de 2003). A variabilidade desta densidade apresentou-se irregular e apenas em algumas situações as densidades foram consideradas como elevadas, ficando na maior parte das vezes dentro de padrões normais para uma lagoa costeira com tendências a eutrofização. Ao contrário do que ocorreu com o fitoplâncton, não foi observada nenhuma tendência clara de aumento ou redução da densidade zooplânctônica na lagoa.



**Figura 3.2.2.1.2-10: Valores médios de número do espécies, da densidade numérica e do índice de índice do riqueza específica das algas fitoplanctônicas no período de 1999 a 2003.**

A diversidade específica do zooplâncton (Figura 3.2.2.1.2-11) variou de 0,59 (novembro de 2003) a 2,24 (maio de 2002) bits / indivíduo, uma variação bastante relevante. Mas observa-se que, apesar da tendência de elevação da diversidade em alguns momentos, de um modo geral ela manteve-se baixa na maior parte do tempo, sendo este um reflexo das poucas espécies ali encontradas.



**Figura 3.2.2.1.2-11:** Valores médios do índice de diversidade específica (bits / indivíduo) e uniformidade das algas fitoplantônicas no período de 1999 a 2003.

As variações da composição (Figura 3.2.2.1.2-12) mostram predominância hora tanto dos crustáceos (2000 e 2003), como dos rotíferos, sendo estes os únicos grupos representativos. A presença de maior quantidade de crustáceos geralmente e indicadora de águas mais limpas, enquanto que a predominância de rotíferos geralmente está mais ligada a águas eutrofizadas. O grande aumento da predominância dos rotíferos à partir de 2000 sugere um aumento no processo de eutrofização da lagoa, mas esta predominância manteve-se apenas até 2002, voltando os crustáceos a predominar em 2003. Estas mudanças parecem mostrar uma relação maior com os ciclos de vida das espécies, já que os rotíferos tendem a se alimentar principalmente de algas planctônicas, enquanto que os crustáceos tendem a se alimentar mais dos rotíferos. É provável que aumento da densidade das algas tenha resultado no aumento da densidade dos rotíferos, que por sua vez serviram de alimento para os crustáceos, que voltaram a proliferar no fim do período.

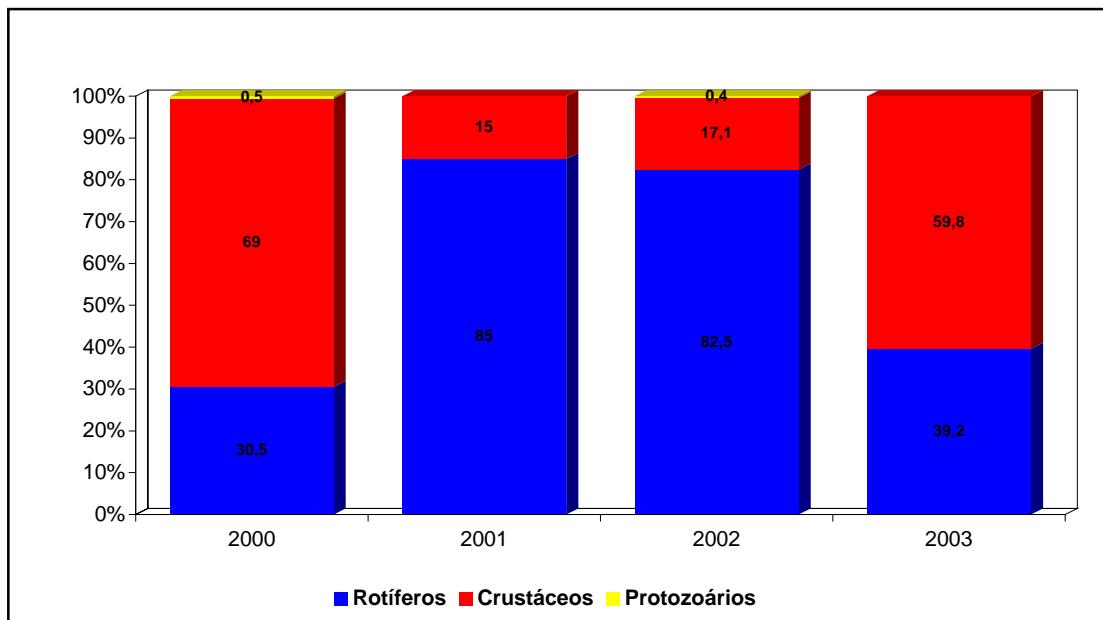


Figura 3.2.2.1.2-12: Composição quantitativa média do zooplâncton de 2000 a 2003.

#### - DIAGNÓSTICO GERAL

Uma análise das comunidades fito e zooplânctônicas da lagoa mostrou que ao longo do tempo as águas desta lagoa estão tendendo a tornar-se gradativamente eutrofizadas, ocorrendo aumento da densidade e propiciando o desenvolvimento de florações algais esporádicas. Principalmente a grande ocorrência de algas cianofíceas potencialmente tóxicas podem levar a deterioração das águas da lagoa em um prazo relativamente curto. Este processo de eutrofização provavelmente é devido aos impactos provocado pela ocupação de seu entorno, descarga de esgotos e utilização de suas águas para diversos fins. Recomenda-se que sejam tomados mais cuidados principalmente com o manejo desta lagoa e redução do lançamento de efluentes domésticos em suas águas, desacelerando o seu processo de eutrofização.

### 3.2.2.1.3 Comunidades Zoobentônicas

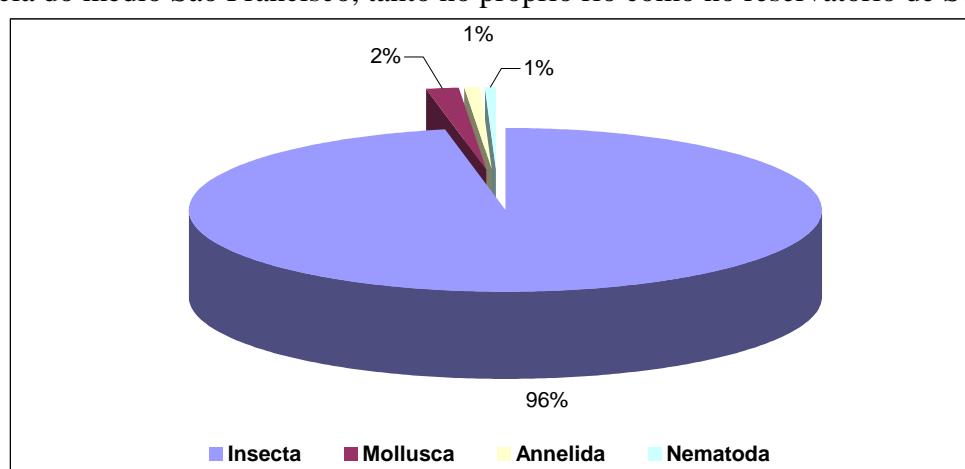
A análise das comunidades zoobentônicas presentes nos ecossistemas aquáticos continentais sob influência do empreendimento (Barragem Norte e Lagoa de Maimbá) foi realizada utilizando-se os dados obtidos durante o Monitoramento Limnológico realizado pela SAMARCO, com resgate dos dados do período compreendido entre fevereiro/1999 e maio/2003, em três pontos localizados na Barragem Norte (BN 01, BN 03 e BN 06) e dois pontos localizados na Lagoa de Maimbá (LM 03 e LM 06), conforme descrição realizada no item 3.2.2 – Ecossistemas Aquáticos. Para esses pontos e coleta foram obtidos dados sobre densidade (indivíduos/m<sup>3</sup>), número de taxa e os índices de diversidade de espécies (Shannon-Weaver), de riqueza de espécies (Simpson) e de uniformidade (Pielou).

Foi analisado o grau de Similaridade entre as estações, sendo o resultado apresentado na forma de um dendrograma obtido através do cálculo da similaridade medindo-se a distância Euclidiana, utilizando-se o método de agrupamento das médias não ponderadas (UPGMA), calculado pelo pacote Statistica (STATSOFT, 1995).

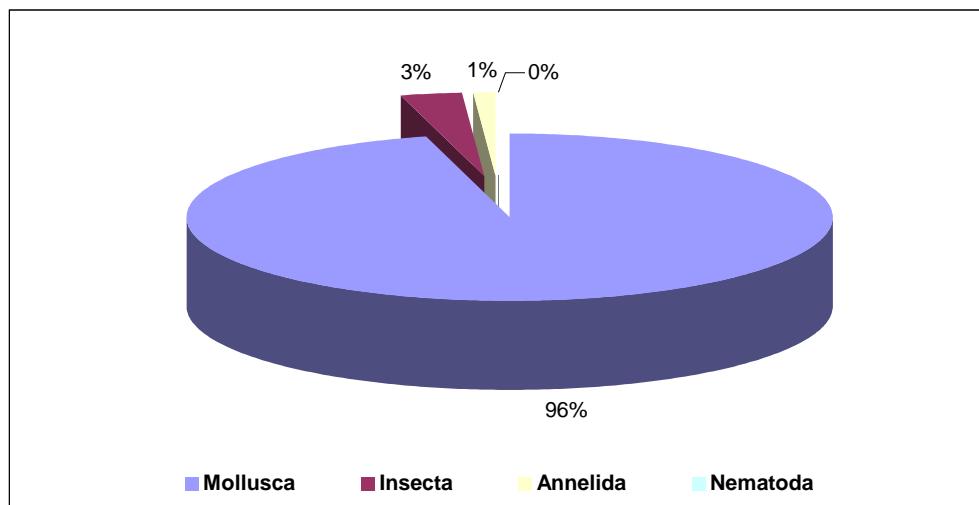
Para a análise do grau de similaridade entre os pontos amostrais e os locais de amostragem entre si (Lagoa de Maimbá e Barragem Norte) foram utilizados os valores de densidade compilados dos relatórios técnicos referentes aos monitoramentos realizados entre os anos de 1999 e 2003.

#### ♦ **LAGOA DE MAIMBÁ e BARRAGEM NORTE**

Durante as campanhas realizadas entre os anos de 1999 e 2003 estiveram representados nas amostras dos pontos da Barragem Norte e da Lagoa de Maimbá organismos pertencentes a Arthropoda (Insecta), Annelida (Oligochaeta), Nematoda e Mollusca (Classes: Gastropoda e Bivalva). Na Lagoa Maimbá o grupo com maior ocorrência foi Mollusca, enquanto para a Barragem Norte o grupo com maior freqüência foi Insecta, ambos representando 96% do total de indivíduos encontrados ao longo do período analisado (Figuras 3.2.2.1.3-1 e 3.2.2.1.3-2). Padrão semelhante também é encontrado em outros trabalhos, como por exemplo QUEIROZ; TRIVINHO-STRIXINO; NASCIMENTO (2000), que estudando organismos bentônicos bioindicadores da qualidade das águas da bacia do médio São Francisco, tanto no próprio rio como no reservatório de Sobradinho.



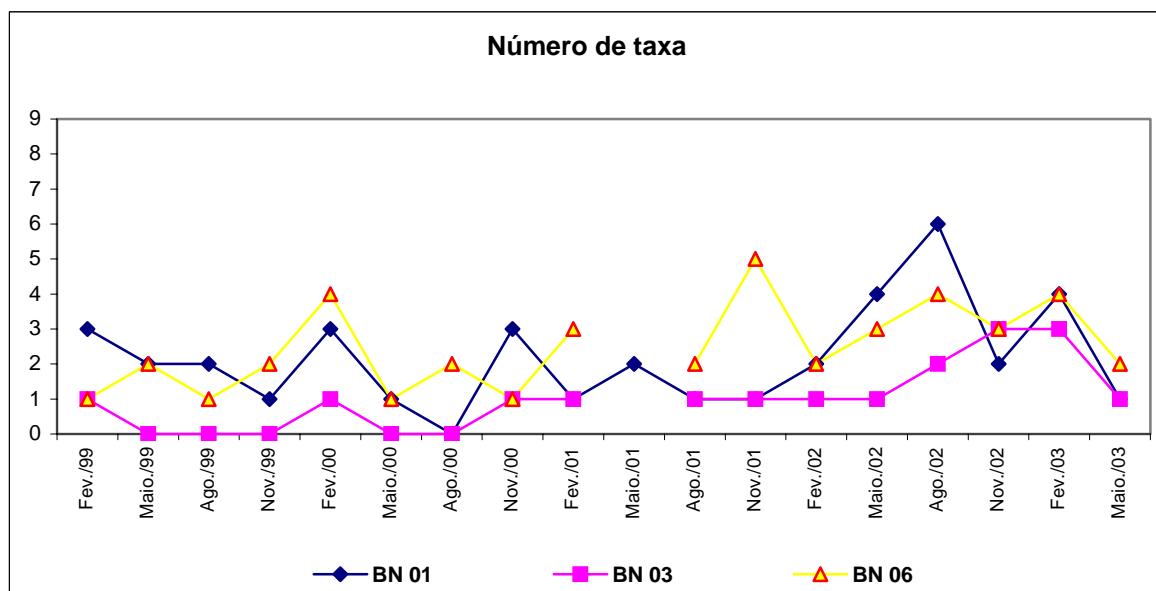
**Figura 3.2.2.1.3-1: Percentual dos grupos de organismos encontrados nas estações amostrais na Barragem Norte, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.**



**Figura 3.2.2.1.3-2: Percentual dos grupos de organismos encontrados nas estações amostrais na Lagoa Maimbá durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 a maio/2003.**

Ressalta-se que de uma forma geral os grupos com maior ocorrência foram Mollusca e Insecta, em ambos os locais de amostragem, destacando a ocorrência de Chironomidae e Chaoboridae dentro do grupo dos Insecta, e *Melanoides tuberculata*, Hydrobiidae e o gênero *Biomphalaria* para os Mollusca, sendo que como mencionado anteriormente, na Lagoa de Maimbá, *Melanoides tuberculata* foi dominante, enquanto na Barragem Norte a família Chironomidae foi o grupo mais representativo em termos de densidade (ind./m<sup>3</sup>) (Tabelas 3.2.2.1.3-1 a 3.2.2.1.3-5).

Ao longo do período avaliado foram encontrados ao todo, nos locais amostrados, 14 taxas na Lagoa Maimbá e 19 na Barragem Norte, sendo que em relação a distribuição ao longo das coletas, observa-se os valores de número de taxas encontrados, que os pontos da Lagoa Maimbá apresentaram-se melhores valores que os da Barragem Norte (Figuras 3.2.2.1.3-3 e 3.2.2.1.3-4).



**Figura 3.2.2.1.3-3: Número de taxa encontrados nos pontos amostrais da Barragem Norte, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.**

Tabela 3.2.2.1.3-1: Relação dos organismos encontrados e valores para os índices da comunidade bentônica no Ponto BN 01 da Barragem Norte, no período de fevereiro/1999 e maio/2003.

Ordem	Família	Espécie	Densidade (ind./m³)																						
			Fev./99	Maio./99	Ago./99	Nov./99	Σ	Fev./00	Maio./00	Ago./00	Nov./00	Σ	Fev./01	Maio./01	Ago./01	Nov./01	Σ	Fev./02	Maio./02	Ago./02	Nov./02	Σ	Fev./03	Maio./03	Σ
Oligochaeta	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
Diptera	Chironomidae	-	1185	0	0	12	1197	37	0	0	4025	4062	432	914	518	1111	2975	106	753	2716	864	4439	136	703	839
Diptera	Tipulidae	-	0	0	0	0	0	25	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Diptera	Ceratopogonidae	-	86	0	0	0	86	0	0	0	0	37	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	
Diptera	Chaoboridae	-	0	25	25	0	50	0	25	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	0	86
Diptera	Empididae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trichoptera	Polycentropodidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trichoptera	Odontoceridae	<i>Marilia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Heteroptera	Belostomatidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Coleoptera	Elmidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	210	0	222	0	0	
Odonata	Aeshnidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Odonata	Coenagrionidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Odonata	Libellulidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	25	0	0	0	
Odonata	Gomphidae	-	12	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bivalvia	Sphaeriidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Ampullariidae	<i>Pomacea</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	13	12	62	12	0	12	
Gastropoda	Melanidae	<i>Melanoides tuberculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Hydrobiidae	-	0	12	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Physidae	<i>Physa</i> sp.	0	0	12	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Planorbidae	<i>Drepanotrema</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0	62	0	0	
Gastropoda	Planorbidae	<i>Biomphalaria</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Planorbidae	<i>Biomphalaria tenagophila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nematoda	Aphasmidae	-	0	0	0	0	0	12	0	0	12	24	0	0	0	0	0	37	25	0	62	62	0	62	
		Nº taxa	3	2	2	1	8	3	1	0	3	7	1	2	1	1	5	2	4	6	2	14	4	1	5
		Densidade	1283	37	37	12	1369	74	25	0	4037	4136	432	951	518	1111	3012	107	839	3051	876	4873	296	703	999
		Riqueza	0,64	0,64	0,64	0	-	1,07	0	0	0,55	-	0	0,34	0	0	-	0,49	1,03	1,43	0,34	-	-	-	
		Diversidade	0,298	0,63	0,63	0	-	0,977	0	0	0,02	-	0	0,164	0	0	-	0,053	0,433	1,714	0,073	-	1,349	0	-
		Uniformidade	0,63	2,09	2,09	0	-	2,05	0	0	0,04	-	0	0	0	0	-	0,18	0,72	2,2	0,24	-	-	-	

Tabela 3.2.2.1.3-2: Relação dos organismos encontrados e valores para os índices da comunidade bentônica no Ponto BN 03 da Barragem Norte, no período de fevereiro de 1999 a maio de 2003.

Ordem	Família	Espécie	Densidade (ind./m <sup>3</sup> )																						
			Fev./99	Maio./99	Ago./99	Nov./99	Σ	Fev./00	Maio./00	Ago./00	Nov./00	Σ	Fev./01	Maio./01	Ago./01	Nov./01	Σ	Fev./02	Maio./02	Ago./02	Nov./02	Σ	Fev./03	Maio./03	Σ
Oligochaeta	Oligochaeta	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Diptera	Chironomidae	-	333	0	0	0	333	74	0	0	1568	1642	444	-	1975	2506	4925	151	173	1741	1309	3374	321	691	1012
Diptera	Tipulidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Diptera	Ceratopogonidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Diptera	Chaoboridae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	12
Diptera	Empididae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trichoptera	Polycentropodidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trichoptera	Odontoceridae	<i>Marilia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Heteroptera	Belostomatidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Coleoptera	Elmidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Odonata	Aeshnidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Odonata	Coenagrionidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Odonata	Libellulidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Odonata	Gomphidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bivalvia	Sphaeriidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Ampullariidae	<i>Pomacea</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	12	12	0	0	0
Gastropoda	Melaniidae	<i>Melanoides tuberculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	27
Gastropoda	Hydrobiidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Physidae	<i>Physa</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Planorbidae	<i>Drepanotrema</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Planorbidae	<i>Biomphalaria</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Planorbidae	<i>Biomphalaria tenagophila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nematoda	Aphasmidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	49	12	61	0	0	
		Nº taxa	1	0	0	0	1	1	0	0	1	2	1	1	1	1	4	1	1	2	3	7	3	1	4
		Densidade	333	0	0	0	333	74	0	0	1568	1642	444	815	1975	2506	5740	151	173	1790	1333	3447	360	691	525,5
		Riqueza	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	-	0	0	-	0	0	0,31	0,64	-	-	-	
		Diversidade	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	-	0	0	-	0	0	0,127	0,104	-	0,409	0	
		Uniformidade	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	-	0	0	-	0	0	0,42	0,22	-	-	-	

Tabela 3.2.2.1.3-3: Relação dos organismos encontrados e valores para os índices da comunidade bentônica no Ponto BN 06 da Barragem Norte, no período de fevereiro/1999 e maio/2003.

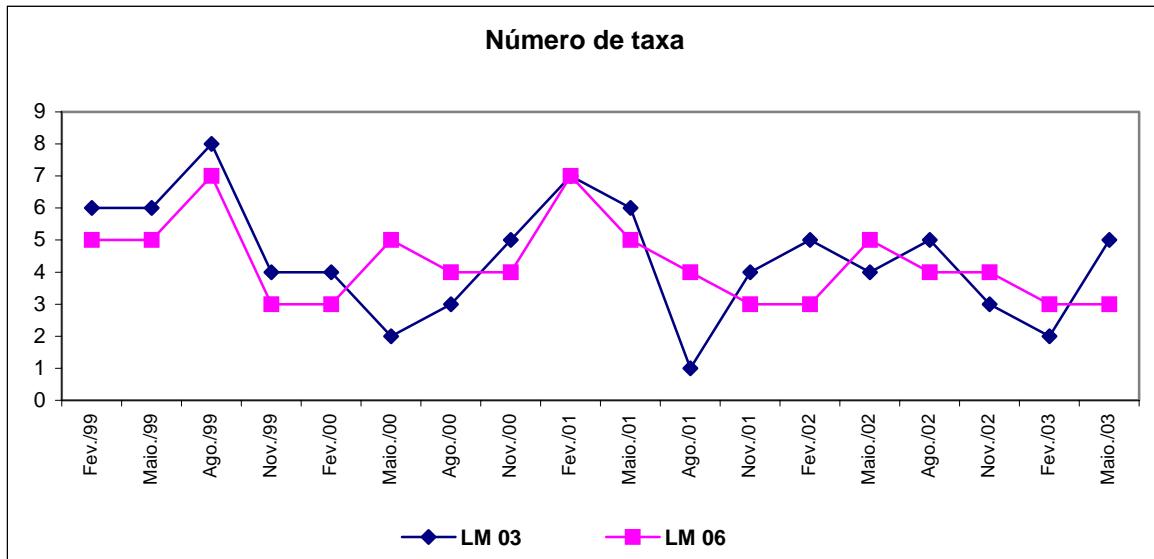
Ordem	Família	Espécie	Densidade (ind./m <sup>3</sup> )																						
			Fev./99	Maio./99	Ago./99	Nov./99	Σ	Fev./00	Maio./00	Ago./00	Nov./00	Σ	Fev./01	Maio./01	Ago./01	Nov./01	Σ	Fev./02	Maio./02	Ago./02	Nov./02	Σ	Fev./03	Maio./03	Σ
Oligochaeta	-	-	0	0	0	0	0	0	0	12	0	12	12	-	234	12	258	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	Chironomidae	-	99	12	0	12	123	25	0	25	1901	1951	456	-	1333	667	2456	10	86	802	99	997	975	197	1172
Diptera	Tipulidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Diptera	Ceratopogonidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	7	12	0	0	19	0	0	
Diptera	Chaoboridae	-	0	25	12	12	49	99	0	0	0	99	0	-	0	0	0	0	0	86	0	86	111	0	
Diptera	Empididae	-	0	0	0	0	0	12	0	0	0	12	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trichoptera	Polycentropodidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	13	0	13	0	
Trichoptera	Odontoceridae	<i>Marilia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Heteroptera	Belostomatidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	
Coleoptera	Elmidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Odonata	Aeshanidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	37	37	0	0	0	0	0	0	0	
Odonata	Coenagrionidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	37	37	0	0	0	0	0	0	0	
Odonata	Libellulidae	-	0	0	0	0	0	0	12	12	0	0	24	25	-	0	0	25	0	0	0	37	37	0	
Odonata	Gomphidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bivalvia	Sphaeriidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Ampullariidae	<i>Pomacea</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	37	13	86	136	37	160	197	
Gastropoda	Melaniidae	<i>Melanoides tuberculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Hydrobiidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Physidae	<i>Physa</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Planorbidae	<i>Drepanotrema</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Planorbidae	<i>Biomphalaria</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Planorbidae	<i>Biomphalaria tenagophila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nematoda	Aphasmidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	12	0	12	
		Nº taxa	1	2	1	2	6	4	1	2	1	8	3	-	2	5	10	2	3	4	3	12	4	2	6
		Densidade	99	37	12	24	172	148	12	37	1901	2098	493	-	1567	765	2825	17	135	914	222	1288	1135	357	746
		Riqueza	0	0,64	0	0,72	-	1,38	0	0,64	0	-	0,74	-	0,31	1,39	-	0,81	0,94	1,01	0,85	-	-	-	-
		Diversidade	0	0,63	0	0,693	-	0,977	0	0,617	0	-	0,314	-	0,443	0,185	-	0,562	0,857	0,458	1,967	-	0,518	0,688	-
		Uniformidade	0	2,09	0	0	-	1,62	0	2,05	0	-	0	-	0	0	-	1,87	1,8	0,76	4,12	-	-	-	-

Tabela 3.2.2.1.3-4: Relação dos organismos encontrados e valores para os índices da comunidade bentônica no Ponto LM 03 da Lagoa Maembá, no período entre fevereiro/1999 e maio/2003.

Ordem	Família	Espécie	Densidade (ind./m <sup>3</sup> )																						
			Fev./99	Maio./99	Ago./99	Nov./99	Σ	Fev./00	Maio./00	Ago./00	Nov./00	Σ	Fev./01	Maio./01	Ago./01	Nov./01	Σ	Fev./02	Maio./02	Ago./02	Nov./02	Σ	Fev./03	Maio./03	Σ
Oligochaeta	-	-	25	259	321	49	654	0	0	0	62	62	-	-	-	25	-	25	0	0	0	25	0	12	12
Diptera	Chironomidae	-	12	12	198	37	259	0	0	0	0	0	-	-	-	86	-	12	49	37	136	234	0	49	49
Diptera	Tipulidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	
Diptera	Ceratopogonidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	
Diptera	Chaoboridae	-	0	62	74	0	136	25	0	25	12	62	-	-	-	0	-	0	12	62	0	74	0	12	12
Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.	0	0	12	0	12	0	0	0	0	0	-	-	-	25	-	0	0	12	0	12	0	0	0
Trichoptera	Odontoceridae	<i>Marilia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Odonata	Gomphidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	Sphaeriidae	-	37	0	173	0	210	0	0	0	0	0	-	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastropoda	Melaniidae	<i>Melanoides tuberculata</i>	2049	4087	3901	3259	13296	6679	654	1296	2580	11209	-	-	-	12	-	86	284	37	260	667	889	481	1370
Gastropoda	Hydrobiidae	-	37	457	2209	0	2703	37	0	0	2840	2877	-	-	-	0	-	12	198	37	37	284	197	62	259
Gastropoda	Planorbidae	<i>Biomphalaria</i> sp.	12	86		12	110	0	0	0	0	0	-	-	-	0	-	12	0	0	0	12	0	0	0
Gastropoda	Planorbidae	<i>Biomphalaria tenagophila</i>	0	0	173	0	173	25	12	12	49	98	-	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Nematoda	Aphasmidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
		Nº taxa	6	6	8	4	24	4	2	3	5	14	7	6	1	4	18	5	4	5	3	17	2	5	7
		Densidade	2172	4963	7061	3357	17553	6766	666	1333	5543	14308	10519	8506	136	148	19309	147	543	185	433	1308	1086	616	1702
		Riqueza	1,5	1,35	1,82	0,85	-	0,78	0,35	0,64	1,07	-	1,49	1,27	-	1,38	-	1,85	1,1	1,76	0,76	-	0,33	1,43	-
		Diversidade	0,303	0,673	1,172	0,16	-	0,083	0,09	0,144	0,804	-	0,624	0,477	-	1,12	-	1,229	1,008	1,509	0,88	-	0,474	0,779	-
		Uniformidade	0,39	0,87	1,3	0,27	-	0,14	0,3	0,3	1,15	-	0,74	0,61	-	0	-	1,76	1,67	2,16	1,84	-	1,57	1,11	-

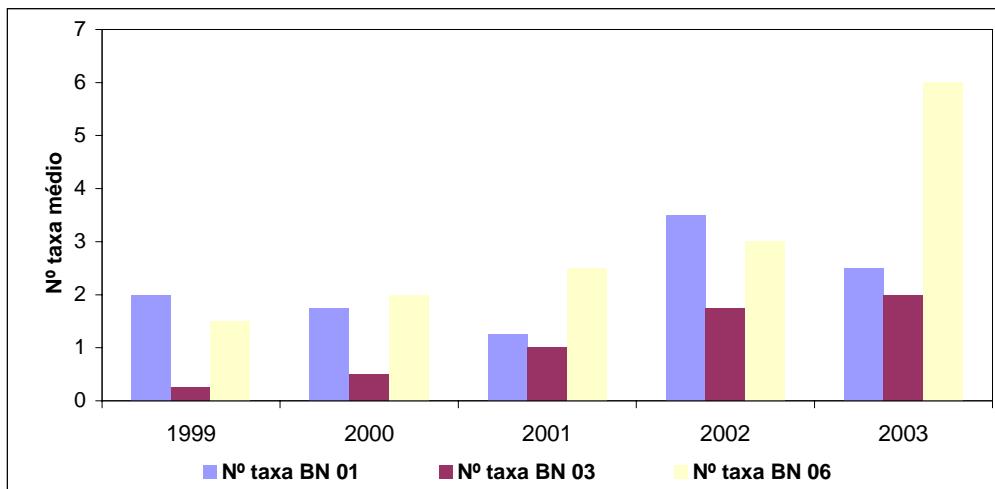
Tabela 3.2.2.1.3-5: Relação dos organismos encontrados e valores para os índices da comunidade bentônica no Ponto LM 06 da Lagoa Maembá, no período de fevereiro/1999 e maio/2003.

Ordem	Família	Espécie	Densidade (ind./m <sup>3</sup> )																						
			Fev./99	Maio./99	Ago./99	Nov./99	Σ	Fev./00	Maio./00	Ago./00	Nov./00	Σ	Fev./01	Maio./01	Ago./01	Nov./01	Σ	Fev./02	Maio./02	Ago./02	Nov./02	Σ	Fev./03	Maio./03	Σ
Oligochaeta	-	-	49	12	25	25	111	0	12	12	12	36	12	-	-	0	-	0	12	0	0	12	0	0	0
Diptera	Chironomidae	-	12	173	259	12	456	0	25	0	49	74	222	-	-	99	-	49	420	62	62	593	25	111	136
Diptera	Tipulidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	Ceratopogonidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	-	-	12	-	0	0	0	0	0	0	12	12
Diptera	Chaoboridae	-	0	0	37	0	37	25	12	37	0	74	0	-	-	0	-	12	86	0	25	123	0	0	0
Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.	0	0	12	0	12	0	0	0	0	0	0	-	-	0	-	0	0	49	0	49	0	0	0
Trichoptera	Odontoceridae	<i>Marilia</i> sp.	0	0	25	0	25	0	0	0	0	0	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Odonata	Gomphidae	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	-	25	0	0	0	25	0	0	0
Bivalvia	Sphaeriidae	-	12	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastropoda	Melaniidae	<i>Melanoides tuberculata</i>	445	8679	4815	6642	20581	198	20038	8395	1124	29755	2716	-	-	37	-	0	111	62	198	371	247	222	469
Gastropoda	Hydrobiidae	-	25	25	25	0	75	0	0	0	25	25	296	-	-	0	-	0	86	12	25	123	74	0	74
Gastropoda	Planorbidae	<i>Biomphalaria</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastropoda	Planorbidae	<i>Biomphalaria tenagophila</i>	0	0	0	0	0	12	25	12	0	49	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
Nematoda	Aphasmidae	-	0	12	0	0	12	0	0	0	0	0	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0
		Nº taxa	5	5	7	3	20	3	5	4	4	16	7	5	4	3	19	3	5	4	4	16	3	3	6
		Densidade	543	8901	5198	6679	21321	235	20112	8456	1210	30013	3282	10210	296	148	13936	86	715	185	310	1296	346	345	691
		Riqueza	1,46	1,01	1,61	0,52	-	0,84	0,93	0,76	0,97	-	1,71	1	1,21	0,92	-	1,03	1,4	1,32	1,2	-	0,79	0,79	-
		Diversidade	0,69	0,136	0,347	0,038	-	0,535	0,029	0,05	0,324	-	0,638	0,433	0,703	0,819	-	0,954	1,18	1,262	1,014	-	0,76	0,765	-
		Uniformidade	0,99	0,19	0,41	0,08	-	1,12	0,04	0,08	0,54	-	0,75	0,62	1,17	1,72	-	2	1,69	2,1	1,68	-	1,59	1,6	-

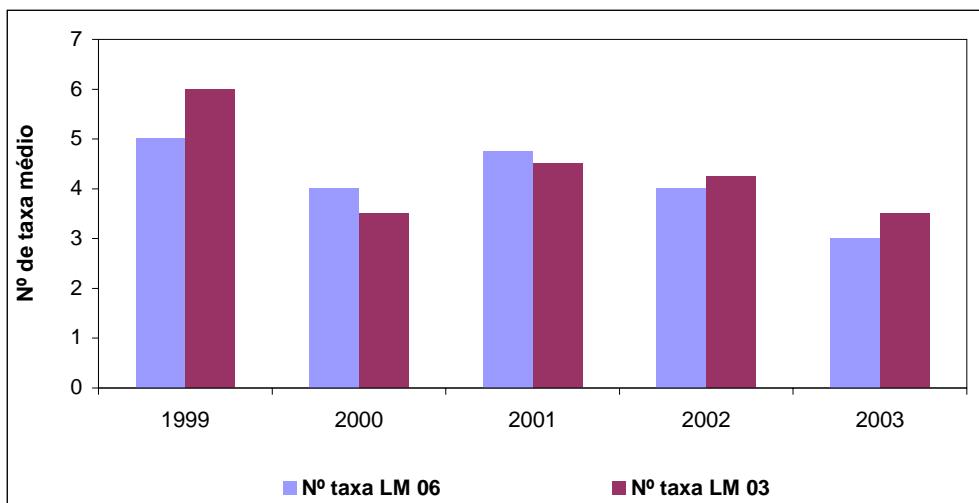


**Figura 3.2.2.1.3-4: Número de taxa encontrados nos pontos amostrais da Lagoa de Maimbá, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.**

A Lagoa Maimbá apresentou como característica uma leve diminuição no número médio de taxa encontrados, quando observada a variação deste índice ao longo dos anos entre 1999 e 2003, ao contrário da Barragem Norte, que apresentou uma melhora em seus valores médios de taxa encontrados, sendo que o Ponto BN 03 apresentou sempre os piores valores entre os pontos da Barragem Norte, tendo este ponto apresenta também o pior valor de número total de taxa ao longo do referido período (Figuras 3.2.2.1.3-5, 3.2.2.1.3:-6 e 3.2.2.1.3:-7).



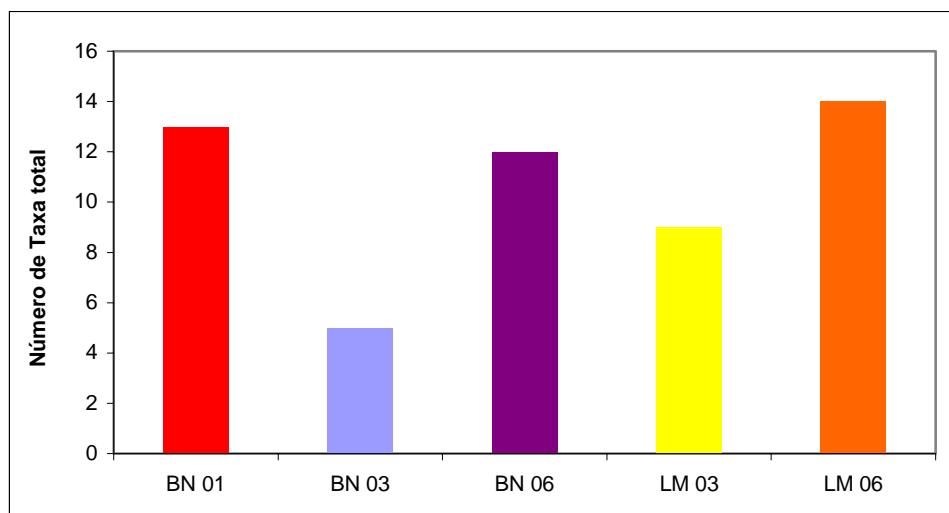
**Figura 3.2.2.1.3-5: Número médio de taxa encontrados nos pontos amostrais da Barragem Norte, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.**



**Figura 3.2.2.1.3-6: Número médio de taxa encontrados nos pontos amostrais da Lagoa Maimbá, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.**

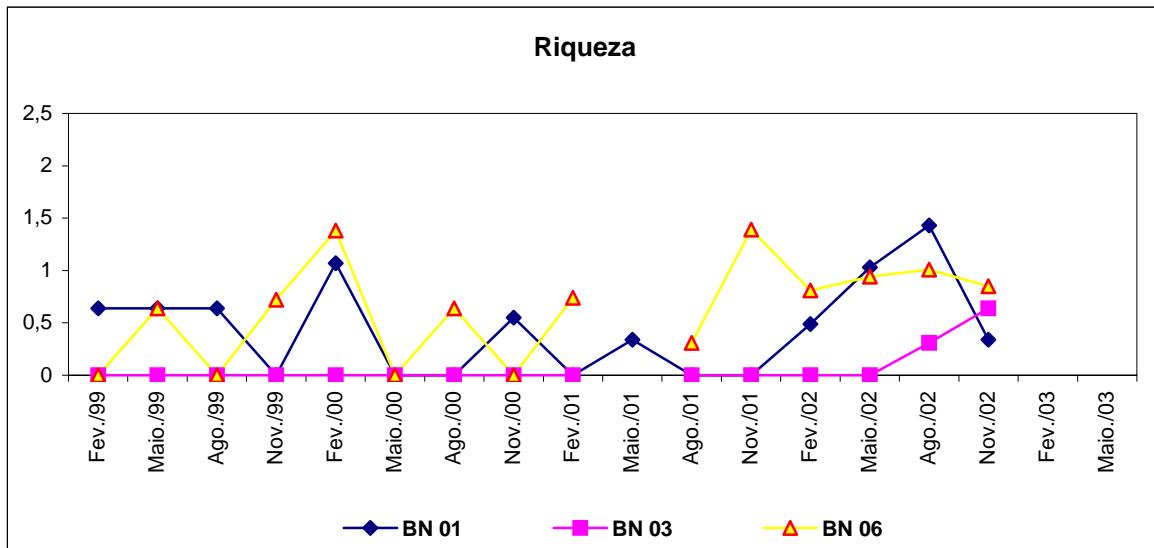
Os valores para os índices da comunidade no mês de maio/2001 e densidade em 2003 nos pontos BN 03 e BN 06, não foram obtidos para a análise, enquanto que para os dados de riqueza de espécies e uniformidade, os pontos da Barragem Norte não possuíam dados preliminares, o que de certa forma pode influir na análise do trabalho.

A Lagoa Maimbá, mesmo tendo apresentado esta leve diminuição no número de taxa, o ponto LM 06 apresentou o maior valor do número total de taxa encontrado ao longo do período de estudo, com valor de 14 taxa (Figura 3.2.2.1.3-7).



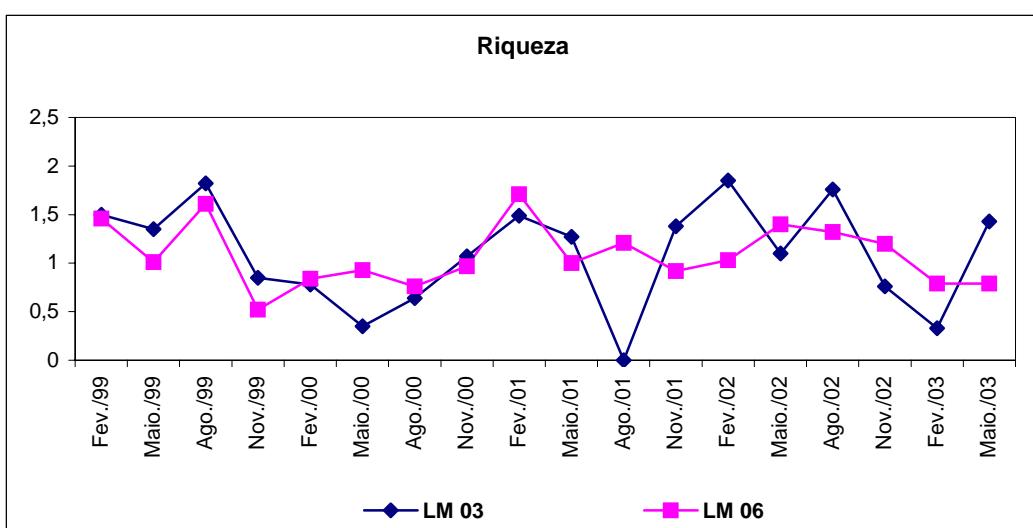
**Figura 3.2.2.1.3-7: Valores do número total de taxas encontrados nos pontos amostrais da Lagoa Maimbá durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.**

Em relação aos valores de riqueza de espécies os pontos da Barragem Norte apresentaram uma melhora em seus valores a partir de novembro/2001 após passarem por um período entre maio/2000 e agosto/2001, onde os mesmos apresentaram de uma forma geral, uma queda em seus valores, sendo que o Ponto BN 03 apresentou os menores valores ao longo do estudo, tendo apresentado valores iguais a zero em quase todas as coletas realizadas (Figura 3.2.2.1.3-8).

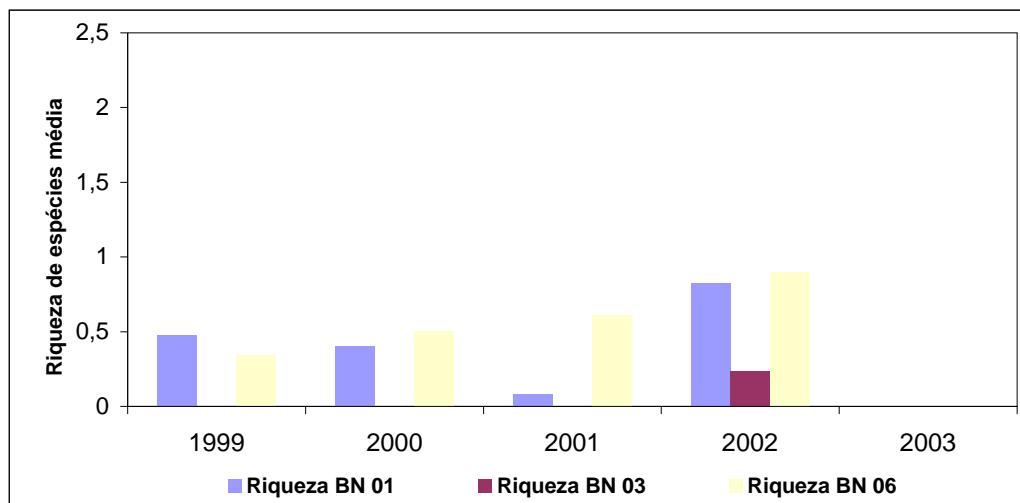


**Figura 3.2.2.1.3-8: Riqueza de espécies encontradas nos pontos amostrais da Barragem Norte, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.**

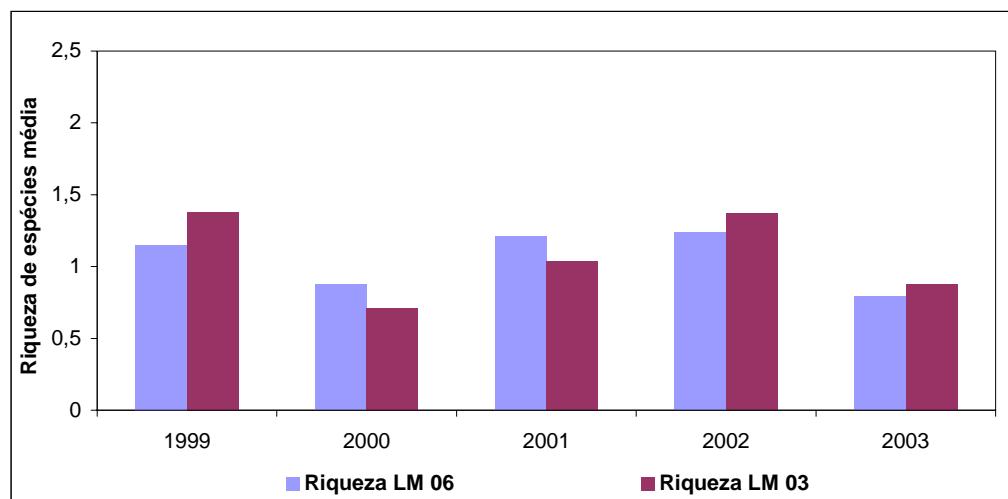
A Lagoa Maimbá por sua vez, com exceção do Ponto LM 03 em agosto/2001, não apresentou valores iguais a zero para os seus pontos ao longo do período analisado, sendo que os valores médios anuais em seus locais de amostragem, sempre foram maiores do que os encontrados para os pontos da Barragem Norte para o índice de riqueza de espécies de Simpson (Figuras 3.2.2.1.3-9, 3.2.2.1.3-10 e 3.2.2.1.3-11).



**Figura 3.2.2.1.3-9: Riqueza de espécies encontradas nos pontos amostrais da Lagoa Maimbá, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.**



**Figura 3.2.2.1.3-10:** Número médio de riqueza de espécies encontradas nos pontos amostrais da Barragem Norte, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.



**Figura 3.2.2.1.3-11:** Número médio de riqueza de espécies encontradas nos pontos amostrais da Lagoa Maimbá durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.

Os valores dos índices de uniformidade e diversidade seguiram basicamente os mesmos padrões de variação para todos os pontos de amostragem durante o período avaliado (Figuras 3.2.2.1.3-1 a 3.2.2.1.3-19).

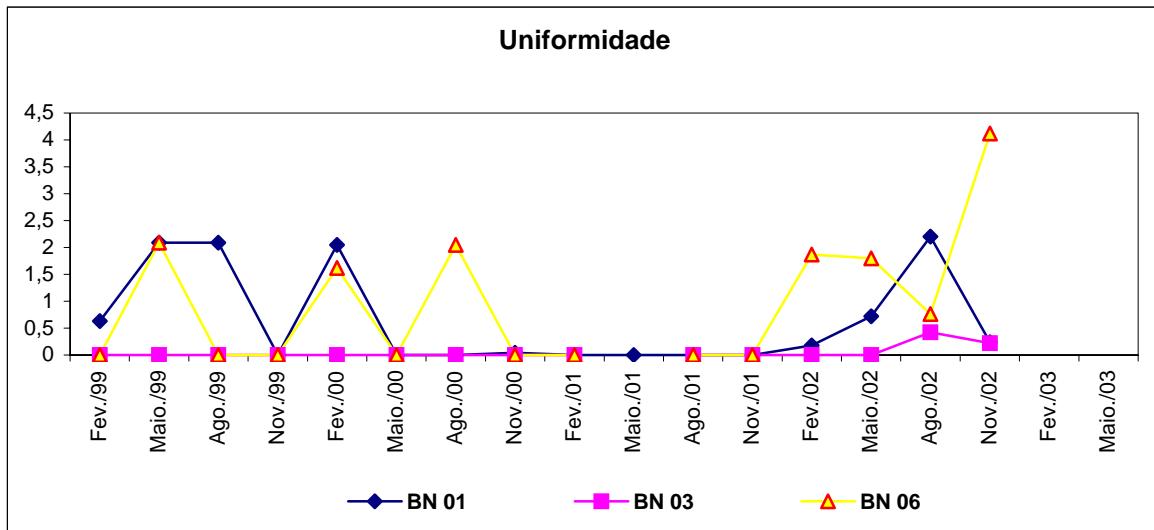


Figura 3.2.2.1.3-12: Variação dos Índices de Uniformidade encontrados nos pontos amostrais da Barragem Norte, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.

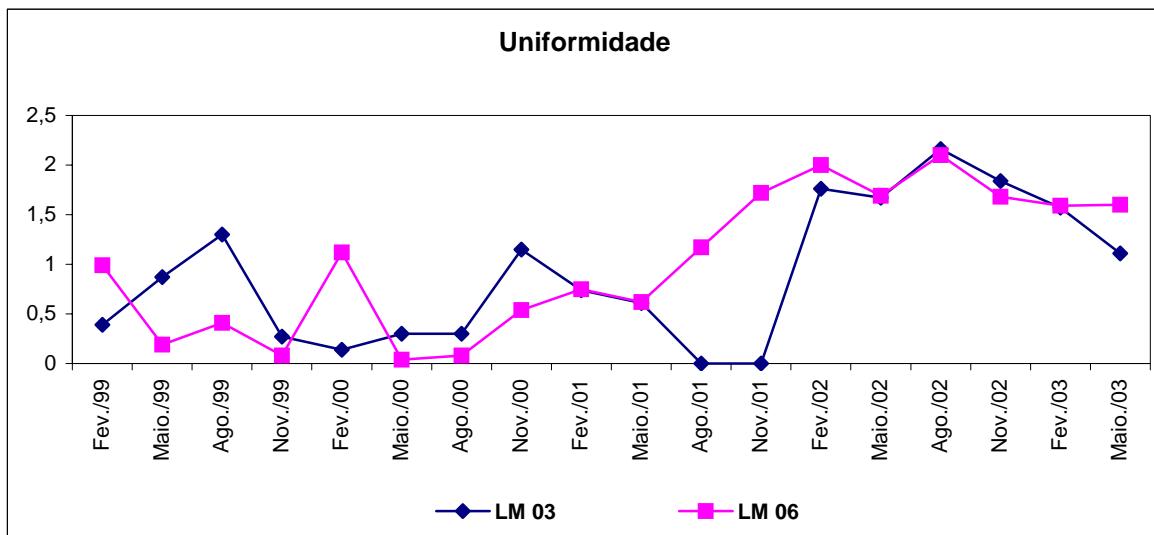
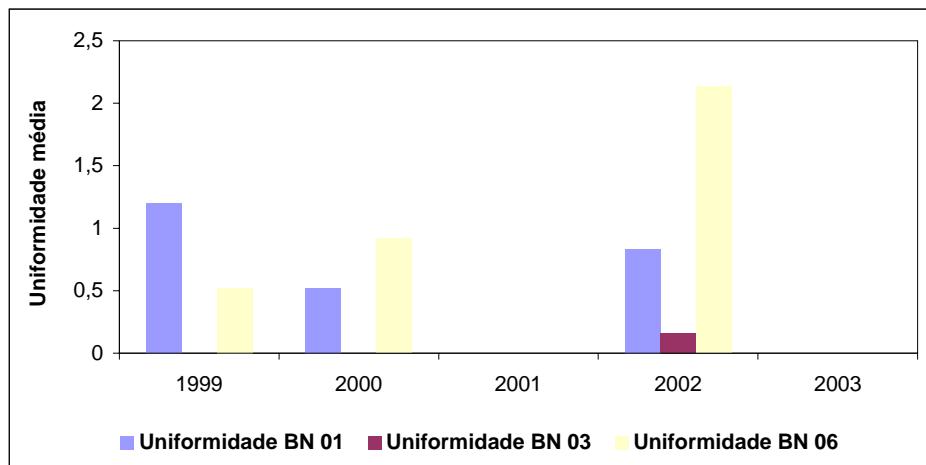
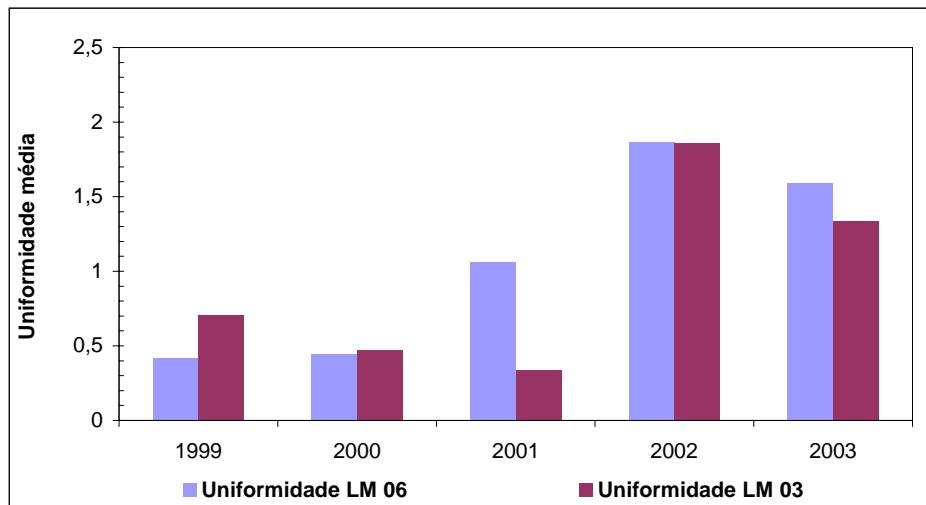


Figura 3.2.2.1.3-13: Variação dos Índices de Uniformidade encontrados nos pontos amostrais da Lagoa Maimbá, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.

Na Barragem Norte, o Ponto BN 03 apresentou os menores valores ao longo dos meses, assim como entre os valores médios anuais, ressaltando que a partir de 2002 houve uma ligeira melhora em seus valores, sendo que no ano de 2001, houve uma queda em seus valores para todos os pontos. O Ponto BN 06 de uma forma geral apresentou os melhores valores.

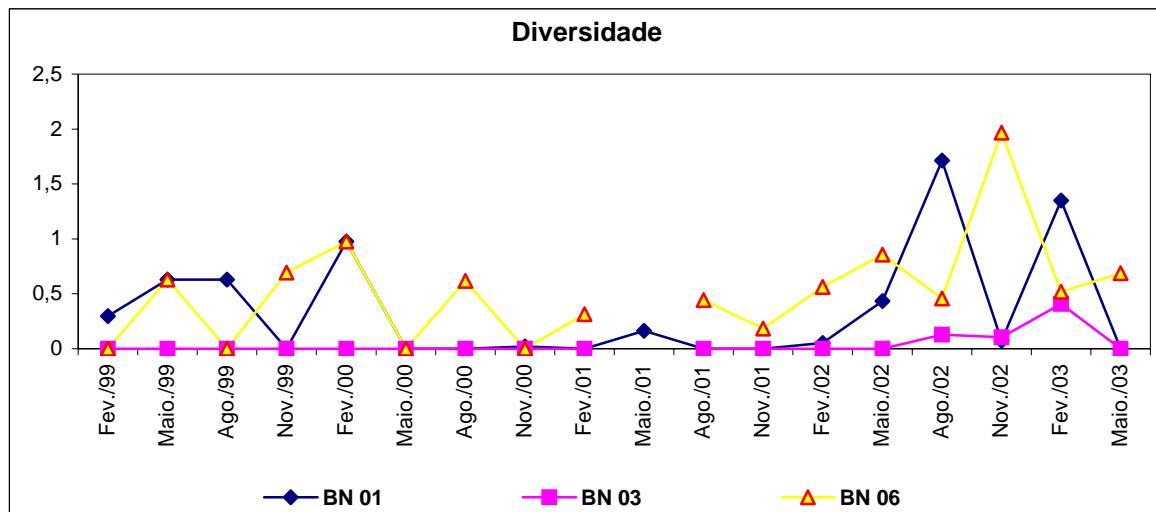


**Figura 3.2.2.1.3-14:** Valores médios para os índices de uniformidade encontrados nos pontos amostrais da Barragem Norte, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.

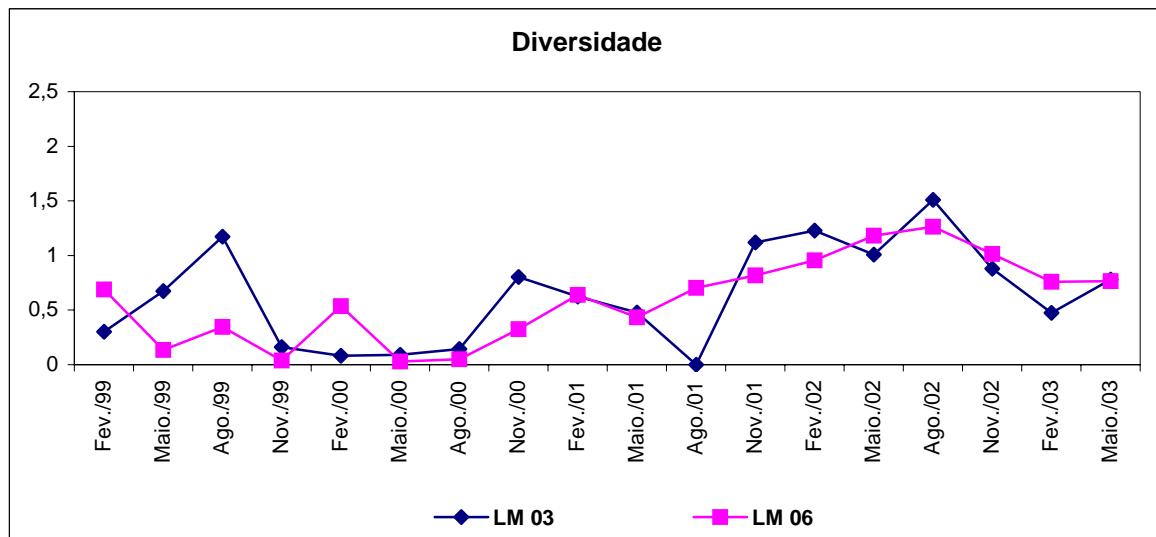


**Figura 3.2.2.1.3-15:** Valores médios para os índices de uniformidade encontrados nos pontos amostrais da Lagoa Maimbá, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.

Para a Lagoa Maimbá houve melhora nos valores dos índices a partir de 2001 para todos os pontos, ressaltando que em média, não houve grandes variações entre os valores médios dos mesmos, tendo sido encontrado o maior valor médio no período de 2002, o mesmo padrão tendo sido encontrado para a Barragem Norte, para os valores de uniformidade e diversidade (Figura 3.2.2.1.3-13 a 3.2.2.1.3-19).



**Figura 3.2.2.1.3-16:** Variação dos Índices de Diversidade encontrados nos pontos amostrais da Barragem Norte, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.



**Figura 3.2.2.1.3-17:** Variação dos Índices de Diversidade encontrados nos pontos amostrais da Lagoa Maimbá, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.

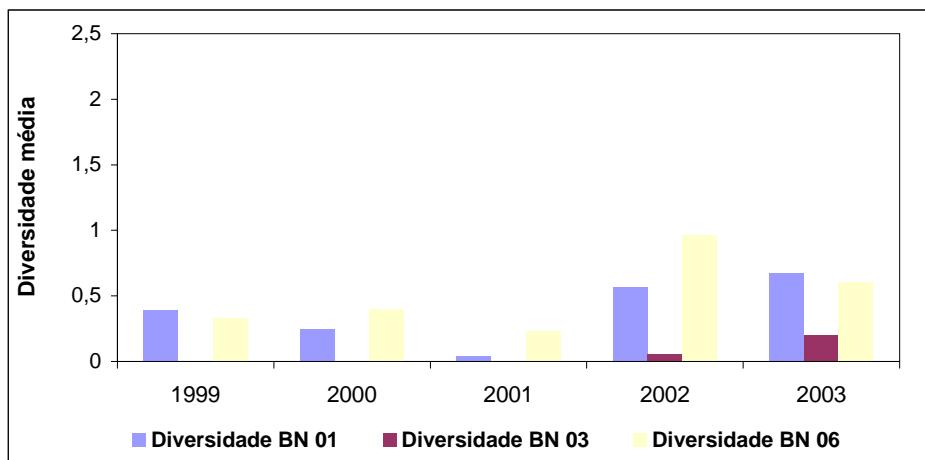


Figura 3.2.2.1.3-18: Valores médios para os índices de diversidade encontrados nos pontos amostrais da Barragem Norte, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 a maio/2003.

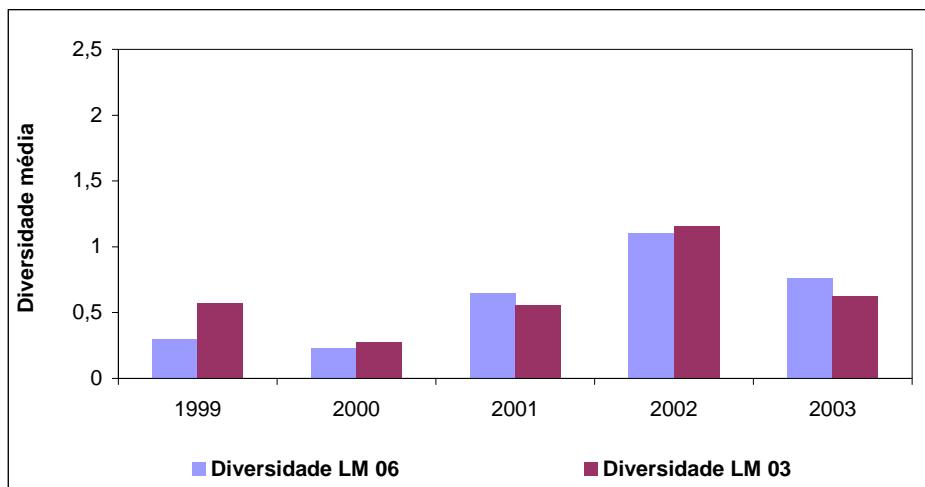


Figura 3.2.2.1.3-19: Valores médios para os índices de diversidade encontrados nos pontos amostrais da Lagoa Maimbá, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 a maio/2003.

Fatores que interferiram diretamente nos valores de uniformidade e diversidade dos pontos amostrais da Barragem Norte e da Lagoa de Maimbá foram respectivamente, a grande ocorrência (densidade) de Chironomidae e de *Melanoides tuberculata* (Tabelas 3.2.2.1.3-1 a 3.2.2.1.3-5).

Em relação aos dados de densidade de indivíduos ( $\text{ind}/\text{m}^3$ ) encontrados no período amostrado, destaca-se a grande ocorrência de organismos da família Chironomidae, Chaoboridae, do grupo dos Insecta, em todos os pontos amostrais da Barragem Norte e da Lagoa Maimbá, bem como dos moluscos *Melanoides tuberculata*, gênero *Biomphalaria* e *Biomphalaria tenagophila*, e indivíduos pertencentes a família Hydrobiidae, que ocorreram em grandes densidades na Lagoa Maimbá, sendo esta caracterizada principalmente pelos grandes valores de densidade dos moluscos (Tabelas 3.2.2.1.3-1 a 3.2.2.1.3-5).

Os valores de densidade de uma forma geral sofreram grandes variações ao longo do período estudado, sendo caracterizado por apresentar padrões destas variações diferentes para a Barragem Norte e Lagoa Maimbá, onde os maiores valores observados para a Lagoa Maimbá ocorreram no período quando a Barragem Norte apresentou seus menores valores, e vice-versa, para os maiores valores da Barragem Norte (Figuras 3.2.2.1.3-20 a 3.2.2.1.3-23).

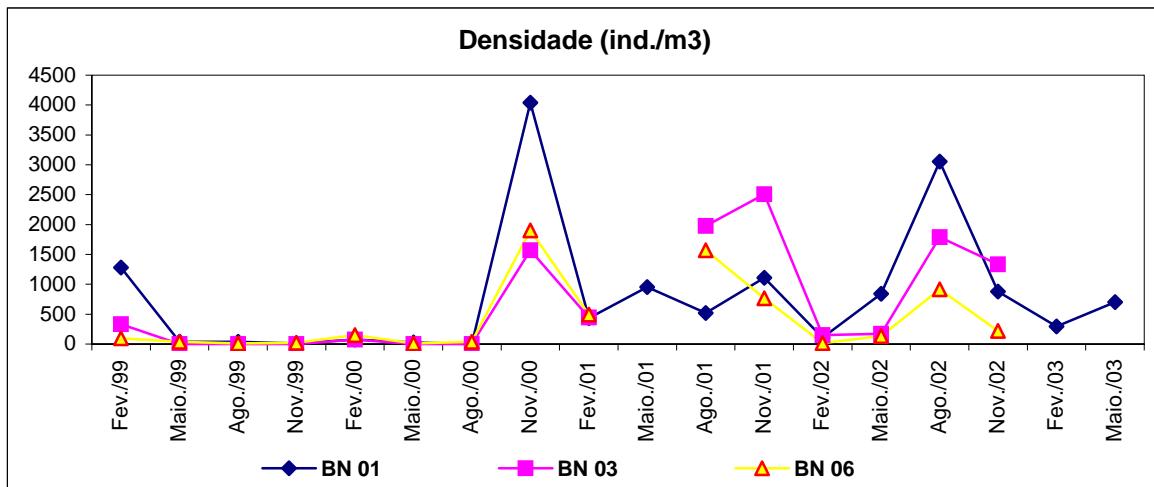


Figura 3.2.2.1.3-20: Densidade de indivíduos ( $\text{ind}/\text{m}^3$ ) encontrados nos pontos amostrais da Barragem Norte, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.

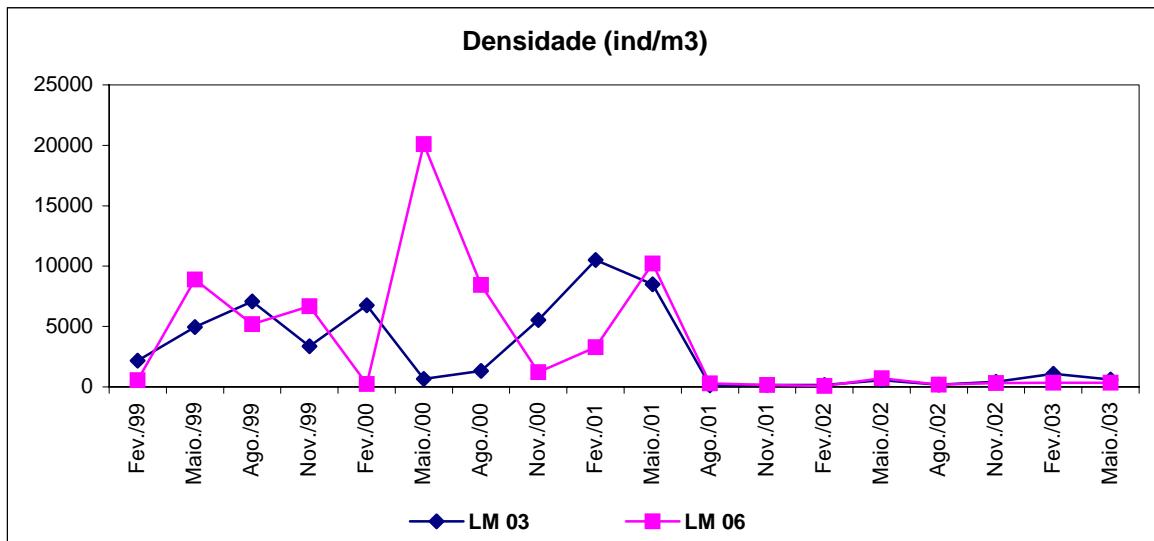


Figura 3.2.2.1.3-21: Densidade de indivíduos ( $\text{ind}/\text{m}^3$ ) encontrados nos pontos amostrais da Lagoa Maimbá, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.

Ressalta-se que *Biomphalaria* sp. e *Biomphalaria tenagophila* podem ser hospedeiros intermediários do protozoário *Schistosoma mansoni*, causador da protozoonose denominada esquistossomose, o que chama a atenção pelo interesse sanitário, ressaltando que o fato de estar presente na lagoa não significa que o ciclo está fechado, mas indica a possibilidade de que, futuramente, esses organismos possam desenvolver os protozoários, trazendo risco para o contato primário com a água da lagoa. Porém, a grande ocorrência de *Melanoides tuberculata* (molusco invasor com registro de primeira ocorrência no Brasil em 1967, em Santos/SP), possa ser uma característica benéfica, uma vez que este molusco é um potencial competidor dos organismos do gênero *Biomphalaria*, o que poderia como os resultados demonstrados, controlar a população deste molusco de interesse sanitário, como demonstrado por GIOVANELLI; VIEIRA; COELHO-SILVA (2002), em estudos realizados em laboratório.

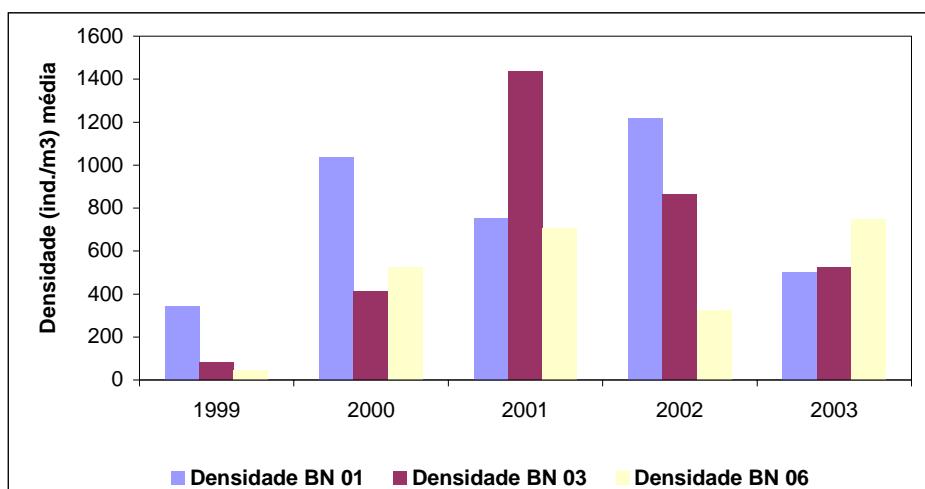


Figura 3.2.2.1.3-22: Valores médios de densidade de indivíduos (ind/m<sup>3</sup>) encontrados nos pontos amostrais da Barragem Norte, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.

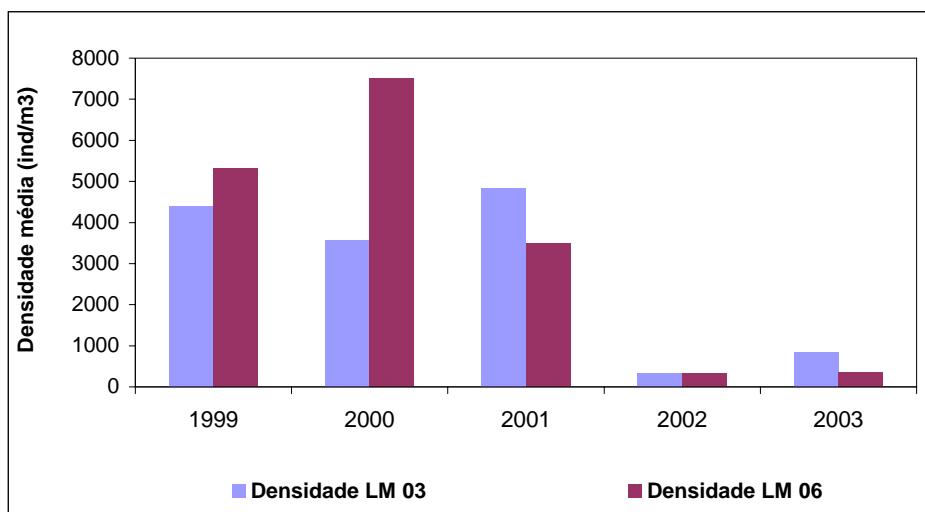


Figura 3.2.2.1.3-23: Valores médios de densidade de indivíduos (ind/m<sup>3</sup>) encontrados nos pontos amostrais da Lagoa Maimbá, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.

Em relação à dominância dos Insecta na Barragem Norte, destaca-se que MARQUES, FERREIRA & BARBOSA (1998) estudando a comunidade de macroinvertebrados aquáticos e as características limnológicas das lagoas Carioca e da Barra, localizadas no Parque Estadual do Rio Doce (MG) encontraram a Família Chironomidae como o taxon numericamente predominante em ambos os sistemas. Entretanto, as duas lagoas apresentaram uma fauna bentônica mais rica e abundante na região litorânea, enquanto na região profunda, a fauna sobre o sedimento restringiu-se a poucos grupos, notadamente os dípteros Chironomidae e Chaoboridae e anelídeos da classe Oligochaeta.

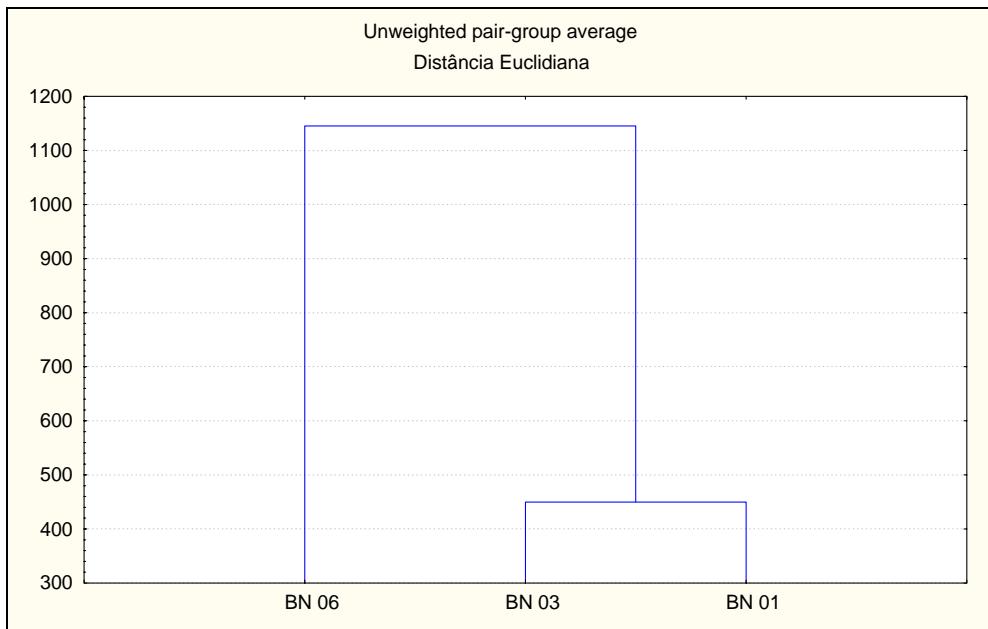
Em levantamentos bentofaunísticos realizados por FUKUARA *et al.* (1987) nas lagoas Jacaré e D. Helvécio, observou-se que a família Chaoboridae (Ordem Diptera) dominava a comunidade, tanto em termos numéricos (densidade) quanto em relação à biomassa, excetuando-se a região litorânea, na qual Chironomidae apresentava-se em maior abundância. Nos estudos de monitoramento da SAMARCO, a família Chironomidae foi dominante em todos os pontos, em relação aos Insecta (Tabelas 3.2.2.1.3-1 a 3.2.2.1.3-5).

Segundo DI GIOVANNI *et al.* (1996) a Família Chironomidae, quase sempre se apresenta como dominante, tanto em ambientes lóticos como lênticos, devido à sua tolerância a situações extremas como hipoxia e grande capacidade competitiva, o mesmo comentado por ESTEVES (1998), que ressalta que estes organismos suportam longos períodos em condições anaeróbias, tanto no hipolímnio de lagos eutróficos estratificados, como na interface sedimento-água de grande número de lagos tropicais.

Por outro lado, a homogeneidade ambiental da região profunda, com pouca variação anual de temperatura, pouca diversidade de cadeias alimentares (predominância da cadeia detritívora e microfágica), faz com que se desenvolva uma comunidade zoobentônica pouco variada, que pode, no entanto, apresentar número elevado de indivíduos (ESTEVES, 1998).

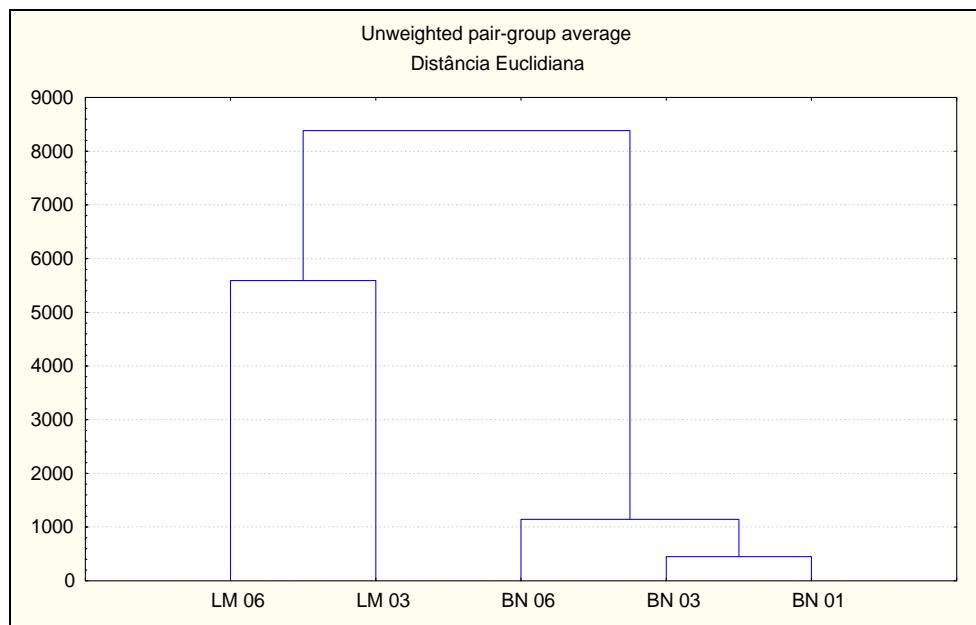
Destaca-se ainda que a dominância de organismos coletores, principalmente Chironomidae, indica um enriquecimento de matéria orgânica no sedimento (DÉVAI, 1990), o que foi observado em várias coletas realizadas no período avaliado neste monitoramento da SAMARCO.

A análise da similaridade entre os pontos da Barragem Norte demonstrou uma maior semelhança entre os dados dos Pontos BN 01 e BN 03, ficando o Ponto BN 06 como o ponto com maior distância euclidiana, caracterizando assim, como o ponto com menor similaridade entre todos. Isto pode estar relacionado ao fato deste ponto ter apresentado o menor número de taxa semelhantes em relação aos demais pontos, enquanto que os Pontos BN 01 e BN 03, principalmente pela grande ocorrência de organismos pertencentes a família Chironomidae apresentaram menores valores de distância euclidiana entre si (Figura 3.2.2.1.3-25).



**Figura 3.2.2.1.3-25:** Similaridade entre os pontos de amostrais da Barragem Norte durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.

Calculando-se a similaridade entre os pontos monitorados na Barragem Norte e Lagoa Maimbá, observa-se uma separação em dois grupos, constituídos cada um por pontos de cada local de amostragem, caracterizando assim uma diferença entre a comunidade bentônica da Barragem Norte e da Lagoa Maimbá, onde apesar de ocorrerem espécies em comum, de uma forma geral, estruturalmente apresentam comunidades diferentes, principalmente em relação as espécies dominantes nos dois ambientes (Figura 3.2.2.1.3-26 e Figuras 3.2.2.1.3-1 e 3.2.2.1.3-2).



**Figura 3.2.2.1.3-26:** Similaridade entre os pontos de amostrais da Barragem Norte e Lagoa Maimbá, durante o monitoramento realizado entre fevereiro/1999 e maio/2003.

## ***CONSIDERAÇÕES FINAIS***

- Em relação à quantidade de taxa encontrados na Barragem Norte e Lagoa de Maimbá, áreas de influência da SAMARCO, destaca-se o fato de não ser freqüente a ocorrência de grupos diversificados, tendo sido encontrado no período avaliado (1999-2003), um total de 19 taxa na Barragem Norte e 14 taxa na Lagoa Maimbá;
- Os grupos dominantes foram os Insecta na Barragem Norte e Mollusca na Lagoa Maimbá;
- Os organismos dominantes são pertencentes à família Chironomidae, principalmente na Barragem Norte, enquanto na Lagoa de Maimbá, a espécie dominante foi *Melanoides tuberculata* (molusco invasor com registro de primeira ocorrência no Brasil em 1967, em Santos, estado de São Paulo), que pode competir com organismos do gênero *Biomphalaria*, que também foram encontrados ao longo do estudo, na área da lagoa, e que são moluscos de interesse sanitário;
- A ocorrência de organismos da família Chironomidae e Oligochaeta pode significar a presença de matéria orgânica em concentrações elevadas, ou relativamente elevadas, o que acaba por caracterizar o local de estudo, como um ambiente onde encontra-se uma quantidade de matéria orgânica de moderada a relativamente alta;
- Em relação à caracterização dos pontos amostrais, na Barragem Norte o Ponto BN 06 foi o que de uma forma geral, apresentou as melhores condições, enquanto o Ponto BN 03 foi aquele com as piores condições; enquanto a Lagoa Maimbá apresentou, de uma forma geral, pontos com grande similaridade, ressaltando que o Ponto LM 06, localizado mais ao centro da Lagoa Maimbá, apresentou-se com valores relativamente melhores que o Ponto LM 03, localizado a100 metros do vertedouro da Barragem Norte.

### 3.2.2.1.4 Ictiofauna

Devido à utilização da Barragem Norte e, secundariamente, da Lagoa Maimbá como locais de descarte do efluente industrial da SAMARCO Mineração S.A., ambas são consideradas como Área de Influência Direta do empreendimento sobre a fauna de peixes de águas interiores. A Lagoa de Ubu, por não receber efluente e estar fora da área industrial da SAMARCO, não foi considerada como área de influência do empreendimento.

#### ♦ ASPECTOS METODOLÓGICOS

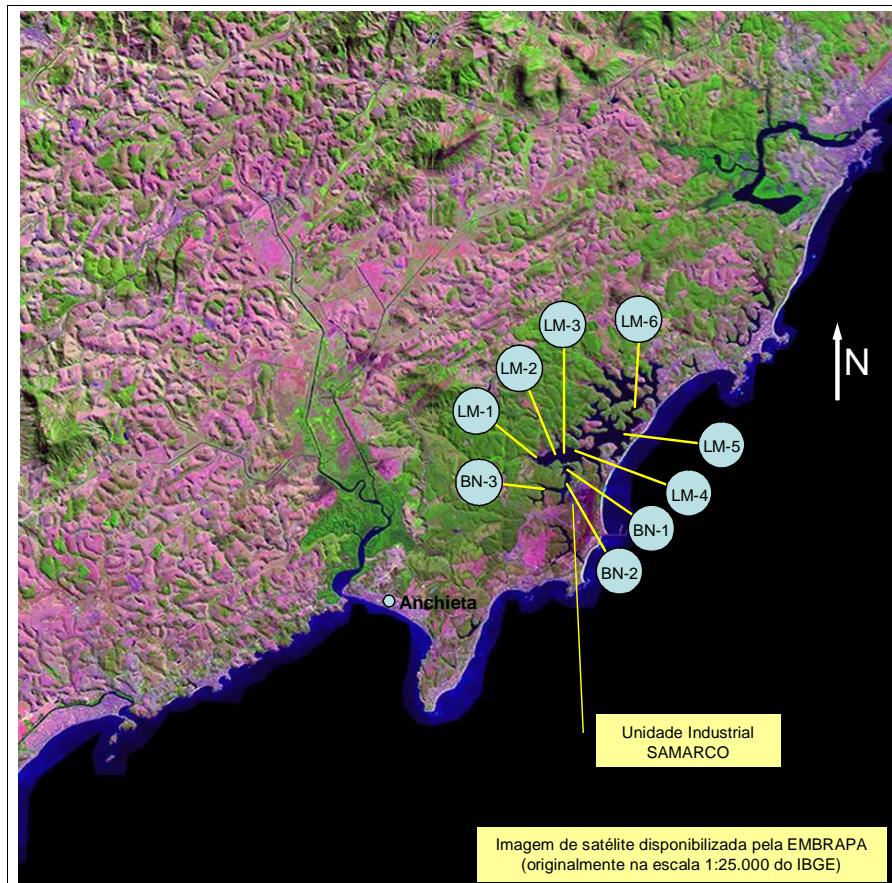
Para o levantamento da ictiofauna da Lagoa de Maimbá, reservatório da Barragem Norte e córregos Loyola e Belo Horizonte foi realizada compilação de dados secundários, além de entrevistas com moradores e pescadores do entorno imediato.

Esta ictiofauna foi pesquisada durante o Relatório de Impacto Ambiental da Ampliação da Usina de Pelotização do Terminal de Ponta do Ubu (JAKKO PÖYRY, 1993), Estudo Ictiológico da Lagoa de Maimbá (LIMNOS, 1996), Monitoramento da Ictiofauna do reservatório da Barragem Norte (LIMNOS, 1998), Estudo de Avaliação dos Impactos Ambientais relativos à abertura do Canal da Lagoa Maimbá com o Ecossistema Litorâneo (AB-3, 1999) e Monitoramento da Ictiofauna da Lagoa Maimbá e da Barragem Norte (CEPEMAR, 2004a; 2004b).

Este último estudo (CEPEMAR, 2004a; 2004b), pelo fato de ser o mais recente forneceu os dados quantitativos sobre a ictiofauna para o presente diagnóstico. As amostragens quantitativas de peixes (redes de emalhar) foram realizadas em nove pontos: 06 localizados na lagoa de Maimbá e 03 na Barragem Norte, conforme descrição apresentada na Tabela 3.2.2.1.4-1. Os pontos de amostragem encontram-se indicados na Figura 3.2.2.1.4-1. Adicionalmente, foram feitas amostragens qualitativas com peneiras nos córregos Loyola e Belo Horizonte, procedimento também empregado em alguns pontos da lagoa de Maimbá. Os córregos foram acessados em locais junto à estrada de terra que circunda a lagoa de Maimbá. Conforme será descrito mais adiante, esses ambientes apresentam-se extremamente modificados (barragem, assoreamento, qualidade de água, restrição do fluxo, etc.), o que em última análise não permite a colonização eficiente pelos peixes.

Tabela 3.2.2.1.4-1: Pontos de coleta utilizados para amostragem de peixes na Lagoa de Maimbá, Barragem Norte e córregos durante o Monitoramento de Ictiofauna (Ciclo 2004).

AMBIENTE	PONTOS DE AMOSTRAGEM	LOCALIZAÇÃO (COORDENADAS UTM)	
		E	N
Lagoa de Maimbá	LM-01	24 333709	7702977
	LM-02	24 334401	7702993
	LM-03	24 334870	7702901
	LM-04	24 335194	7703086
	LM-05	24 336218	7703051
	LM-06	24 336815	7704707
Barragem Norte	BN-01	24 334658	7701877
	BN-02	24 333657	7701720
	BN-03	24 333011	7701687
Córregos	Cor-1 (Loyola)	24 333901	7704309
	Cor-2 (Belo Horizonte)	24 334215	7706206



**Figura 3.2.2.1.4-1: Localização dos pontos de amostragem na lagoa de Maimbá e Barragem Norte, referentes ao Monitoramento de Ictiofauna (Ciclo 2004).**

Além dos estudos de inventário e de estrutura de comunidades descritos acima, estudos de níveis de metais nos organismos dos peixes de águas interiores foram realizados pela empresa LIMNOS, entre os anos de 1994 e 2001.

#### ♦ **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na compilação de dados secundários e entrevistas com moradores do entorno imediato foram registradas 16 espécies de peixes de águas interiores, distribuídas em 10 famílias (Tabela 3.2.2.1.4-2).

Cabe ressaltar que no estudo de monitoramento mais recente (CEPEMAR, 2004a; CEPEMAR, 2004b), o reservatório da Barragem Norte mostrou-se extremamente pobre. Apenas a espécie *Poecilia vivipara* (barrigudinho ou guarú) foi encontrada neste corpo d'água. Mesmo assim, tendo sido verificada uma alta mortandade desta espécie. A continuidade do Ciclo 2004 deste monitoramento poderá elucidar tais questões ecológicas.

Tabela 3.2.2.1.4-2: Lista das espécies de peixes encontradas na Área de Influência Direta do empreendimento (Lagoa de Maimbá, reservatório da Barragem Norte e Córregos Loyola e Belo Horizonte), seus respectivos nomes populares e fonte bibliográfica.

FAMÍLIA / ESPÉCIE	NOME POPULAR	FONTE
<b>Família Erythrinidae</b>		
<i>Hoplerithryns unitaeniatus</i>	morobá, marobá	Jakko Pöyry, 1993 AB-3, 1999
<i>Hoplias lacerdae</i> **	trairão	Jakko Pöyry, 1993
<i>Hoplias malabaricus</i>	traíra	Jakko Pöyry, 1993 CEPEMAR, 2004b
<b>Família Auchenipteridae</b>		
<i>Trachylepterus striatulus</i> *	cumbaca ou judeu	CEPEMAR, 2004b
<b>Família Heptapteridae</b>		
<i>Rhamdia quelen</i>	bagre, jundiá	Jakko Pöyry, 1993 CEPEMAR, 2004b
<b>Família Callichthyidae</b>		
<i>Callichthys callichthys</i>	camboatá, tamboatá	Limnos, 1996 e 1998
<i>Hoplosternon littorale</i>	camboatá, tamboatá	CEPEMAR, 2004b
<b>Família Exocoetidae</b>		
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	agulha	AB-3, 1999
<b>Família Poeciliidae</b>		
<i>Poecilia vivipara</i>	barrigudinho	CEPEMAR, 2004b
<b>Família Atherinopsidae</b>		
<i>Atherinella brasiliensis</i>	piquira, peixe-rei	AB-3, 1999
<b>Família Cichlidae</b>		
<i>Cichla cf.. ocellaris</i>	tucunaré	Jakko Pöyry, 1993 CEPEMAR, 2004b
<i>Geophagus brasiliensis</i>	cará, acará	CEPEMAR, 2004b
<i>Tilapia rendalli</i>	tilápia, tilápa	Jakko Pöyry, 1993 CEPEMAR, 2004b
<b>Família Centropomidae</b>		
<i>Centropomus undecimalis</i>	robalo	Entrevistas
<b>Família Mugilidae</b>		
<i>Mugil curema</i>	tainha, parati	AB-3, 1999
<i>Mugil liza</i>	tainha, parati	AB-3, 1999

\*nome atual de *Parauchenipterus cf. galeatus*, usado em LIMNOS (1996).

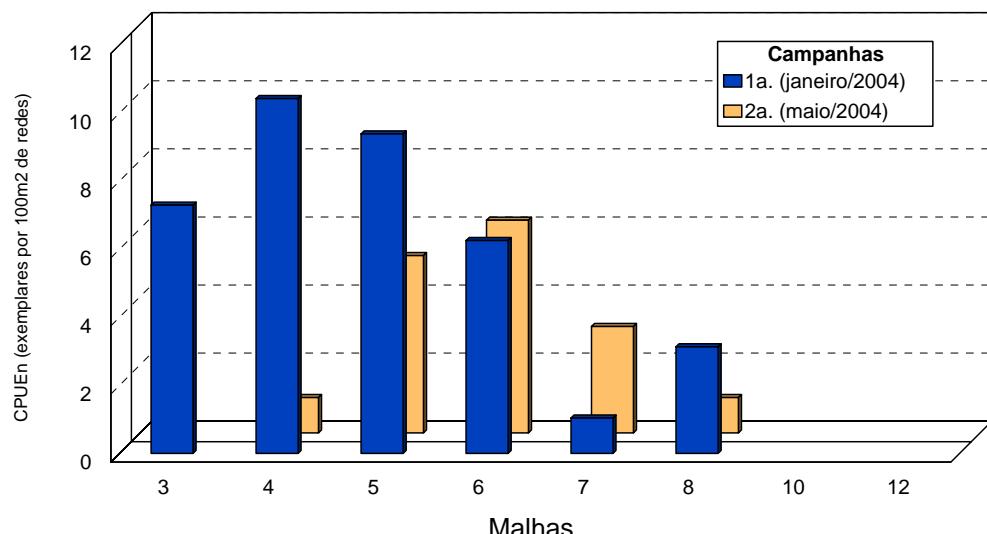
\*\* ocorrência comprovada para a Lagoa de Guanabara.

Além das 16 espécies detectadas nos estudos realizados até então, outras duas espécies foram levantadas em entrevistas com moradores do entorno da Lagoa de Maimbá: o bagre-africano (*Clarias cf. gariepinus*) e a carpa (provavelmente a espécie *Cyprinus carpio*). Tais registros não entraram na compilação geral de espécies, por terem sido detectados apenas em algumas entrevistas.

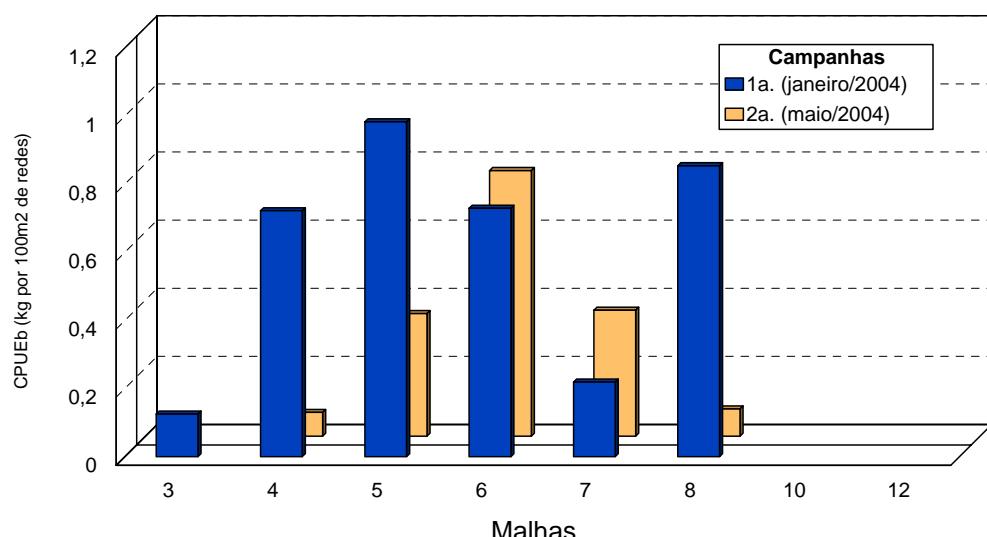
Durante o Ciclo 2004 não foram registrados peixes nos córregos que drenam para a lagoa de Maimbá. O fator limitante à colonização desses ambientes está relacionado às características estruturais e de qualidade física e química da água. Os valores de oxigênio dissolvido observados nesses cursos d'água durante a campanha realizada em janeiro/2004 eram incompatíveis com a manutenção de peixes. Adicionalmente, os dois ambientes amostrados encontram-se bastante alterados por barramentos, assoreamento e excessivo crescimento de gramíneas, que impedem o fluxo normal e uma provável colonização em períodos de maior vazão.

Os valores de número de indivíduos e de biomassa (CPUEn e b) por ponto de amostragem indicam grandes flutuações em relação aos dados obtidos ao longo de 2004. O Ponto LM-6, que foi o mais produtivo na campanha de janeiro/2004, na de maio/2004 não foram coletados peixes.

As capturas continuaram efetivas somente até a malha de 8 cm (Figuras 3.2.2.1.4-2 e 3.2.2.1.4-3), uma condição já descrita nos estudos anteriores. A persistência desse resultado da amostragem de maio/2004 reforça a indicação de que atualmente os peixes de maior porte são muito raros na lagoa de Maimbá. Conforme verificado nos dados de janeiro/2004, esse fato é facilmente constatado quando se observa a produção da pesca artesanal (Figura 3.2.2.1.4-4). O principal fator que parece ser responsável por essa situação é a pressão de pesca exercida sobre as espécies, embora a presença de uma espécie exótica e piscívora (tucunaré – *Cichla ocellaris*) também possa contribuir para a condição observada.



**Figura 3.2.2.1.4-2: CPUEn total por tamanho de malha na lagoa de Maimbá e Barragem Norte Durante as duas campanhas do Monitoramento de Ictiofauna do Ciclo 2004.**



**Figura 3.2.2.1.4-3: CPUEb total por tamanho de malha na lagoa de Maimbá e Barragem Norte durante as duas campanhas do Monitoramento de Ictiofauna do Ciclo 2004.**

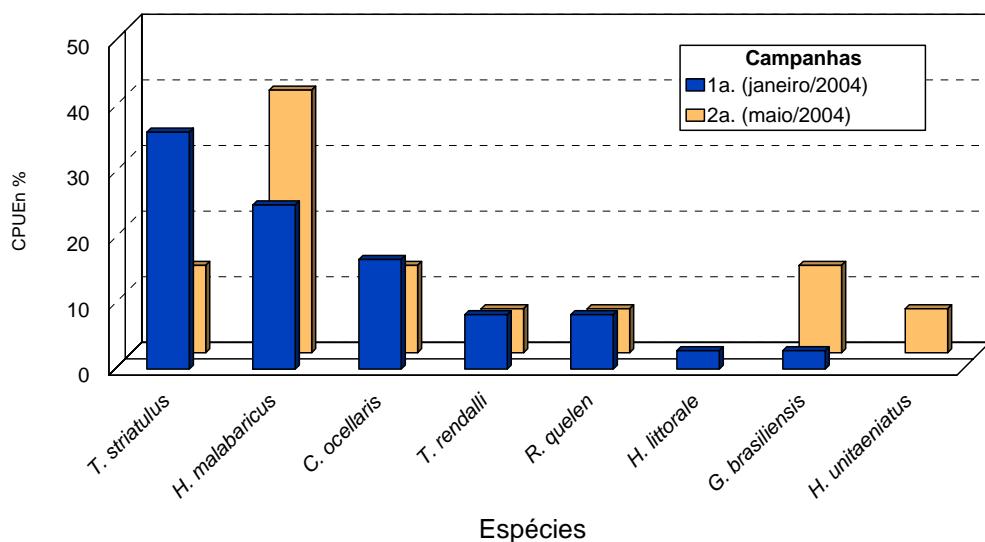


**Figura 3.2.2.1.4-4: Peixes obtidos por um pescador artesanal ao longo de um dia de trabalho, onde somente duas espécies estão presentes, a tilápia e o cará (observação realizada em janeiro/2004).**

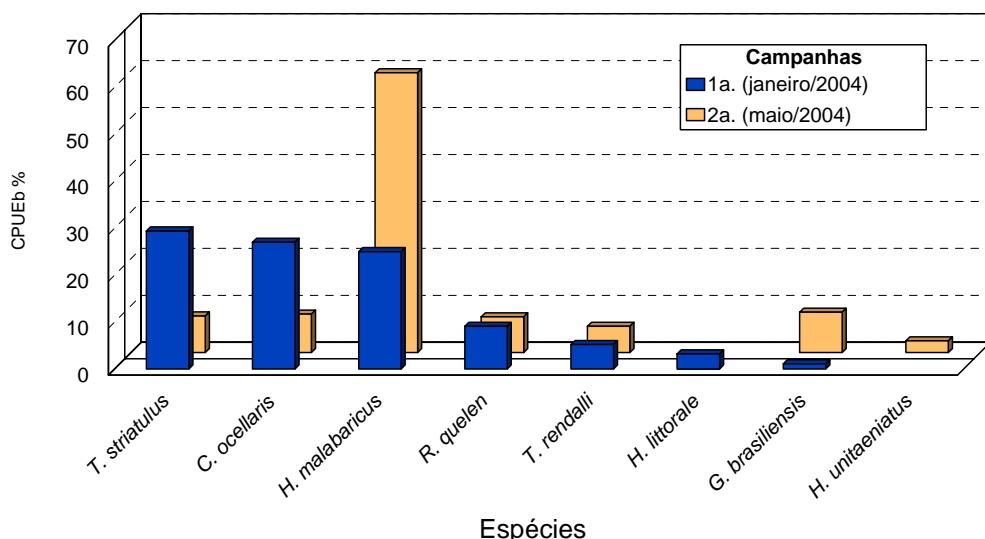
Essa flutuação nos valores é primariamente atribuída a eventos sazonais, não significando uma condição de impacto em uma determinada área.

Os dados de maio/2004 são diferentes da campanha de janeiro/2004, pois houve uma inversão com relação às espécies mais abundantes em número, com a traíra (*H. malabaricus*) passando a ser a mais representativa (Figura 3.2.2.1.4-5).

A cumbaca (*T. striatulus*), que no monitoramento realizado entre 1994 e 1996 teve pouca expressividade tanto em número de exemplares como biomassa (LIMNOS, 1996), continua a representar boa parte das capturas. Esses dados são indicativos de mudanças na estrutura da comunidade de peixes ao longo dos últimos anos. Com relação à biomassa, a maior variação foi observada para a traíra (Figura 3.2.2.1.4-6).



**Figura 3.2.2.1.4-5: CPUEn total (%) por espécies na lagoa de Maimbá e Barragem Norte durante as duas campanhas do Monitoramento de Ictiofauna do Ciclo 2004.**



**Figura 3.2.2.1.4-6: CPUEb total (%) por espécies na lagoa de Maimbá e Barragem Norte durante as duas campanhas do Monitoramento de Ictiofauna do Ciclo 2004.**

Os valores de diversidade e equitabilidade foram baixos em todos os pontos da lagoa de Maimbá, independente da distância que estes se encontram do ponto em que, eventualmente, ocorre vertimento da Barragem Norte para a Lagoa de Maimbá (Tabela 3.2.2.1.4-3).

Tabela 3.2.2.1.4-3: Valores de diversidade e eqüitabilidade nos pontos de amostragem na lagoa de Maimbá durante as duas campanhas do Monitoramento de Ictiofauna (Ciclo 2004).

PARÂMETROS	CAMPANHAS	PONTOS					
		LM-1	LM-2	LM-3	LM-4	LM-5	LM-06
Diversidade ( $H'$ )	1 <sup>a</sup> (janeiro/2004)	0,64	1,04	0,96	1,55	0,95	0,94
	2 <sup>a</sup> (maio/2004)	1,04	0,56	0,0	0,0	1,33	0,0
Eqüitabilidade	1 <sup>a</sup> (janeiro/2004)	0,92	0,95	0,87	0,96	0,86	0,68
	2 <sup>a</sup> (maio/2004)	0,95	0,81	0,0	0,0	0,96	0,0

\* = os pontos localizados na Barragem Norte não foram incluídos nessa análise em função de não terem sido capturados peixes com as redes de emalhar.

Apesar dos resultados distintos obtidos durante as duas campanhas do ano de 2004, quando comparados com os dados disponíveis em LIMNOS (1996; 1998), ressalta-se que ainda é prematuro apresentar qualquer diagnóstico conclusivo com relação à ictiofauna dos dois ambientes em análise. A continuidade dos estudos, em associação com uma análise temporal de todos os dados já produzidos, representará uma forma adequada de visualizar claramente as prováveis mudanças que o sistema Maimbá/Barragem Norte passou ao longo dos últimos anos.

Portanto, a lagoa Maimbá, mesmo estando bastante descaracterizada, com sua ligação com o mar obstruída desde a construção da Rodovia do Sol, vegetação marginal alterada com plantação de monoculturas, pressão de pesca e recebimento de dejetos de esgotos domésticos das diversas habitações irregularmente construídas nas suas margens, é um corpo d'água mais importante em termos de diversidade e abundância de peixes de água doce que a Barragem Norte.

#### *- RELAÇÃO PEIXES DE ÁGUAS INTERIORES E O BIOMA MATA ATLÂNTICA*

A ictiofauna da Bacia do Leste, onde está inserida a região estudada, está diretamente relacionada ao ecossistema Mata Atlântica, que garante a manutenção de pequenos cursos d'água, graças ao poder de retenção da água da chuva pelo sistema de raízes das florestas. Sem essa proteção, a luz solar aquece o solo e a evaporação é muito mais rápida do que a perda ocasionada pela transpiração das folhas. Há que se considerar ainda o efeito da erosão causada pela força das águas em área desmatadas que acaba destruindo pequenos e médios cursos d'água, criando novos ambientes pouco propícios à vida de muitas espécies de peixes (MENEZES *et al.*, 1990).

A destruição do bioma Mata Atlântica afetou a sobrevivência dos peixes de riacho que nela ocupam diversos habitats. Para muitos peixes da família Characidae, um dos grupos mais importantes da América do Sul, e que dependem da visão para alimentação, reprodução e comportamento social, é quase impossível viver em águas turvas ou em águas sujeitas à intensa luminosidade devido a retirada da floresta. A manutenção de temperaturas amenas nos riachos e córregos é também garantida pela presença da cobertura florestal que impede a insolação direta e consequentemente picos elevados de temperatura durante a tarde. Muitos peixes de riachos e córregos de florestas não suportam grandes variações diárias de temperatura (MENEZES *et al.* 1990).

A ausência da floresta acarreta também a perda de fontes de alimento, tais como insetos, frutos, flores e folhas, essenciais para muitas espécies típicas de corpos d'água desse ecossistema. Insetos terrestres que caem das árvores situadas a beira dos riachos e córregos, representam uma proporção considerável do alimento dos peixes da Floresta Atlântica (MENEZES *et al.* 1990).

De posse das informações levantadas nesse diagnóstico, pode-se teorizar que a ictiofauna da área estudada já sofreu drásticas mudanças, pois as diversas intervenções humanas alteraram os cursos d'água e consequentemente todo o ambiente a sua volta. O próprio reservatório da Barragem Norte foi criado pelo bloqueio de um dos braços da Lagoa de Maimbá, para servir de receptor de água excedente do transporte de minério de Minas Gerais para o Espírito Santo.

O corte de grande parte da cobertura vegetal original, o plantio de eucalipto e outras espécies exóticas, somado ao aterro e manilhamento de cursos d'água, fragmentação da paisagem e a soltura de introdução de espécies de peixes exóticas, muito provavelmente devem ter alterado a composição faunística e estrutura da comunidade da ictiofauna local.

Atualmente, a ictiofauna presente na área estudada, que se apresenta pobre em termos de diversidade, conserva apenas 16 espécies de peixes. A maior parte é de ampla distribuição geográfica e muito adaptadas à condições extremas de sobrevivência em local com água de baixa qualidade. Cinco destas 16 espécies presentes atualmente são exóticas: uma de origem africana (*Tilapia rendalli*), uma de origem Centro-americana (*Poecilia vivipara*), uma originária do Pantanal e região amazônica (*Cichla cf. ocellaris*), uma originária do Cerrado (*Hoplosternon littorale*), e outra de origem no Vale do Ribeira/SP (*Hoplias lacerdae*).

Entretanto, vale lembrar que mesmo a ictiofauna estando tão alterada em termos de biodiversidade, ainda parece ser um recurso alimentar importante, pois sustenta uma avifauna piscívora, típica de áreas alagadas, bastante significativa, sem falar de algumas espécies de mamíferos, que também se alimentam de peixes e que ocorrem na área.

Do ponto de vista antrópico, atualmente as espécies mais pescadas na Lagoa Maimbá são a tilápia e a acará (*Tilapia rendalli* e *Geophagus brasiliensis*, respectivamente). Ambas são espécies cobiçadas para pesca artesanal realizada com caniço (tarrafa, rede-de-espera, linha e anzol), atividade realizada por pescadores das comunidades circunvizinhas (vide Figura 3.2.2.1.4-4).

Conforme mostrado anteriormente, no estudo mais recente (CEPEMAR, 2004a; CEPEMAR, 2004b), as espécies mais abundantes na Lagoa de Maimbá, capturadas usando redes-de-espera foram a cumbaca (*Trachylepterus striatulus*) (Figura 3.2.2.1.4-7), a traíra (*Hoplias malabaricus*) (Figura 3.2.2.1.4-8) e o tucunaré (*Cichla cf. ocellaris*) (Figura 3.2.2.1.4-9).

**Figura 3.2.2.1.4-7: Exemplar de cumbaca (*Trachylepterus striatulus*), obtido na Lagoa de Maimbá durante o Monitoramento da Ictiofauna (CEPEMAR, 2004a; 2004b).**



**Figura 3.2.2.1.4-8: Exemplar de traíra (*Hoplias malabaricus*) obtido na Lagoa de Maimbá durante o Monitoramento da Ictiofauna (CEPEMAR, 2004b).**



**Figura 3.2.2.1.4-9: Exemplar de tucunaré (*Cichla cf. ocellaris*) obtido na Lagoa de Maimbá durante o Monitoramento da Ictiofauna durante o Ciclo 2004.**

### **- RESULTADOS DE METAIS EM PEIXES**

Os metais na água podem estar presentes nas formas solúveis e particuladas, sejam associados à matéria orgânica ou na forma inorgânica. As formas solúveis são muito mais significativas para a presença de risco ambiental devido ao favorecimento para a absorção direta pelos organismos aquáticos e peixes, portanto, mais passíveis de entrar na cadeia trófica. Por outro lado, as formas insolúveis são mais estáveis, formando estoques no sedimento, sendo de lenta eliminação. Este é o principal ponto de destaque em termos de acúmulo destes elementos nos ecossistemas por longos prazos.

Nos estudos realizados por LIMNOS (1994; 2001), os teores de Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo, Mercúrio e Zinco encontrados nas vísceras, brânquias e músculos dos peixes da lagoa de Maimbá e Barragem Norte apresentaram teores abaixo dos valores de referência. Os teores de Ferro detectados nos peixes de menor porte foram mais altos que os detectados nos peixes de grande porte, todavia ainda pequenos apresentaram teores abaixo dos valores de referência (*apud* TESSIER, 1993; AMYOT, 1994 e JANICE, 1996; LIMNOS, 1994 e 2001).

Vale lembrar que devido à lenta absorção dos metais pelos organismos, devido à alta estabilidade destes elementos nos sedimentos e nos vários níveis de cadeia trófica, deve-se considerar a necessidade de monitoramento de médio e longo prazo nos peixes e em outros organismos, principalmente bentônicos.

### **- A CONECTIVIDADE DA LAGOA MAIMBÁ COM O MAR**

Desde a construção da Rodovia do Sol, em meados da década de 70, a conectividade da Lagoa Maimbá com o mar foi obstruída, sendo realizada apenas por manilhas de extravasamento, situadas sob a Rodovia do Sol.

Recentemente, em julho/2004, após vários meses bloqueadas, sob orientação do próprio IEEMA, as manilhas foram desobstruídas para extravasar o excesso de água da Lagoa de Maimbá (Figura 3.2.2.1.4-10). Nesta ocasião, muitos peixes, principalmente robalos (Família Centropomidae), tainhas (Família Mugilidae) e carapebas (Família Gerreidae) buscaram adentrar da Praia de Maimbá, pelo pequeno córrego formado pelo esgotamento até a Lagoa de Maimbá. Isso mostra a importância desta conectividade na dinâmica das populações de peixes tipicamente estuarinos/euriálicos, assim como é visto em diversas outras lagoas costeiras do ES, como a Lagoa de Caraís, em Setiba, Parque Estadual Paulo César Vinhas, em Setiba, Guarapari/ES.



Figura 3.2.2.1.4-10: Esgotamento do excesso de água da Lagoa de Maimbá, realizada em julho/2004, com a abertura artificial de algumas manilhas situadas sob a Rodovia do Sol, e que estavam fechadas há meses.

### 3.2.2.1.5 Qualidade Química dos Sedimentos da Barragem Norte

Para a elaboração dessa seção, foram considerados os dados obtidos no segundo semestre de 2003 devido a melhoria da qualidade analítica empregada, em que os resultados passaram a ser expressos em mg/kg de peso seco (BIOLÓGICA, 2004). Na Tabela 3.2.2.1.5-1 são apresentados os teores de chumbo, ferro, manganês, cromo, cobre e mercúrio encontrados no sedimento da Barragem Norte e nas Tabelas 3.2.2.1.5-2, 3.2.2.1.5-3 e 3.2.2.1.5-4 são citados diversos valores de referência para metais totais em sedimento.

Tabela 3.2.2.1.5-1: Teores de metais no sedimento dos pontos monitorados na Barragem Norte em 2003.

<b>BN01</b>	<b>Unidade</b>	<b>Ago/2003</b>	<b>Nov/2003</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio P.</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
Chumbo total	mg/kg	236	248	242	8,49	248	236
Cobre total	mg/kg	133	104	118,5	20,51	133	104
Cromo total	mg/kg	143	136	139,5	4,95	143	136
Ferro total	%	3,7	4,1	3,9	0,28	4,1	3,7
Manganês total	mg/kg	568	515	541,5	37,48	568	515
Mercúrio total	µg/kg	225	292	258,5	47,38	292	225
<b>BN03</b>		<b>Ago/2003</b>	<b>Nov/2003</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio P.</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
Chumbo total	mg/kg	275	184	229,5	64,35	275	184
Cobre total	mg/kg	76	57,4	66,7	13,15	76	57,4
Cromo total	mg/kg	118	80,3	99,15	26,66	118	80,3
Ferro total	%	0,3	0,6	0,45	0,21	0,6	0,3
Manganês total	mg/kg	324	193	258,5	92,63	324	193
Mercúrio total	µg/kg	180	168	174	8,49	180	168
<b>BN06</b>		<b>Ago/2003</b>	<b>Nov/2003</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio P.</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
Chumbo total	mg/kg	122	136	129	9,9	136	122
Cobre total	mg/kg	48	43,6	45,8	3,11	48	43,6
Cromo total	mg/kg	83	70,6	76,8	8,77	83	70,6
Ferro total	%	2,47	2,6	2,54	0,09	2,6	2,47
Manganês total	mg/kg	412	319	365,5	65,76	412	319
Mercúrio total	µg/kg	195	150	172,5	31,82	195	150

Tabela 3.2.2.1.5-2: Faixa de concentração de metais em sedimentos (mg/kg) para as águas jurisdicionais brasileiras, segundo Resolução CONAMA nº344/2004.

	Valor de referência 1*	Valor de referência 2**
Chumbo total	100	150
Cobre total	40	200
Cromo total	150	750
Ferro total	-	-
Manganês total	-	-
Mercúrio total	1	5

\* **Valor de referência 1:** valor abaixo do limiar da probabilidade de danos a biota (sem efeitos tóxicos).

\*\***Valor de referência 2:** concentrações com provável efeito adverso a biota.

Tabela 3.2.2.1.5-3: Parâmetros para caracterizar o grau de poluição dos sedimentos segundo a concentração de metais totais (mg/kg).

	Não Poluído	Moderadamente Poluído	Altamente poluído
Chumbo total	<90	90-200	> 200
Cobre total	<25	25-50	>50
Cromo total	<25	25-70	>70
Ferro total	<17.000 (1,7%)	17.000 (1,7%) – 25.000 (2,5%)	>25.000 (2,5%)
Manganês total	<300	300-500	>500
Mercúrio total	-	-	-

Fonte: THOMAS, 1987 – Controle de despejos dos sedimentos dragados (EPA) *apud* SILVA, 2002.

Tabela 3.2.2.1.5-4: Concentração de metais (mg/kg) de sedimentos de regiões naturais (não impactadas).

Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn
0,2	0,2	0,3	0,2-50	7,4-53,8	47-50

Fonte: FORSTNER & WITTMAN, 1983; DAMIANI, 1987, REYNOLDON, 1987 *apud* SILVA, 2002.

Com exceção do chumbo, todos os metais apresentaram níveis mais elevados no Ponto BN01 (Tabela 3.2.2.1.5-1). E como pode-se notar, o Ponto BN06, por se encontrar mais distante do fluxo do efluente apresentou as menores concentrações para a maioria dos compostos. Fugindo ao esperado, o ponto BN03 (que recebe o efluente na barragem norte) sempre apresentou valores intermediários, sem grandes picos de concentração.

O teor de chumbo em 2003 chegou a 275 mg/kg no Ponto BN03. Porém, em termos médios, a concentração do Ponto BN01 foi mais significativa, com 242 mg/kg contra 229,5 mg/kg do Ponto BN03 (Tabela 3.2.2.1.5-1 e Figura 3.2.2.1.5-1). Conforme se observa na Tabela 3.2.2.1.5-2, os valores estão mais próximos da zona de baixa probabilidade de efeitos tóxicos à biota, porém quando comparados com a Tabela 3.2.2.1.5-1, as concentrações de chumbo no sedimento são tidas como de locais poluídos e na Tabela 3.2.2.1.5-3 ficam acima do valor típico de sedimentos naturais não impactados. Possivelmente, o sedimento da Barragem Norte não seja enquadrado como de um local “natural”, uma vez que a própria barragem funciona como um receptor de efluente industrial, portanto, valores mais elevados que de ambientes não impactados são normalmente esperados. Além disso a disponibilidade do chumbo é influenciada pela textura do sedimento e matéria

orgânica, uma vez que o chumbo tende a se fixar mais no sedimento argiloso com maior matéria orgânica (SILVA, 2002).

As concentrações médias de cobre e cromo foram mais elevadas novamente no Ponto BN01, com valores médios de 118,5 mg/kg para o cobre e de 139,5 mg/kg para o cromo (Figuras 3.2.2.1.5-2 e 3.2.2.1.5-3). Os níveis de cobre se encontram particularmente elevados, quando se considera a faixa proposta pelo CONAMA (Tabela 3.2.2.1.5-3) e a concentração acima de 50 mg/kg (Tabela 3.2.2.1.5-2). As concentrações de cromo, mesmo no Ponto BN01, estiveram dentro da faixa de ausência de efeitos tóxicos, segundo a Resolução CONAMA nº344/2004. Porém, se considerados os valores da EPA o nível está elevado, caracterizando um sedimento poluído. As concentrações do sedimento da Barragem Norte indicam a contribuição antrópica, predominantemente de origem industrial.

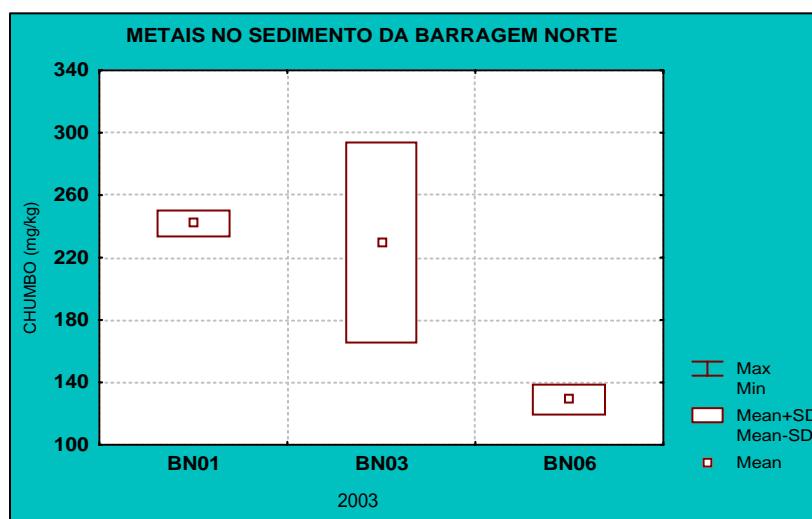


Figura 3.2.2.1.5-1: Distribuição de chumbo total (mg/kg) no sedimento dos pontos monitorados na barragem norte em 2003.

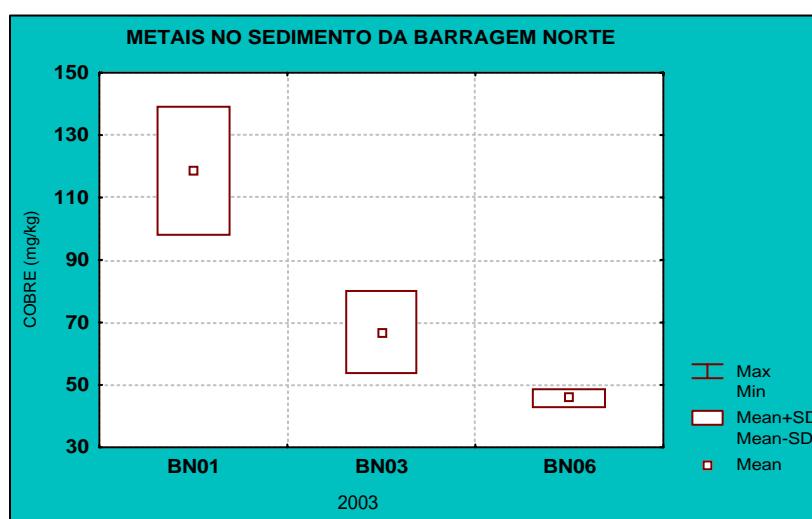
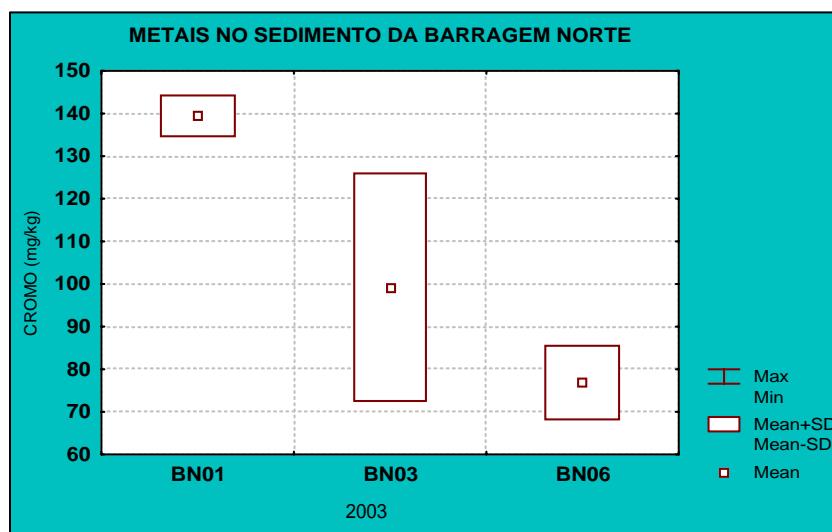
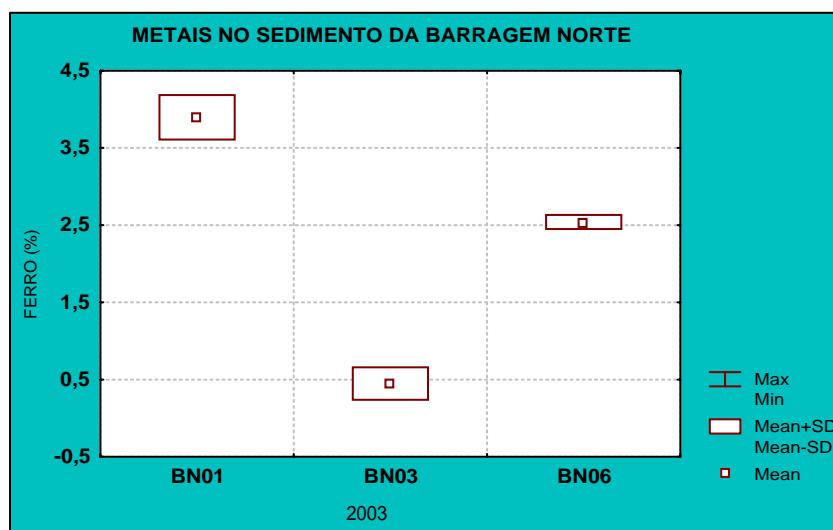


Figura 3.2.2.1.5-2: Distribuição de cobre total (mg/kg) no sedimento dos pontos monitorados na barragem norte em 2003.



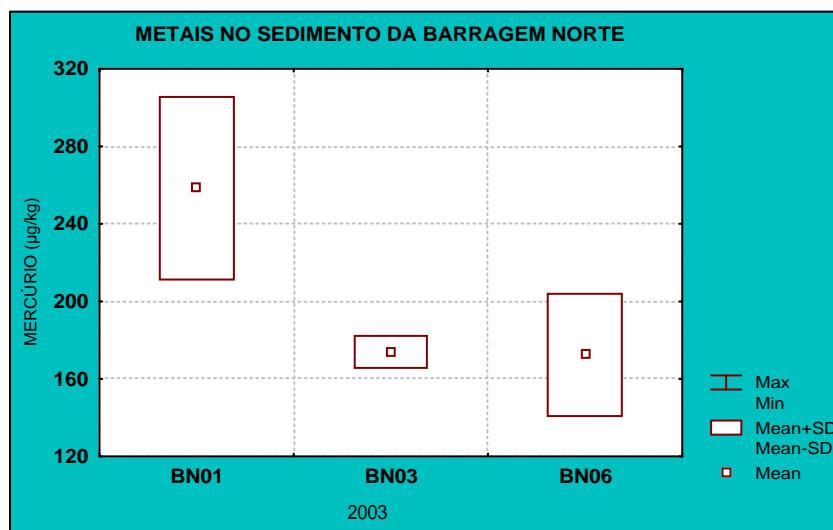
**Figura 3.2.2.1.5-3: Distribuição de Cromo Total (mg/kg) no sedimento dos pontos monitorados na Barragem Norte em 2003.**



**Figura 3.2.2.1.5-4: Distribuição de ferro total (%) no sedimento dos pontos monitorados na barragem norte em 2003.**

O ferro é um dos elementos mais abundantes da crosta terrestre e seus compostos são encontrados em todos os corpos d'água mesmo que em concentrações reduzidas. Os óxidos de ferro mais importantes são: FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, e cada um deles é reduzido ou oxidado com certa facilidade para as outras formas. A forma reduzida torna-se solubilizada sob a forma de bicarbonato ou como íons Fe<sup>+3</sup>, em equilíbrio com o Fe(OH)<sub>3</sub> após sua oxidação. Pelos dados analisados, as concentrações de ferro (Figura 3.2.2.1.5-4) e manganês (Figura 3.2.2.1.5-5) foram elevadas, principalmente nos Pontos BN01 e BN03 e refletem a contribuição recebida pelo efluente ao longo dos anos, visto que esses metais são geralmente associados ao minério de ferro (principal insumo da SAMARCO) (Biológica, 2004). A média anual de ferro variou entre 0,45% (BN03) e 3,9% (BN01) e a de manganês entre 258,5 mg/kg (BN03) e 541,5 mg/kg (BN01). O manganês reage de maneira semelhante ao ferro, precipitando como MnCO<sub>3</sub> e se solubilizando como Mn(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

Comparando-se com a Tabela 3.2.2.1.5-3, os valores de ferro no Pontos BN03 e BN06 se enquadraram como de ambientes moderadamente poluídos, assim como os valores de manganês.



**Figura 3.2.2.1.5-5: Distribuição de manganês total (mg/kg) no sedimento dos pontos monitorados na barragem norte em 2003.**

A respeito do mercúrio, os valores médios dos pontos BN03 e BN06 foram muito próximos, sendo as concentrações de 172,5 µg/kg (BN06) e 174 µg/kg (BN03) bem inferiores as de 258,5 µg/kg verificadas no ponto BN01. Em termos de toxicidade tais valores não apresentam risco à comunidade aquática em geral por apresentarem níveis de 0,17 mg/kg em BN03 e BN06 e 0,25 mg/kg no Ponto BN01 (Tabela 3.2.2.1.5-2 e Figura 3.2.2.1.5-6).

É importante lembrar que todos os valores aqui considerados na Barragem Norte são de apenas dois monitoramentos, o que significa que esses metais devem continuar sendo estudados com metodologia adequada, que possa ser sempre comparada com padrões nacionais e internacionais. Destaca-se que os valores médios de metais nos folhelhos geológicos não foram utilizados como parâmetro por serem baseadas, principalmente, em solos de clima temperado e pela variação de concentração natural de metais nos sedimentos (alguns tipicamente ricos em ferro, outros em cobre, etc...).

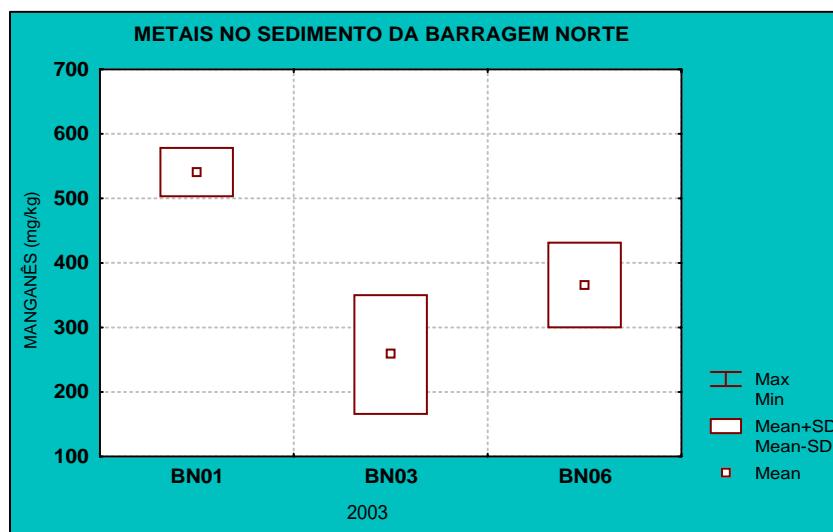


Figura 3.2.2.1.5-6: Distribuição de mercúrio total (mg/kg) no sedimento dos pontos monitorados na Barragem Norte (2003).

### 3.2.2.2 Meio Marinho

Para a caracterização das condições do meio marinho da área adjacente ao Terminal de Ponta Ubu, considerada como Área de Influência Indireta dos Meios Físico e Biótico foram utilizados os dados obtidos durante duas séries históricas de monitoramentos realizados na área (EQUILIBIUM, 2000 e EQUILIBIUM, 2002), a saber:

- 1) Monitoramento do “Spool Base”: Para este projeto foram realizadas campanhas de monitoramento durante os meses de fevereiro, maio e outubro de 2000, nas seguintes estações amostrais: A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, 1, 2 e 3, de acordo com o se observa na Figura 3.2.2.2-1, que traz a malha amostral monitorada durante este projeto (EQUILIBIUM, 2000).
- 2) Monitoramento da Dragagem de Manutenção do Terminal de Ponta Ubu: Durante os meses de outubro de 2001, janeiro, abril e agosto de 2002, foram realizadas campanhas de monitoramento das comunidades biológicas e de qualidade de água no Porto de Ubu nas seguintes estações amostrais: Eq1, Eq2, Eq3, Eq4, Eq5, Eq6, Eq7, A1, A3, A4, A7 e A8, conforme se observa na Figura 3.2.2.2-2, que traz a malha amostral monitorada durante período (EQUILIBIUM, 2002).

Para efeitos do presente estudo, o Monitoramento do “Spool Base” será denominado Ciclo 2000 e o Monitoramento da Dragagem de Manutenção do Terminal de Ponta Ubu será denominado Ciclo 2001/2002, remetendo-se aos anos em que ambos os projetos foram realizados.

### 3.2.2.2.1 Qualidade Físico-química e Bacteriológica da Massa D'água

Para composição da série histórica foram utilizados os valores obtidos para os parâmetros nos pontos do Ciclo 2000 que também foram monitorados no Ciclo 2001/2002 ou aqueles em que foi percebido que se tratava do mesmo ponto amostral (apesar da terminologia diferente) ou que se distanciavam muito pouco, podendo ter seus valores comparados (Tabela 3.2.2.2.1-1).

Esses dados, relativos às 3 campanhas do Ciclos 2000 e das 4 campanhas realizadas durante o Ciclo 2001/2002 são apresentados nas Tabelas 3.2.2.2.1-2 a 3.2.2.2.1-8, a seguir.

Tabela 3.2.2.2.1-1: Pontos monitorados durante o Ciclo 2000 (Monitoramento do projeto “Spool Base”) e Ciclo 2001/2002 (Monitoramento da Dragagem de Manutenção) na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.

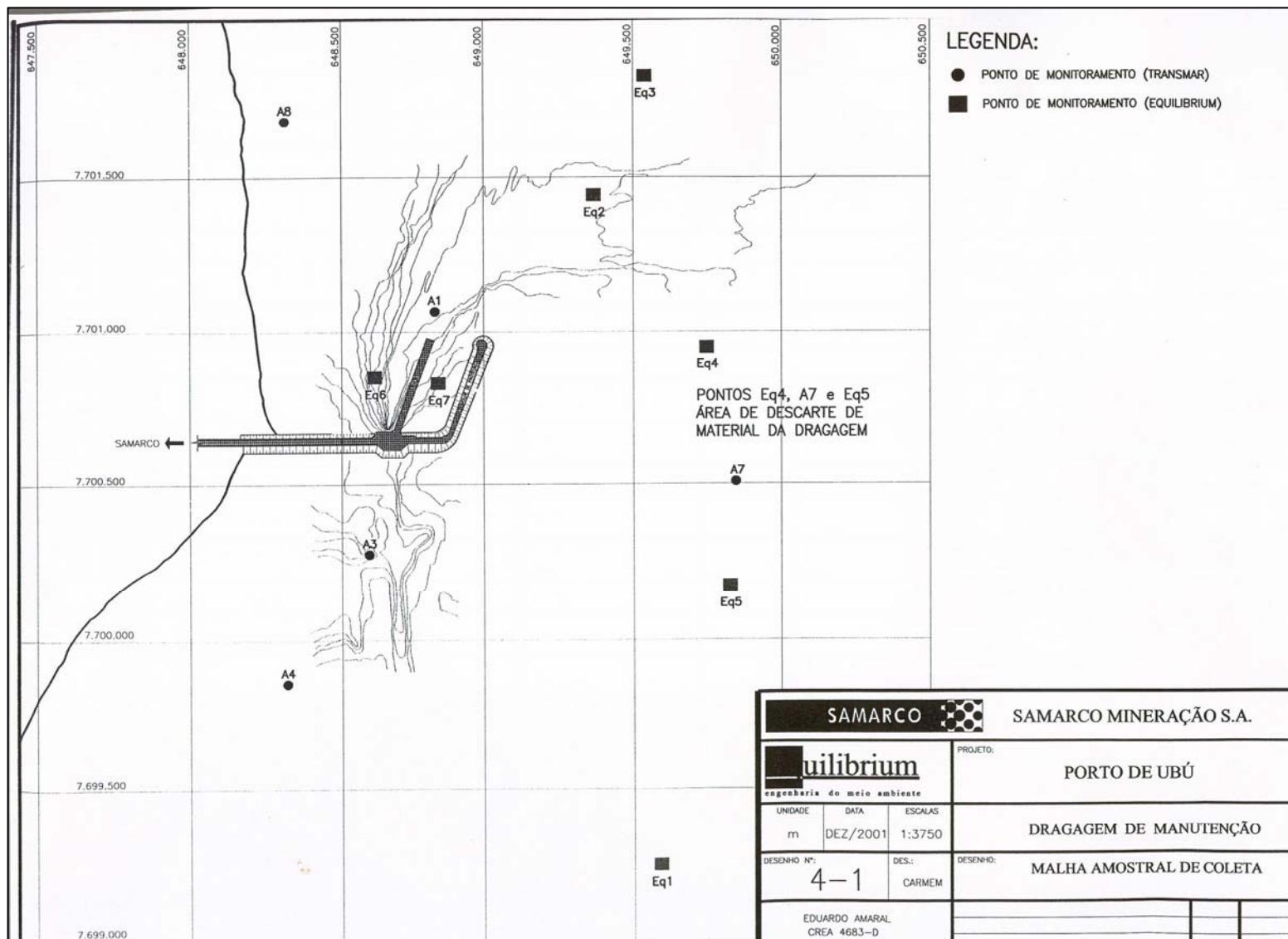
PROJETO	PONTOS MONITORADOS	PONTOS EQUIVALENTES
Spool Base (Ciclo 2000)	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, 1,2,3	A6 = Eq5 1 = Eq7 2 = Eq2
Dragagem de Manutenção (Ciclo 2001/2002)	A1, A3, A4, A7, A8, Eq1, Eq2, Eq3, Eq4, Eq5, Eq6, Eq7	

Tabela 3.2.2.2.1-2: Concentrações obtidas para os parâmetros físico-químicos monitorados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante a 1<sup>a</sup> campanha do Ciclo 2000 (fevereiro).

Pontos	Óleos & Graxas (mg/L)	Chumbo (mg/L)	Níquel (mg/L)	Cor (mg/L)	Ferro Solúvel (mg/L)	Ferro Total (mg/L)	PH	Turbidez
A1	1	0,412	0,049	8	0,166	0,22	8,05	3
A3	1	0,351	0,0001	3	0,208	0,224	8,06	3
A4	1	0,412	0,0001	7	0,223	0,224	8,05	2
A6	1	0,457	0,182	7	0,053	0,241	8,04	2
A7	1	0,42	0,084	8	0,121	0,213	8,04	2
A8	1	0,464	0,073	20	0,374	0,603	8,06	4
1	1	0,314	0,07	9	0,177	0,309	8,04	2
2	1	0,336	0,087	11	0,145	0,258	8,04	2
<b>Média</b>	<b>1</b>	<b>0,40</b>	<b>0,07</b>	<b>9,13</b>	<b>0,18</b>	<b>0,29</b>	<b>8,05</b>	<b>2,50</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>0</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>4,94</b>	<b>0,09</b>	<b>0,13</b>	<b>0,01</b>	<b>0,76</b>

Tabela 3.2.2.2.1-2: Concentrações obtidas para os parâmetros físico-químicos monitorados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante a 1<sup>a</sup> campanha do Ciclo 2000 (fevereiro) (Continuação).

Pontos	Nitrato	Nitrito	Amônio
A1	0,8	0,016	0,17
A3	0,8	0,013	0,31
A4	1,3	0,013	0,18
A6	0,8	0,016	0,67
A7	0,1	0,013	0,23
A8	1,3	0,013	0,17
1	0,8	0,009	0,38
2	2,2	0,006	0,23
<b>Média</b>	<b>1,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,29</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>0,61</b>	<b>0,00</b>	<b>0,17</b>



**Figura 3.2.2.2-1: Malha Amostral do Monitoramento do Projeto Spool Base (Ciclo 2000).**

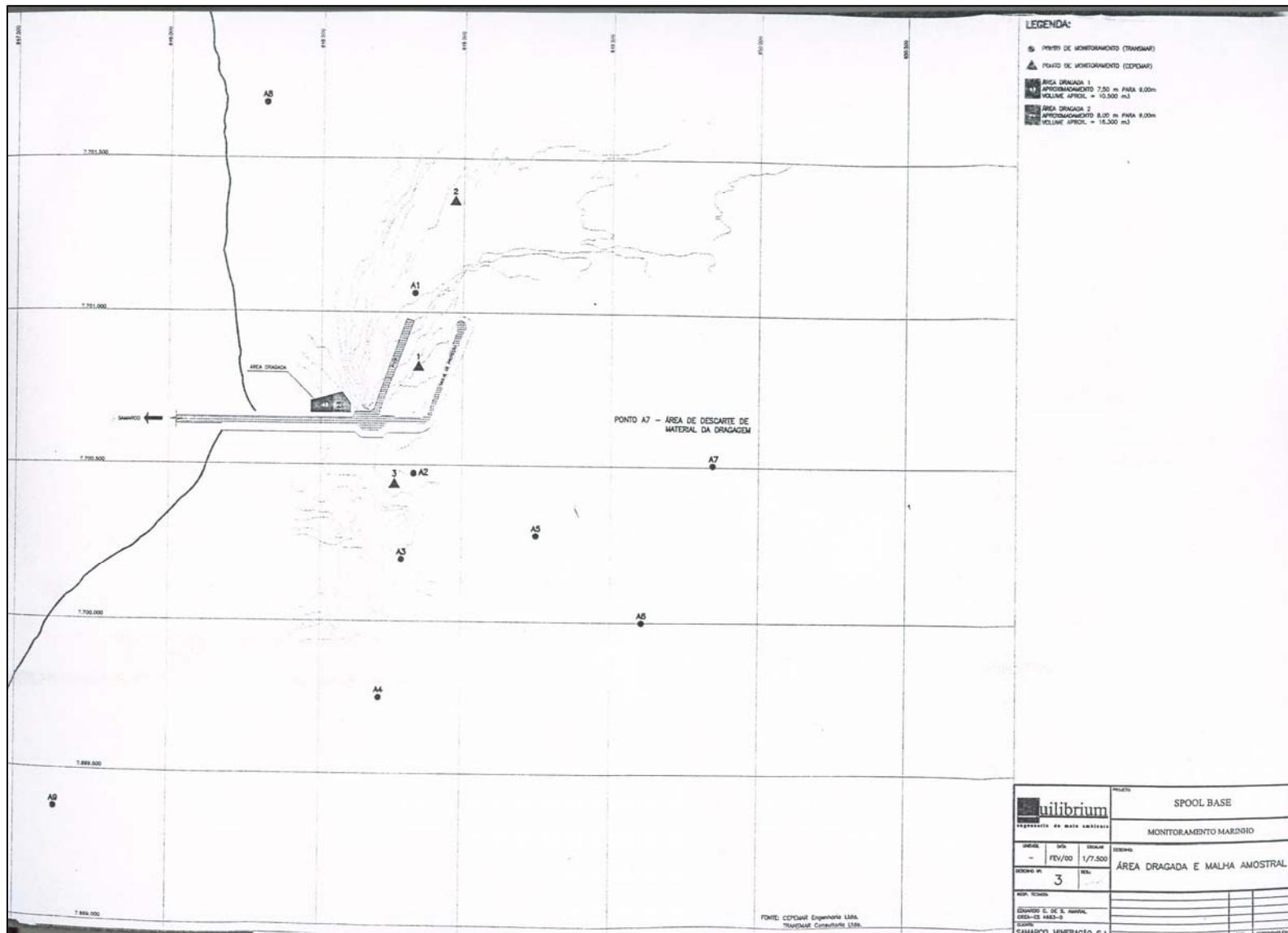


Figura 3.2.2.2-2: Malha Amostral do Monitoramento da Dragagem de Manutenção do Porto (Ciclo 2001/2002).

Tabela 3.2.2.2.1-3: Concentrações obtidas para os parâmetros físico-químicos monitorados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante a 2<sup>a</sup> campanha do Ciclo 2000 (junho/2000).

Pontos	Óleos & Graxas (mg/L)	Chumbo (mg/L)	Níquel (mg/L)	Cor (mg/L)	Ferro Solúvel (mg/L)	Ferro Total (mg/L)	PH	Turbidez
A1	1	0,583	0,073	33	0,078	1,06	7,93	4
A3	1	0,302	0,01	13	0,142	0,93	7,96	0
A4	1	0,407	0,052	12	0,157	1,02	7,93	2
A6	1	0,46	0,014	23	0,13	0,41	7,94	4
A7	1	0,212	0,084	12	0,165	0,24	7,95	3
A8	1	0,46	0	22	0,142	0,56	8	2
1	1	0,21	0,07	40	0,153	1,01	7,73	7
2	1	0,183	0,087	38	0,093	1,02	7,9	5
<b>Média</b>	<b>1</b>	<b>0,35</b>	<b>0,05</b>	<b>24,13</b>	<b>0,13</b>	<b>0,78</b>	<b>7,92</b>	<b>3,38</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>0</b>	<b>0,15</b>	<b>0,04</b>	<b>11,63</b>	<b>0,03</b>	<b>0,33</b>	<b>0,08</b>	<b>2,13</b>

Tabela 3.2.2.2.1-3: Concentrações obtidas para os parâmetros físico-químicos monitorados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante a 2<sup>a</sup> campanha do Ciclo 2000 (junho/2000) (Continuação)

Pontos	Nitrato	Nitrito	Amônio
A1	2,6	0,013	0,2
A3	3,9	0,009	0,12
A4	4,4	0,009	0,26
A6	2,6	0,003	0,02
A7	2,6	0,009	0,15
A8	3,5	0,009	0,66
1	2,6	0,006	0,38
2	2,6	0,013	0,23
<b>Média</b>	<b>3,10</b>	<b>0,01</b>	<b>0,25</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>0,73</b>	<b>0,00</b>	<b>0,20</b>

Tabela 3.2.2.2.1-4: Concentrações obtidas para os parâmetros físico-químicos monitorados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante a 3<sup>a</sup> campanha do Ciclo 2000 (agosto/2000).

Pontos	Óleos & Graxas (mg/L)	Chumbo (mg/L)	Níquel (mg/L)	Cor (mg/L)	Ferro Solúvel (mg/L)	Ferro Total (mg/L)	PH	Turbidez
A1	1	0,219	0,01	8	0,037	0,413	8,07	2
A3	1	0,077	0,057	9	0,295	0,536	8,09	1
A4	1	0,195	0,028	8	0,276	0,534	8,09	1
A6	1	0,132	0	4	0,229	0,665	8,08	1
A7	1	0,226	0,01	8	0,219	0,439	8,08	2
A8	1	0,203	0,039	1	0,184	0,55	8,09	1
1	1	0,445	0,012	17	0,059	0,521	8,07	4
2	1	0,268	0,014	4	0,043	0,372	8,06	1
<b>Média</b>	<b>1</b>	<b>0,22</b>	<b>0,02</b>	<b>7,38</b>	<b>0,17</b>	<b>0,50</b>	<b>8,08</b>	<b>1,63</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>0</b>	<b>0,11</b>	<b>0,02</b>	<b>4,78</b>	<b>0,11</b>	<b>0,09</b>	<b>0,01</b>	<b>1,06</b>

Tabela 3.2.2.2.1-4: Concentrações obtidas para os parâmetros físico-químicos monitorados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante a 3<sup>a</sup> campanha do Ciclo 2000 (agosto/2000) (Continuação).

Pontos	Nitrato	Nitrito	Amônio
A1	0,8	0,009	0,87
A3	1,3	0,009	0,21
A4	0,8	0,013	0,61
A6	1,3	0,009	0,12
A7	1,3	0,013	0,12
A8	1,3	0,013	0,09
1	1,7	0,009	0,41
2	0,8	0,009	0,17
<b>Média</b>	<b>1,16</b>	<b>0,01</b>	<b>0,33</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>0,33</b>	<b>0,00</b>	<b>0,28</b>

Tabela 3.2.2.2.1-5: Concentrações obtidas para os parâmetros físico-químicos monitorados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante a 1<sup>a</sup> campanha do Ciclo 2001/2002 (outubro/2001).

Pontos	Óleos & Graxas (mg/L)	Transparência (m)	Temperatura (°C)	Salinidade	Oxig. Dissolv. (mg/L)	Ferro Solúvel (mg/L)	Ferro Total (mg/L)	PH	Turbidez
A1	1	6	21,2	37,1	7	0,356	0,426	8,13	2
A3	1	6	21,3	37,2	6,8	0,314	0,727	8,15	2
A4	1	4,5	21	37,1	6,9	0,326	0,787	8,14	1
A7	1	9	21,3	37,3	6,5	0,291	0,852	8,14	1
A8	1	6	21,2	37,3	6,8	0,297	0,604	8,14	1
EQ1	1	2,5	21,4	36,8	6,9	0,241	0,588	8,13	1
EQ2	1	6	21	37,2	7	0,592	0,791	8,13	1
EQ3	1	6	21	37,2	6,9	0,265	0,524	8,13	2
EQ4	1	6	21,5	37,2	6,8	0,243	0,593	8,12	1
EQ5	1	6,5	21,4	37	6,7	0,326	0,562	8,13	1
EQ6	1	6	22,4	37,1	7	0,4	1,468	8,14	6
EQ7	1	5	22,4	37,2	7,1	0,391	0,401	8,14	3
<b>Média</b>	<b>1</b>	<b>5,79</b>	<b>21,43</b>	<b>37,14</b>	<b>6,87</b>	<b>0,34</b>	<b>122,90</b>	<b>8,14</b>	<b>1,83</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>0</b>	<b>1,48</b>	<b>0,48</b>	<b>0,14</b>	<b>0,16</b>	<b>0,10</b>	<b>423,60</b>	<b>0,01</b>	<b>1,47</b>

Tabela 3.2.2.2.1-5: Concentrações obtidas para os parâmetros físico-químicos monitorados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante a 1<sup>a</sup> campanha do Ciclo 2001/2002 (outubro/2001) (Continuação).

Pontos	Nitrato	Nitrito	Amônio	Chumbo (mg/L)	Níquel (mg/L)	Zinco (mg/L)	Cor (mg/L)
A1	0,1	0,013	0,17	0,286	0,001	0,01	10
A3	0,1	0,013	0,01	0,28	0,072	0,01	10
A4	0,1	0,013	0,14	0,254	0,06	0,01	3
A7	0,1	0,013	0,23	0,25	0,001	0,011	1
A8	0,4	0,013	0,26	0,283	0,001	0,01	6
EQ1	0,9	0,007	0,06	0,294	0,001	0,027	14
EQ2	0,1	0,013	0,03	0,29	0,022	0,01	4
EQ3	0,1	0,013	0,05	0,27	0,001	0,01	11
EQ4	0,1	0,029	0,01	0,3	0,001	0,01	3
EQ5	1,8	0,017	0,2	0,274	0,046	0,022	1
EQ6	0,1	0,017	0,75	0,287	0,062	0,027	11
EQ7	0,1	0,001	0,01	0,303	0,001	0,013	17
<b>Média</b>	<b>0,33</b>	<b>0,014</b>	<b>0,16</b>	<b>0,28</b>	<b>0,02</b>	<b>0,014</b>	<b>7,58</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>0,52</b>	<b>0,007</b>	<b>0,21</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,007</b>	<b>5,30</b>

Tabela 3.2.2.2.1-6: Concentrações obtidas para os parâmetros físico-químicos monitorados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante a 2<sup>a</sup> campanha do Ciclo 2001/2002 (janeiro/2002).

Pontos	Óleos & Graxas (mg/L)	Transparência (m)	Temperatura (°C)	Salinidade	Oxig. Dissolv. (mg/L)	Ferro Solúvel (mg/L)	Ferro Total (mg/L)	pH	Turbidez
A1	1	1,5	21,6	37,7	7	0,226	0,376	8,41	8
A3	1	1,2	23,3	37,6	5,9	0,317	0,407	8,46	4
A4	1	1,9	23,5	37,4	5,6	0,235	0,265	8,45	5
A7	1	3	23,3	38,5	6,6	0,238	0,352	8,46	2
A8	1	1,6	22,7	37,7	7	0,234	0,419	8,44	6
EQ1	1	1,6	23,2	37,6	6,5	0,243	0,278	8,47	4
EQ2	1	1,5	23,7	37,7	7	0,249	0,35	8,46	2
EQ3	1	1,2	23,2	37,5	7	0,308	0,336	8,46	6
EQ4	1	2	23,6	37,6	7	0,225	0,234	8,48	1
EQ5	1	1,9	23,5	37,6	6,3	0,243	0,407	8,48	1
EQ6	1	1,5	22	37,7	7	0,226	0,402	8,46	10
EQ7	1	1,5	21,6	37,7	7	0,22	0,465	8,46	9
<b>Média</b>	<b>1</b>	<b>1,70</b>	<b>22,93</b>	<b>37,69</b>	<b>6,66</b>	<b>0,25</b>	<b>0,36</b>	<b>8,46</b>	<b>4,83</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>0</b>	<b>0,48</b>	<b>0,77</b>	<b>0,27</b>	<b>0,49</b>	<b>0,03</b>	<b>0,07</b>	<b>0,02</b>	<b>3,07</b>

Tabela 3.2.2.2.1-6: Concentrações obtidas para os parâmetros físico-químicos monitorados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante a 2<sup>a</sup> campanha do Ciclo 2001/2002 (janeiro/2002) (Continuação).

Pontos	Nitrito	Nitrito	Amônio	Chumbo (mg/L)	Níquel (mg/L)	Zinco (mg/L)	Cor (mg/L)
A1	0,1	0,017	0,06	0,904	0,023	0,109	44
A3	0,4	0,03	0,15	0,809	0,014	0,027	20
A4	0,1	0,02	0,02	0,812	0,042	0,01	27
A7	0,1	0,023	0,08	0,794	0,07	0,01	11
A8	0,1	0,02	0,15	0,776	0,009	0,01	31
EQ1	0,1	0,02	0,02	0,737	0,012	0,021	14
EQ2	0,1	0,02	0,01	0,81	0,052	0,01	1
EQ3	0,1	0,02	0,06	0,62	0,022	0,01	21
EQ4	0,1	0,017	0,01	0,592	0,039	0,01	2
EQ5	0,1	0,043	0,18	0,646	0,011	0,01	3
EQ6	0,1	0,02	0,84	0,671	0,032	0,01	56
EQ7	0,1	0,017	0,14	0,649	0,058	0,01	46
<b>Média</b>	<b>0,13</b>	<b>0,022</b>	<b>0,14</b>	<b>0,74</b>	<b>0,032</b>	<b>0,021</b>	<b>23,00</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>0,09</b>	<b>0,007</b>	<b>0,23</b>	<b>0,10</b>	<b>0,020</b>	<b>0,028</b>	<b>18,35</b>

Tabela 3.2.2.2.1-7: Concentrações obtidas para os parâmetros físico-químicos monitorados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante a 3<sup>a</sup> campanha do Ciclo 2001/2002 (abril/2002).

Pontos	Óleos & Graxas (mg/L)	Transparência (m)	Temperatura (°C)	Salinidade (ppt)	Oxig. Dissolv. (mg/L)	Ferro Solúvel (mg/L)	Ferro Total (mg/L)	pH	Turbidez
A1	1	5	21,2	37,1	7	0,288	0,449	8,09	1
A3	1	4,5	21,3	37,2	6,8	0,263	0,499	8,08	1
A4	1	5	21,4	37,1	7	0,249	0,372	8,11	1
A7	1	6	21,2	37,3	6,5	0,256	0,475	8,11	1
A8	1	6	21,2	37,3	6,8	0,326	0,562	8,11	1
EQ1	1	6	21,4	37,2	7	0,252	0,504	8,09	1
EQ2	1	5,5	21	37,2	7	0,226	0,426	8,11	1
EQ3	1	5,5	21,1	37,2	6,9	0,241	0,406	8,11	1
EQ4	1	6	21,5	36,9	7	0,22	0,535	8,11	1
EQ5	1	6	21,2	37	6,7	0,234	0,48	8,11	1
EQ6	1	4	21,5	37,1	7	0,237	0,790	8,11	1
EQ7	1	5	21,6	37,2	7,2	0,224	0,454	8,1	1
<b>Média</b>	<b>1</b>	<b>5,38</b>	<b>21,30</b>	<b>37,15</b>	<b>6,91</b>	<b>0,25</b>	<b>0,50</b>	<b>8,10</b>	<b>1,00</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>0</b>	<b>0,68</b>	<b>0,18</b>	<b>0,12</b>	<b>0,18</b>	<b>0,03</b>	<b>0,11</b>	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>

Tabela 3.2.2.2.1-7: Concentrações obtidas para os parâmetros físico-químicos monitorados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante a 3<sup>a</sup> campanha do Ciclo 2001/2002 (abril/2002) (Continuação).

Pontos	Nitrato	Nitrito	Amônio	Chumbo (mg/L)	Níquel (mg/L)	Zinco (mg/L)	Cor (mg/L)
A1	0,1	0,019	0,49	0,454	0,001	0,01	1
A3	0,1	0,019	0,32	0,441	0,001	0,01	1
A4	0,1	0,016	0,18	0,435	0,001	0,01	1
A7	0,1	0,016	0,23	0,325	0,001	0,01	1
A8	0,1	0,016	0,35	0,392	0,001	0,01	1
EQ1	0,1	0,016	0,27	0,435	0,001	0,01	1
EQ2	0,1	0,016	0,2	0,342	0,001	0,01	1
EQ3	0,1	0,016	0,14	0,474	0,001	0,01	1
EQ4	0,1	0,019	0,17	0,415	0,001	0,01	1
EQ5	0,1	0,016	0,33	0,325	0,001	0,01	1
EQ6	0,1	0,016	0,11	0,283	0,001	0,01	1
EQ7	0,1	0,013	0,2	0,327	0,001	0,01	1
<b>Média</b>	<b>0,10</b>	<b>0,017</b>	<b>0,25</b>	<b>0,39</b>	<b>0,001</b>	<b>0,01</b>	<b>1,00</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>0,00</b>	<b>0,002</b>	<b>0,11</b>	<b>0,06</b>	<b>0,000</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Tabela 3.2.2.2.1-8: Concentrações obtidas para os parâmetros físico-químicos monitorados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante a 4<sup>a</sup> campanha do Ciclo 2001/2002 (julho/2002).

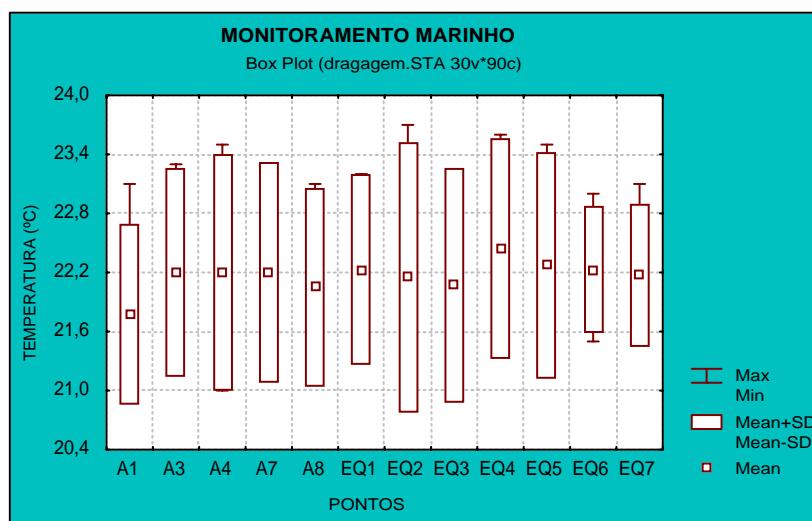
Pontos	Óleos & Graxas (mg/L)	Transparência (m)	Temperatura (°C)	Salinidade	Oxig. Dissolv. (mg/L)	Ferro Solúvel (mg/L)	Ferro Total (mg/L)	pH	Turbidez
A1	1	5	23,1	37,5	6	0,386	0,549	8,08	1
A3	1	5	22,9	37,6	5,8	0,285	0,403	7,95	1
A4	1	4,5	22,9	37,6	5,9	0,257	0,456	8,13	1
A7	1	6	23	37,6	6,4	0,264	0,457	8,07	1
A8	1	4,5	23,1	37,6	6,2	0,246	0,717	8	1
EQ1	1	6,5	22,9	37,6	6,1	0,264	0,539	8,09	1
EQ2	1	7	22,9	37,6	5,9	0,25	0,385	8,14	1
EQ3	1	7,5	23	37,6	6,5	0,288	0,428	8,14	1
EQ4	1	6	23,2	37,5	6,1	0,218	0,413	8,16	1
EQ5	1	5,5	23	37,5	6	0,235	0,718	8,17	1
EQ6	1	7	23	37,6	5,8	0,25	0,588	8,11	1
EQ7	1	6	23,1	37,6	5,8	0,227	0,394	8,1	1
<b>Média</b>	<b>1</b>	<b>5,88</b>	<b>23,01</b>	<b>37,58</b>	<b>6,04</b>	<b>0,26</b>	<b>0,50</b>	<b>8,10</b>	<b>1,00</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>0</b>	<b>1,00</b>	<b>0,10</b>	<b>0,05</b>	<b>0,23</b>	<b>0,04</b>	<b>0,12</b>	<b>0,06</b>	<b>0,00</b>

Tabela 3.2.2.2.1-8: Concentrações obtidas para os parâmetros físico-químicos monitorados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante a 4<sup>a</sup> campanha do Ciclo 2001/2002 (julho/2002) (Continuação).

Pontos	Nitrito	Nitrito	Amônio	Chumbo (mg/L)	Níquel (mg/L)	Zinco (mg/L)	Cor (mg/L)
A1	1,7	0,016	0,95	0,02	0,054	0,01	1
A3	1,3	0,009	0,53	0,02	0,001	0,01	1
A4	1,3	0,019	0,12	0,02	0,001	0,01	1
A7	1,3	0,023	0,2	0,02	0,001	0,01	1
A8	1,3	0,013	0,67	0,02	0,001	0,01	1
EQ1	1,3	0,016	0,01	0,02	0,001	0,01	1
EQ2	1,3	0,003	0,02	0,02	0,001	0,01	1
EQ3	1,3	0,016	0,49	0,02	0,001	0,01	1
EQ4	1,3	0,009	0,03	0,02	0,007	0,01	1
EQ5	1,3	0,013	0,01	0,02	0,001	0,01	1
EQ6	1,3	0,003	0,34	0,02	0,024	0,01	1
EQ7	1,7	0,019	0,28	0,02	0,001	0,01	1
<b>Média</b>	<b>1,37</b>	<b>0,013</b>	<b>0,30</b>	<b>0,02</b>	<b>0,008</b>	<b>0,01</b>	<b>1,00</b>
<b>D. Padrão</b>	<b>0,16</b>	<b>0,006</b>	<b>0,30</b>	<b>0,00</b>	<b>0,016</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

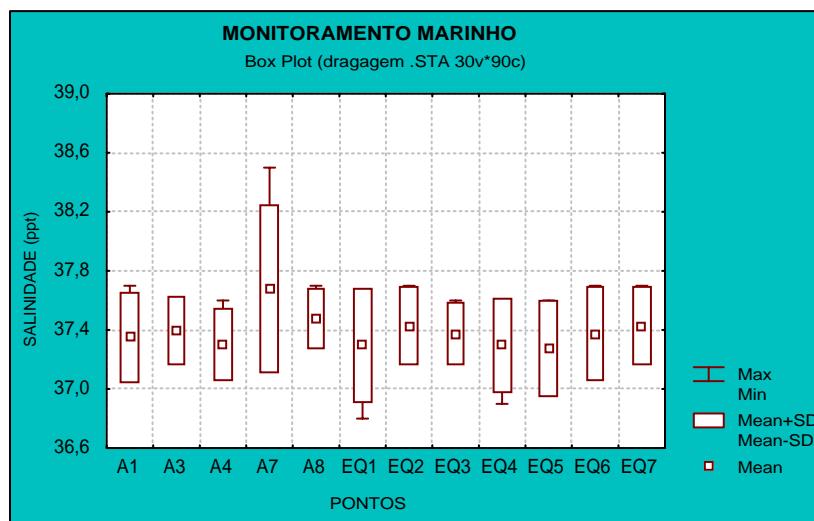
Segundo CEPEMAR (1997), na região em estudo predomina o padrão isotérmico-isoalino com valores de temperatura de 24°C e 37‰ de salinidade. A massa d'água costeira é definida pela mistura da Água Tropical (AT) que se distribui pela plataforma continental e a Água Costeira (AC) formada pelas influências do continente. Os valores médios de velocidade de corrente na superfície da área são de 0,25m/s no inverno a 0,35m/s no verão, com direção predominante SSW. O regime de ondas entre os meses de outubro e março é caracterizado por uma altura de 1m, direção NE e período de 6s. Entre os meses de julho e agosto predominam ondas de 2m de altura, direção E e período de 7s. Após a ação dos sistemas frontais as ondas mais freqüentes são de direção S, podendo atingir 4,5m de altura e período de 11s. O tipo de maré na região é semi-diurna, alcançando sua amplitude máxima em época de sizígia com aproximadamente 0,80m.

Pelos dados obtidos durante os anos de 2000 e 2001/2002, a temperatura na região apresentou valores considerados normais para águas salinas. O Ponto Eq2 apresentou a maior variação, entre 20,78°C e 23,52°C. Como se percebe pela Figura 3.2.2.2.1-3, com exceção do ponto A1 os valores médios estiveram bem próximos entre os pontos monitorados, indicando a influência das variações sazonais no aumento e queda de temperatura das águas. Nos pontos próximos ao Terminal de Ponta Ubu, principalmente nos Pontos Eq6 e Eq7, a variação encontrada não foi tão alta, especialmente em se tratando dos valores mínimos obtidos, o que se deve à localização mais abrigada, onde o efeito das correntes é menor que na área mais aberta. Nos pontos localizados na região mais distante da costa (Pontos A7, Eq4 e Eq5) também não houve alteração nos valores. A salinidade e o oxigênio dissolvido também apresentaram valores satisfatórios em toda a região



**Figura 3.2.2.2.1-3: Variação da Temperatura (°C) nos pontos de amostragem monitorados nos Ciclos 2000 e 2001/2002 na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.**

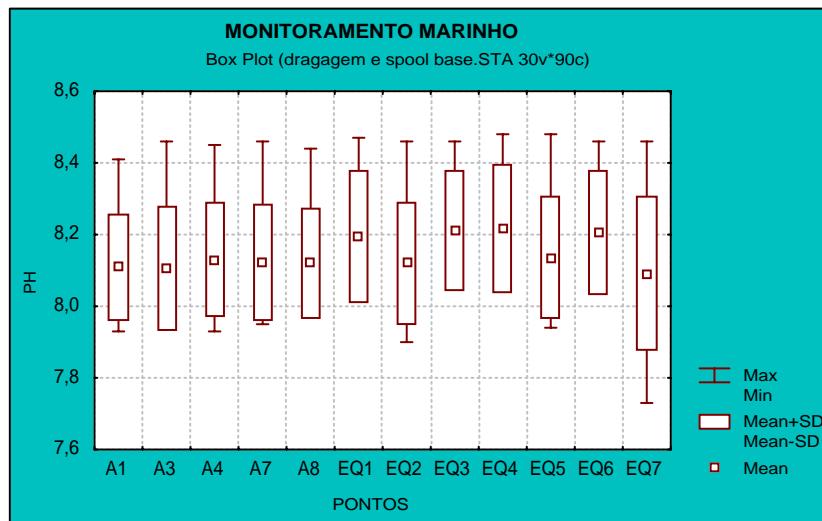
Com relação à salinidade, os valores médios não diferiram muito entre as diferentes épocas de monitoramento (Tabelas 3.2.2.2.1-2 a 3.2.2.2.1-8). Em outubro/2001 foram registrados os valores mais baixos, com média geral de 37,14 ppt. O Ponto A7 apresentou o maior valor (38,5 ppt) e o Ponto Eq1 o menor (36,8 ppt). Em termos médios não foram notadas diferenças entre a salinidade encontrada nos pontos próximos ao porto daqueles localizadas mais distantes da linha de costa. Somente o Ponto A7 apresentou valores um pouco mais elevados que o restante dos pontos monitorados, porém a salinidade registrada de 38,5 ppt pode ser considerada um evento raro ou anômalo porque a salinidade é um parâmetro cujas variações são sempre muito pequenas, girando em torno de 36 ppt a 37 ppt em águas costeiras e oceânicas, e ainda há de se destacar o fato de não terem sido detectados valores abaixo de 36 ppt, que poderiam indicar contribuições de origem continental em épocas de maior pluviosidade.



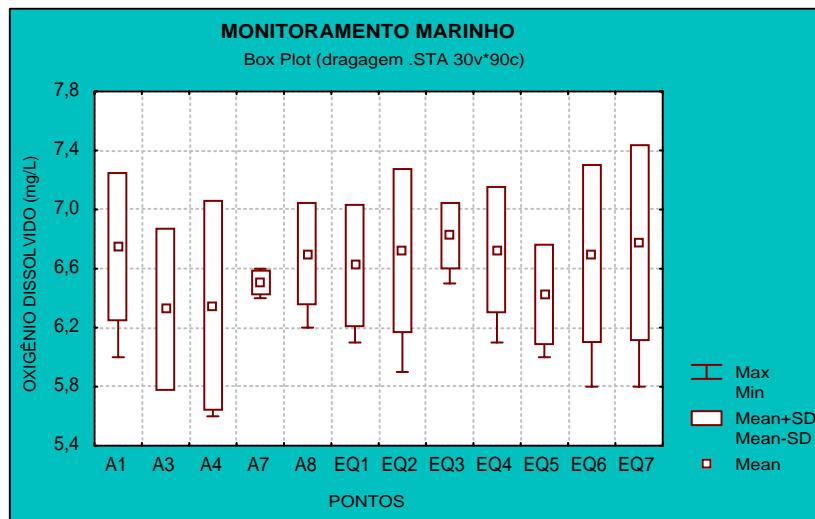
**Figura 3.2.2.1-4: Variação da salinidade (ppt) nos pontos de amostragem monitorados nos Ciclos de 2000 e 2001/2002 na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.**

O nível de oxigenação das águas foi o parâmetro físico de maior variação entre os pontos (Figura 3.2.2.1-5). O Ponto Eq3 apresentou a melhor condição da região, com média de 6,82 mg/L (6,5 mg/L a 7,0 mg/L). Por outro lado o Ponto A4 apresentou os menores valores de O.D., com concentrações entre 5,6 mg/L a 7,0 mg/L, mesmo não estando situado nas imediações do porto e na zona de descarte do sedimento dragado, durante este projeto de monitoramento. Em abril/2002 (após uma dragagem de manutenção do porto) foram registrados os maiores valores de OD do período estudado e a média geral foi de 6,91 mg/L (Tabela 3.2.2.1-7). Nos Pontos Eq4, Eq5 e A7, as concentrações médias estiveram entre as mais elevadas indicando a boa qualidade das águas locais. Todos os pontos apresentaram valores médios acima de 6,0 mg/L, como determina o CONAMA (1986) para águas salinas, classe 5.

Todos os valores de pH permaneceram dentro da faixa de variação entre 6,5 a 8,5 unidades, preconizada pelo CONAMA (1986). A distribuição de valores entre os pontos foi bem homogênea. A variação registrada mostrou valores que oscilaram entre 7,73 (Ponto Eq1) e 8,48 (Pontos Eq4 e Eq5) (Figura 3.2.2.2.1-6). Mais uma vez, os parâmetros indicadores da qualidade da massa d' água como um todo, apresentaram valores dentro de um quadro adequado para a região.



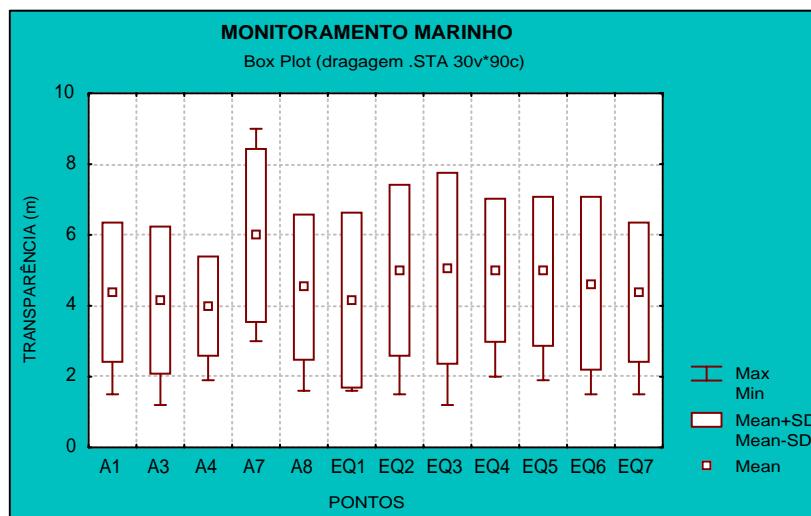
**Figura 3.2.2.1-5:** Variação do OD nos pontos de amostragem dos monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 e 2001/2002 na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.



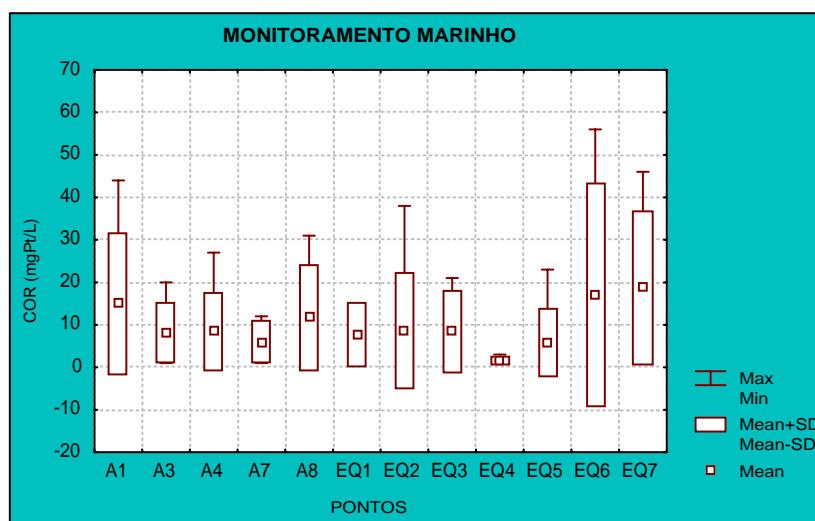
**Figura 3.2.2.1-6:** Variação do pH nos pontos de amostragem dos monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 e 2001/2002 na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.

A transparência das águas locais variou entre 4 e 5 metros em média, sendo que no Ponto A7, a transparência chegou a 9 metros na campanha realizada em outubro/2001 (anterior à dragagem de manutenção do porto). Aliás, a transparência das águas monitoradas só foi menor em janeiro/2002, justamente no período de dragagem, porém como a queda ocorreu igualmente nos pontos mais afastados (Eq3 ao Norte e Eq1 ao Sul) e sem diferenças entre os pontos, não se pode falar que essa variação se deve exclusivamente ao processo de dragagem e descarte do sedimento (Figura 3.2.2.1-7). A cor das águas nos anos monitorados apresentou valores mais elevados nos pontos Eq6 (56 mg/L) e Eq7 (46 mg/L), como era de se esperar devido à sua localização dentro do terminal portuário. Porém, nos Pontos A7, Eq4 e Eq5 os valores estiveram sempre baixos, especialmente no Ponto Eq4, onde a máxima registrada foi de 3 mg/L (Figura 3.2.2.1-8). Nos dois últimos

monitoramentos realizados (abril e julho/2002) a presença de substâncias que produzem cor foi bem pequena em toda a região, e assim os valores de cor ficaram abaixo de 1,0 mg/L em toda a área (Tabelas 3.2.2.2.1-7 e 3.2.2.2.1-8).

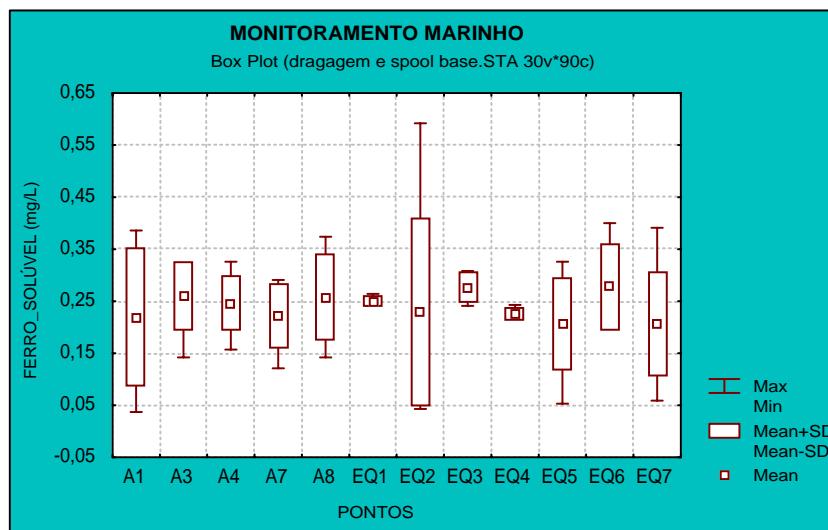


**Figura 3.2.2.2.1-7:** Variação da Transparência (m) nos pontos de amostragem dos monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 e 2001/2002 na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.



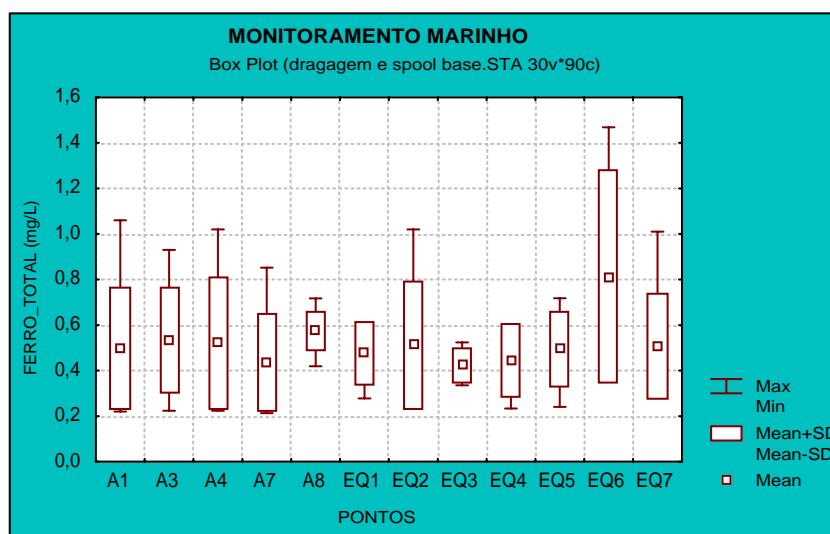
**Figura 3.2.2.2.1-8:** Variação da Cor (mgPt/L) H nos pontos de amostragem dos monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 e 2001/2002 na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.

Com relação ao ferro total, as concentrações variaram entre 0,21 mg/L no Ponto A7 e 1,47 mg/L no Ponto Eq6. Por outro lado, o Ponto Eq3 apresentou a menor média, equivalente a 0,42 mg/L, enquanto o Ponto Eq6 apresentou a maior, com 0,81 mg/L (Figura 3.2.2.2.1-9). Quando comparados com monitoramentos realizados na baía do ES e região oceânica adjacente, em que os valores médios dos anos de 2002 e 2003 variaram entre 0,43 mg/L e 0,75 mg/L, percebe-se que as concentrações registradas nos anos de 2000 e 2001/2002 encontram-se dentro dessa margem em quase todos os campanhas de monitoramento, com exceção apenas do monitoramento de junho/2000, com valores acima de 1,0 mg/L em alguns pontos (Tabela 3.2.2.2.1-3).



**Figura 3.2.2.2.1-9:** Variação do ferro solúvel (mg/L) nos pontos de amostragem dos monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 e 2001/2002 na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.

A fração solúvel ( $Fe^{2+}$ ) apresentou valores entre 0,04 mg/L (Ponto A1) e 0,59 mg/L (Ponto Eq2). A respeito dos valores médios, todos os pontos monitorados estiveram dentro do limite legal de 0,3 mg/L (CONAMA, 1986), com valores variando entre 0,21 mg/L (Pontos Eq5 e Eq7) e 0,28 mg/L (Ponto Eq3) (Figura 3.2.2.2.1-9). Tais valores estiveram acima das médias registradas nos monitoramentos da baía do ES e região oceânica adjacente, com 0,01 mg/L a 0,04 mg/L.



**Figura 3.2.2.2.1-10:** Variação do ferro total (mg/L) nos pontos de amostragem dos monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 e 2001/2002 na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.

Os valores encontrados para o chumbo durante o período 2000 e 2001/2002 foram elevados em toda a área, sendo superiores ao padrão estabelecido pelo CONAMA (1986) para águas salinas, classe 5, de até 0,01 mg/L de Pb. Segundo EQUILIBRIUM (2002) as elevadas concentrações podem ter representado uma condição natural do ambiente local, devido à ausência de efluentes com potencial poluidor significativo de chumbo na região, valores encontrados desde o primeiro monitoramento (fevereiro/2000) e concentração existente nos sedimentos. As concentrações médias variaram entre

0,32 mg/L e 0,41 mg/L, sem diferenças significativas entre os pontos monitorados, sendo que a concentração mínima registrada foi de 0,02 mg/L e a máxima de 0,90 mg/L no Ponto A1 (Figura 3.2.2.2.1-11).

As concentrações de níquel foram satisfatórias, com todos os valores médios abaixo de 0,1 mg/L de níquel como determina o CONAMA. As médias variaram entre 0,001 mg/L no ponto Eq1 e 0,04 mg/L, nos Pontos A7, Eq2, Eq5. No Ponto Eq5 foi registrado o único valor acima de 0,1 mg/L, durante a campanha realizada em fevereiro/2000 (Tabela 3.2.2.2.1-3). Ainda vale ressaltar que o consumo de animais contaminados com níquel pelo homem não provoca intoxicações ou efeitos nocivos significativos (BAUMGARTEN, 2001). Como se percebe pela Figura 3.2.2.2.1-11, não há grandes diferenças entre as concentrações dos pontos monitorados.

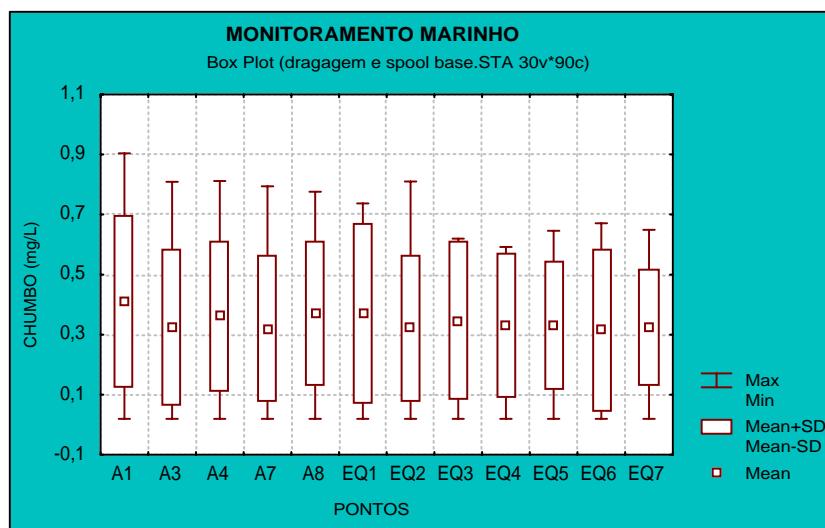


Figura 3.2.2.2.1-11: Variação do chumbo (mg/L) nos pontos de amostragem dos monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 e 2001/2002 na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.

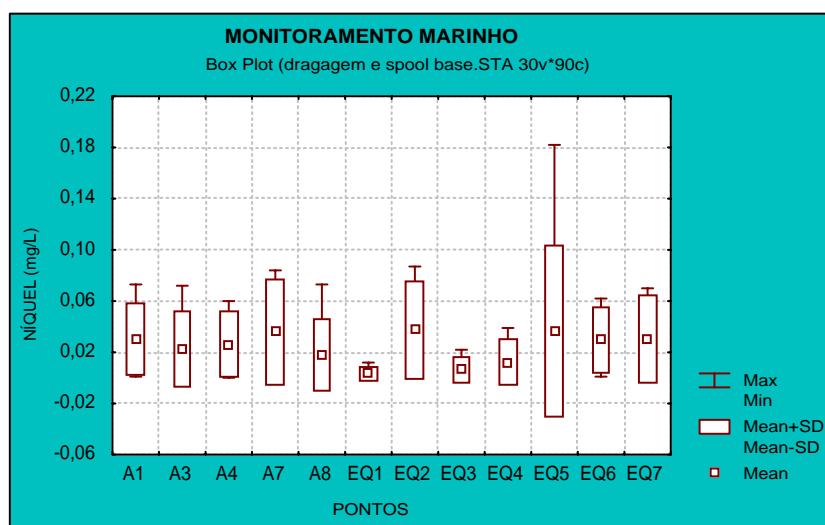


Figura 3.2.2.2.1-12: Variação do níquel (mg/L) nos pontos de amostragem dos monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 e 2001/2002 na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.

Seguindo o padrão observado nas concentrações de níquel, os valores de zinco estiveram bem abaixo da concentração máxima estipulada pelo CONAMA (1986) que é de 0,17 mg/L. Os maiores valores foram registrados nos monitoramentos antes e durante a dragagem e variaram de 0,01 mg/L a 0,109 mg/L no Ponto A1 (Figura 3.2.2.2.1-13). Porém, tal valor deve ser considerado com cautela, uma vez que o Ponto A1 nos outros levantamentos exibiu a concentração mínima, que é de 0,01 mg/L (Tabelas 3.2.2.2.1-2 a 3.2.2.2.1-8). Com relação a possíveis contaminações nos Pontos A7, Eq4 e Eq5 os resultados comprovam que o sedimento dragado não representa uma fonte de zinco adicional a esta área.

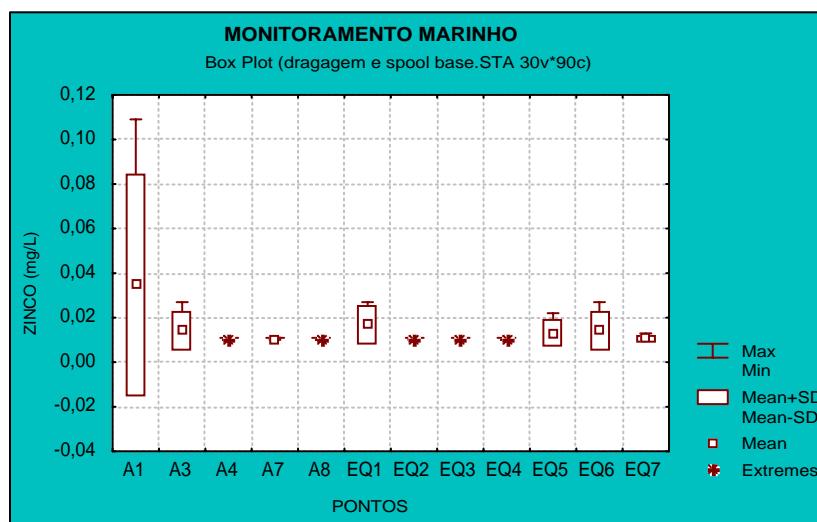
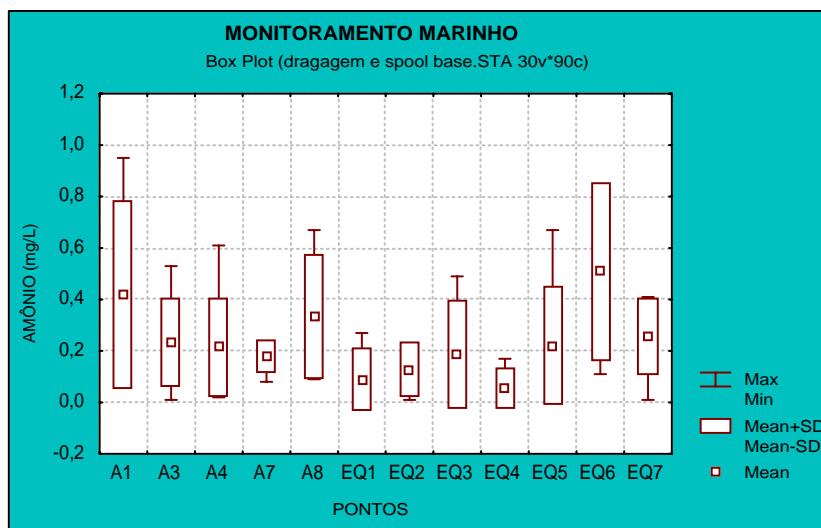


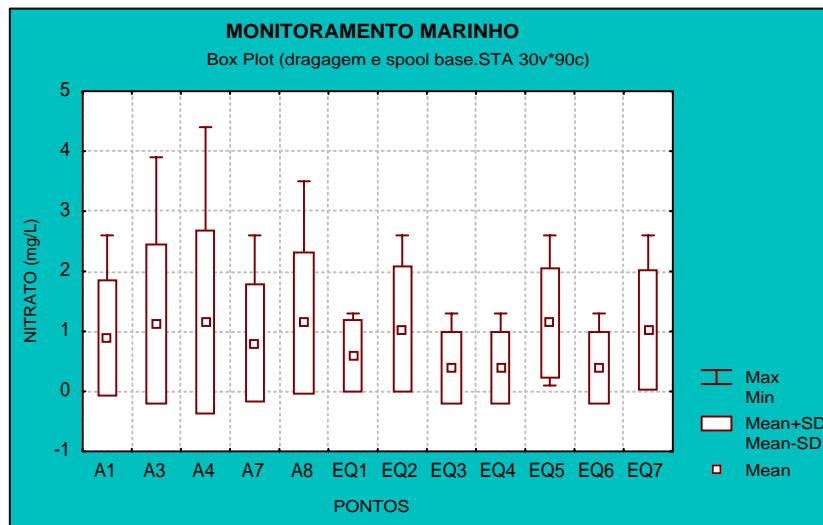
Figura 3.2.2.2.1-13: Variação do zinco (mg/L) nos pontos de amostragem dos monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 e 2001/2002 na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.

O nitrogênio amoniacal é composto de duas frações, sendo elas o amoníaco ou amônia não-ionizada ( $\text{NH}_3$ ) e o íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ). A proporção entre essas formas depende do pH, da temperatura e da salinidade do ambiente local. A soma de  $\text{NH}_3$  mais  $\text{NH}_4^+$  pode ser chamada de amônia total, nitrogênio amoniacal ou simplesmente amônio. Nos dados secundários utilizados para a elaboração deste relatório a terminologia empregada é de amônia (mg/L  $\text{NH}_3$ ) e assim referido nas Tabelas 3.2.2.2.1-2 a 3.2.2.2.1-8, contendo os valores absolutos, sendo que a amônia foi um dos parâmetros com maior variação no meio marinho. As concentrações estiveram entre 0,01 mg/L em vários pontos a 0,95 mg/L no ponto A1. As médias registradas foram de 0,06 mg/L no ponto Eq4 a 0,51 mg/L no ponto Eq6, estando as médias dos pontos A 1 e Eq6 acima do nível máximo permitido de amônia não-ionizável, que é de 0,4 mg/L, segundo o CONAMA.

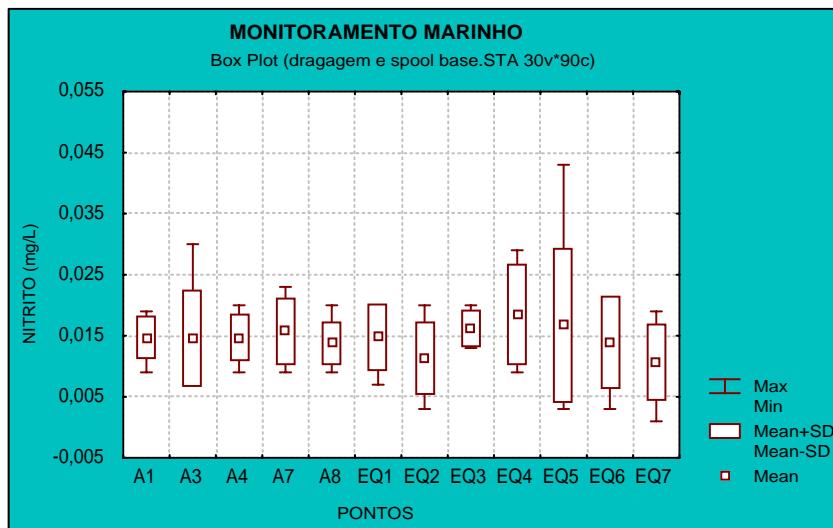


**Figura 3.2.2.2.1-14: Variação do amônio (mg/L) nos pontos de amostragem dos monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 e 2001/2002 na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.**

Todas as concentrações de nitrito e de nitrato ficaram abaixo do limite máximo permitido pelo CONAMA (1986), de 1,0 mg/L e 10,0 mg/L para nitrito e nitrato, respectivamente. Os valores médios de nitrato estiveram altos na área, com média entre 0,4 mg/L e 1,14 mg/L, porém chegaram a 4,4 mg/L no Ponto A4 (Figura 3.2.2.2.1-15). Considerando-se o padrão CONAMA, os valores estão dentro de uma faixa de variação aceitável, porém se considerarmos concentrações de nitrato encontradas em outras regiões marinhas, as concentrações aqui apresentadas estão ligeiramente elevadas. Por exemplo, na baía do ES e região oceânica adjacente a município de Aracruz, norte do estado, a média histórica da região é de 0,07 mg/L com queda registrada em 2003 para 0,02 mg/L a 0,05 mg/L. Os valores de nitrito estiveram baixos como era de se esperar num ambiente com um bom nível de oxigenação. A variação foi pequena com valores entre 0,01 mg/L a 0,02 mg/L. A média de nitrito foi de 0,01 mg/L na maioria dos pontos, apenas nos pontos Eq3, Eq4, Eq5 e A7 os valores médios foram de 0,02 mg/L (Figura 3.2.2.2.1-16). A concentração e distribuição de nutrientes, tais como os compostos nitrogenados, em ambientes marinhos costeiros e oceânicos, proporciona informações fundamentais sobre o potencial de fertilidade e as relações biológicas. Segundo os estudos realizados na região em 1997 (CEPEMAR, 1997), os valores de nitrito e nitrato observados, variando entre não detectado e 0,02mg/L, respectivamente, indicam que as águas da região são oligotróficas, ou seja, pobres e pouco férteis. Já a amônia encontrava-se com valores próximos ao descrito para águas naturais (0,07mg/L), à exceção do valor medido dentro da área portuária, que apresentou-se à superfície da ordem de 0,28mg/L, valor este restrito à área interna do porto.



**Figura 3.2.2.1-15:** Variação do nitrato (mg/L) nos pontos de amostragem dos monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 e 2001/2002 na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.



**Figura 3.2.2.1-16:** Variação do nitrito (mg/L) nos pontos de amostragem dos monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 e 2001/2002 na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.

## ◆ CONCLUSÕES

No diagnóstico do meio marinho as concentrações de ferro solúvel e nitrato, apesar de estarem de acordo com as normas do CONAMA, apresentaram valores um pouco acima do que vêm sendo encontrado em outros estudos na região costeira de Vitória e Aracruz e merecem especial atenção nos próximos monitoramentos, e caso os valores destes parâmetros permaneçam elevados, vale tentar traçar com mais eficácia as possíveis fontes de contribuição para o ambiente.

Um outro parâmetro que precisa ser melhor avaliado é o chumbo, que via de regra apresentou valores elevados para a região, e praticamente sem diferenças entre os pontos.

### 3.2.2.2.2 Comunidades Planctônicas

Os dados referentes às comunidades planctônicas foram obtidos através de relatórios de amostragens realizadas em 7 campanhas realizadas entre fevereiro/2000 e julho/2002, na área marinha adjacente do Terminal de Ponta Ubu. Estes dois monitoramentos são os anteriormente citados Monitoramento do “Spool Base” (Ciclo 2000) e o Monitoramento da Dragagem de Manutenção do Terminal de Ponta Ubu (Ciclo 2001/2002), sendo que algumas correções numéricas e condensações foram feitas para que fosse efetuada uma melhor comparação entre os resultados obtidos para os dois períodos de estudo.

#### ♦ **FITOPLÂNCTON**

Durante os Ciclos de Monitoramento referentes aos anos 2000 e 2001/2002 foi identificado um total de 135 taxa de algas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu, divididas em 8 classes diferentes, sendo 78 pertencentes à classe Bacillariophyceae (Diatomáceas), 16 à classe Dinophyceae, 15 à classe Chlorophyceae, 8 à classe Cyanophyceae, 4 à classe Euglenophyceae, 3 à classe Cryptophyceae, 2 à classe Haptophyceae, 1 à classe Dictiochophyceae e mais 7 fitoflagelados não classificados em nível específico (Tabela 3.2.2.2.2-1).

Tabela 3.2.2.2.2-1: Inventário dos taxa de algas fitoplanctônicas identificadas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta de Ubu durante os Ciclos de Monitoramento referente aos anos 2000 e 2001/2002

---

#### CLASSE BACILLARIOPHYCEAE (Diatomáceas)

*Actinptychus splendens* (Ralfs) Chadbord  
*Actinptycus undulatus* (Bayley) Ralfs  
*Amphiprora alata* Kützing  
*Amphora* sp.  
*Anomoeoneis serians* (Brebisson) Cleve  
*Bacillaria paradoxa* Gmelin  
*Bacteristrum delicatulum* Cleve  
*Bacteristrum elongatum* Cleve  
*Ballerochea malleus* (Brightwell) Van Heurck  
*Biddulphia longicruris* Greville  
*Biddulphia obtusa* Kützing  
*Biddulphia pulchella* S.F. Grey  
*Biddulphia tridens* Ehrenberg  
*Ceratulina pelagica* (Cleve) Hendey  
*Chaetoceros atlanticus* Cleve  
*Chaetoceros coartactus* Lauder  
*Chaetoceros decipiens* Cleve  
*Chaetoceros diadema* (Ehrenberg) Gran  
*Chaetoceros eibenii* (Grunow) Meunier  
*Chaetoceros lorenzianus* Grunow  
*Chaetoceros mitra* (Bailey) Cleve  
*Chaetoceros teres* Cleve  
*Chaetoceros peruvianus* Brightwell

---

Tabela 3.2.2.2.2-1: Inventário dos taxa de algas fitoplanctônicas identificadas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante os Ciclos de Monitoramento referente aos anos 2000 e 2001/2002 (Continuação).

*Corethon Hystrix* Hensen  
*Coscinodiscus lineatus* Ehrenberg  
*Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg  
*Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg  
*Cyclotella kutzningiana* Thwaites  
*Cymbella* sp.  
*Diploneis bombus* (Ehrenberg) Cleve  
*Diploneis crabo* Ehrenberg  
*Diploneis* sp.1  
*Diploneis* sp.2  
*Diploneis subovalis* Cleve  
*Eunotia* sp.1  
*Ghomphonema* sp.  
*Gyrosigma* sp.  
*Hyalodiscus* sp.  
*Isthmia enervis* Ehrenberg  
*Licmophora* sp.  
*Melosira moniliformis* (Müller) Agardh  
*Melosira nummuloides* (Dillwyn) Agardh  
*Melosira sulcata* (Ehrenberg) Kützing  
*Navicula* sp.1  
*Navicula* sp.2  
*Navicula* sp.3  
*Navicula* sp.4  
*Navicula* sp.5  
*Navicula* sp.6  
*Nitzschia angularis* W. Smith  
*Nitzschia closterium* (Ehrenberg) W. Smith  
*Nitzschia longissima* (Brebisson) Ralfs  
*Nitzschia panduriformis* Gregory  
*Nitzschia* sp.1  
*Nitzschia* sp.2  
*Odontella mobiliensis* (Bayley) Grunow  
*Pennales* sp.1  
*Pennales* sp.2  
*Pennales* sp.3  
*Pennales* sp.4  
*Pennales* sp.5  
*Pleurosigma elongatum* W. Smith  
*Pleurosigma naviculaceum* Brébisson  
*Pleurosigma normanii* Ralfs  
*Rhabdonema punctatum* (Harvey & Bailey) Stodder  
*Rhizosolenia alata* Brightwell  
*Rhizosolenia calcar-avis* Schultze  
*Rhizosolenia imbricata* Brightwell  
*Rhizosolenia robusta* Norman

Tabela 3.2.2.2.2-1: Inventário dos taxa de algas fitoplanctônicas identificadas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante os Ciclos de Monitoramento referente aos anos 2000 e 2001/2002 (Continuação).

---

*Rhizosolenia setigera* Brightwell  
*Rhizosolenia stolterfothi* H. Peragalo  
*Skeletonema costatum* (Greville) Cleve  
*Stenopterobia intermedia* (Lewis) Van Heurck  
*Surirella striatula* Turpin  
*Talassionema nitzschoides* (Grunow) Van Heurck  
*Talassiothrix frauenfeldii* Grunow  
*Triceratium antediluvianum* (Ehrenberg) Grunow  
*Triceratium pentacrinus* (Ehrenberg) Wallich

#### CLASSE DINOPHYCEAE

*Ceratium furca* (Ehrenberg) Caparède & Lachmann  
*Ceratium trichoceros* (Ehrenberg) Kofoid  
*Ceratium tripos* (Müller) Nitzsch  
*Dinophysis caudata* Saville-Kent  
*Exuviaella* sp.  
*Gymnodinium catenatum* Graham  
*Gymnodinium* sp.  
*Gyrodinium* sp.  
*Prorocentrum micans* Ehrenberg  
*Protoperidinium claudicans* (Pulsen) Balech  
*Protoperidinium depressum* (Baliley) Balech  
*Protoperidinium divergens* (Ehrenberg) Balech  
*Protoperidinium oblongum* (Aurivillius) Balech  
*Protoperidinium* sp.1  
*Protoperidinium* sp.2  
*Protoperidinium* sp.3

#### CLASSE CHLOROPHYCEAE

*Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Turpin  
*Chlorococcales* sp.1  
*Chlorococcales* sp.2  
*Chlorococcales* sp.3  
*Chlorococcales* sp.4  
*Chlorococcales* sp.5  
*Chlorococcales* sp.6  
*Chlorococcales* sp.7  
*Dactylococcus infusionum* Nägeli  
*Kirchneriella lunaris* (Kirchner) Möbius  
*Kirchneriella obesa* (Bernard) G. M. Smith  
*Monoraphidium contortum* (Thur.) Komárkova-Legnerova  
*Monoraphidium irregulare* (C. M. Smith) Komárkova-Legnerova  
*Oocystis* sp.  
*Scenedesmus opoliensis* Richter

Tabela 3.2.2.2.2-1: Inventário dos taxa de algas fitoplanctônicas identificadas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante os Ciclos de Monitoramento referente aos anos 2000 e 2001/2002 (Continuação).

---

#### CLASSE CYANOPHYCEAE

*Anabaena* sp.1  
*Anabaena* sp.2  
*Oscillatoria* sp.1  
*Oscillatoria* sp.2  
*Oscillatoria* sp.3  
*Oscillatoria* sp.4  
*Oscillatoria* sp.5  
*Spirulina* sp.

#### CLASSE EUGLENOPHYCEAE

*Euglena acus* Ehrenberg  
*Euglena* sp.  
*Lepocinclis* sp.  
*Phacus* sp.

#### CLASSE CRYPTOPHYCEAE

*Criptomonas* sp.1  
*Criptomonas* sp.2  
*Criptomonas* sp.3

#### CLASSE HAPTOPHYCEAE

Cocolitoforídeo sp.1  
Haptofícea sp.1

#### CALSSE DICTIOCHOPHYCEAE

*Dictiocha fibula* Ehrenberg

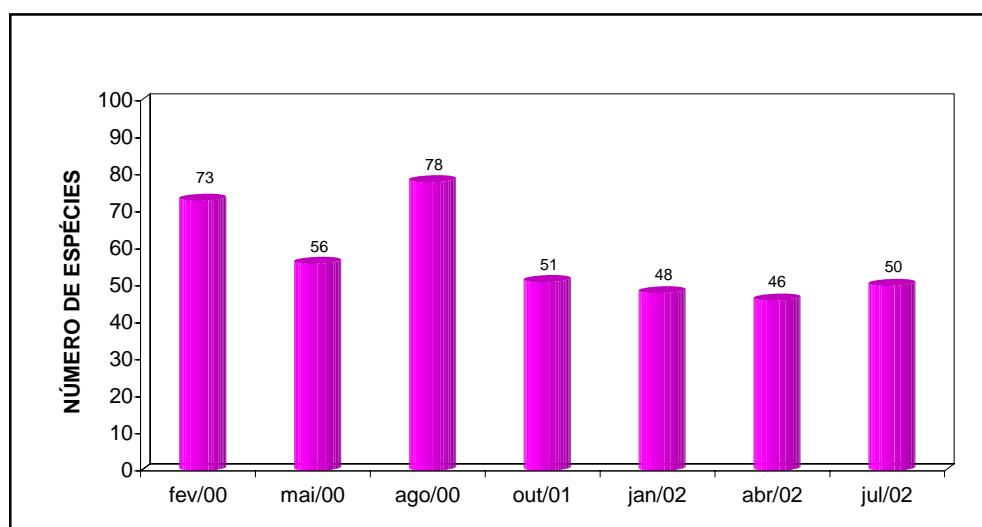
#### OUTROS FITOFLAGELADOS

Fitoflagelado sp.1  
Fitoflagelado sp.2  
Fitoflagelado sp.3  
Fitoflagelado sp.4  
Fitoflagelado sp.5  
Fitoflagelado sp.6  
Fitoflagelado sp.7  
Fitoflagelado sp.8

---

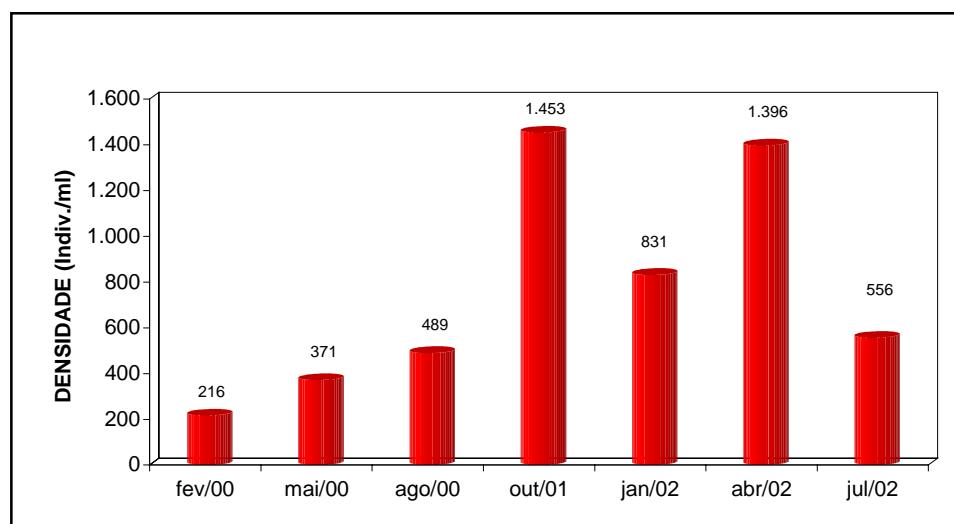
O número total de taxa identificados na área de amostragem pode ser considerado como elevado, se comparado a outros locais da costa do Estado do Espírito Santo, estando dentro de uma faixa considerada como normal para águas costeiras. A grande maioria das espécies identificadas é tipicamente marinha, mas aparecem também algumas diatomáceas típicas de águas interiores e principalmente clorofíceas de origem dulcícola, demonstrando haver influência das águas estuarinas e continentais.

O número total de espécies registradas entre as diversas campanhas (Figura 3.2.2.2.2-1) mostrou pouca variação no ano de 2000 e praticamente nenhuma variação nos anos de 2001 e 2002. Os valores foram mais elevados em 2000, chegando a um máximo de 78 espécies em agosto/2002, e menores valores entre 2001 e 2002, chegando a um mínimo de 46 espécies em abril/2000. Na maior parte do tempo, o número de espécies manteve-se dentro de uma média próxima a 50 espécies, mostrando uma considerável estabilidade, especialmente após o ano de 2001, em valores que podem ser considerados como normais para uma área costeira.



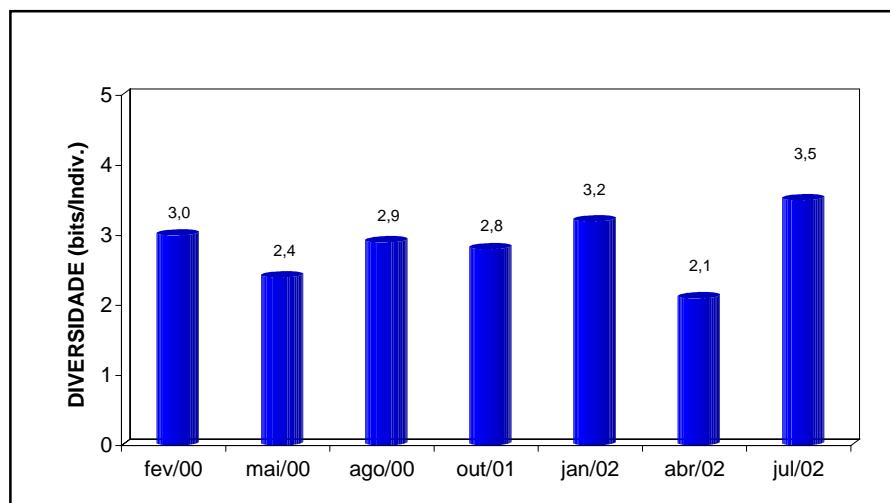
**Figura 3.2.2.2.2-1:** Valores médios de número de espécies de algas fitoplanctônicas identificadas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante os monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 e 2001/2002.

O número total de indivíduos (Figura 3.2.2.2.2-2) mostrou maior variação que o número de espécies durante o período analisado, observando-se uma nítida tendência de aumento gradativo a partir de fevereiro/2000 (mínimo de 216 indivíduos/mL) em direção ao obtido em outubro/2001 (máximo de 1.453 indivíduos/mL). A partir de 2002 observou-se uma tendência a reduções e aumentos cíclicos, voltando-se no final do período (julho/2002) a valores próximos aos obtidos em agosto/2000. Apesar da variação registrada, de um modo geral os valores podem ser considerados como normais para as águas costeiras do Espírito Santo, apresentando uma variação semelhante a observada em outras áreas desta litoral (Aracruz/ES e Baía do Espírito Santo e áreas adjacentes).



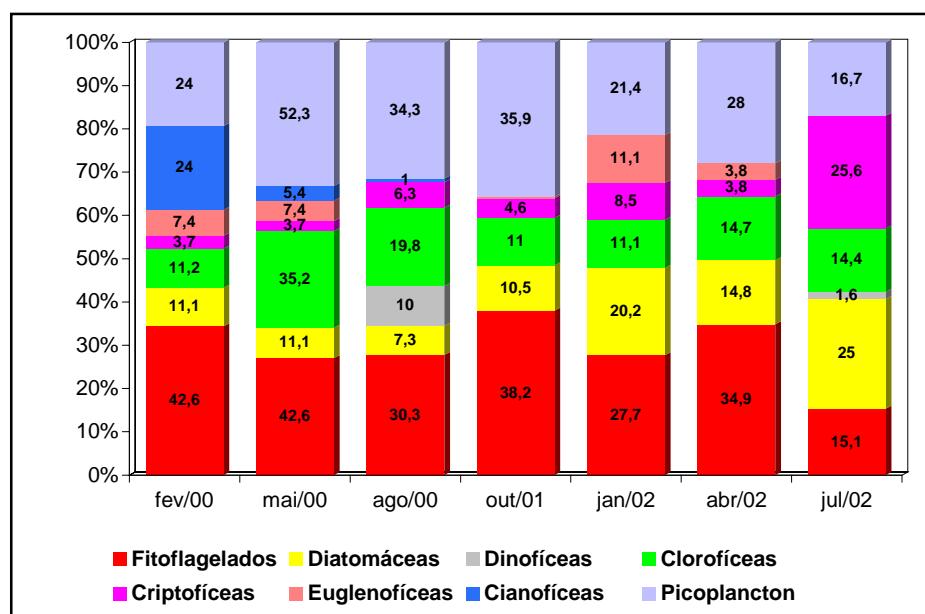
**Figura 3.2.2.2.2-2:** Valores médios da densidade numérica (indivíduos/mL) de fitoplâncton obtidos na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante os monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 e 2001/2002.

A diversidade específica também tendeu a uma maior regularidade do que a densidade, a exemplo do que aconteceu como número de espécies (Figura 3.2.2.2-3). A faixa de variação da diversidade pode ser considerada muito pequena, variando de valores que podem ser considerados médios (mínimo de 2,1 bit/indivíduo em abril/2001) a elevados (máximo de 3,5 bits/indivíduo em julho/2002). Mas mesmo assim, estes valores mantém-se em uma faixa que pode ser considerada como normal para o fitoplâncton de águas costeiras do Espírito Santo e bom para os ecossistemas costeiros tropicais em geral



**Figura 3.2.2.2.2-3:** Valores médios do índice de diversidade específica (bits/indivíduo) do fitoplâncton amostrado na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante os monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 e 2001/2002.

Com relação à composição quantitativa do fitoplâncton (Figura 3.2.2.2-4), observa-se que os cinco grupos que apresentaram maior importância foram os fitoflagelados, as diatomáceas, as clorofíceas, as criptofíceas e ainda um grupo de algas unicelulares de muito pequeno tamanho ( $< 2 \mu$ ), sendo que o primeiro e o último grupo foram os que geralmente mais se alternaram como dominantes em quase todas as épocas. Os fitoflagelados variaram entre 15,1% (julho/2002) e 42,6% (fevereiro/2000) do número total de indivíduos, enquanto as diatomáceas variaram entre 7,3% (agosto/2000) e 25% (julho/2000) e as criptofíceas variaram de 3,7% (fevereiro e maio/2000) e 25,6% (julho/2000). As células menores que  $2 \mu$ , por sua vez, foram as que apresentaram os maiores valores, variaram de 16,7% (julho/2002) a 52,3% (maio/2000) do número total de indivíduos. Todos os outros grupos mostram quase sempre pouca importância quantitativa, além de não ocorrerem em todos os períodos de amostragem. Nas águas costeiras do Espírito Santo e da costa brasileira, de um modo geral é muito comum a dominância de fitoflagelados e diatomáceas, sendo que os primeiros são mais abundantes nas águas superficiais e as diatomáceas, por serem mais pesadas e terem menor flutuabilidade, são mais abundantes nas áreas mais próximas do fundo. As criptofíceas, por sua vez também são características de águas costeiras próximas aos estuários, enquanto as algas clorofíceas demonstram a influência continental nestas águas. O quadro geral mostra uma composição pouco variável, bastante característica das águas costeiras do Espírito Santo, que é muito influenciada pelas áreas estuarinas. Por não mostrar nenhum grupo de algas de predominância absoluta ao longo do tempo, a composição do fitoplâncton pode ser considerada como bem equilibrada, resultando em uma diversidade elevada.



**Figura 3.2.2.2-4: Composição quantitativa média do fitoplâncton amostrado na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante os monitoramentos referentes aos anos de 2000 e 2001/2002.**

## ♦ ZOOPLÂNCTON

Com relação ao zooplâncton a ocorrência foi menor do que a do fitoplâncton, tanto do ponto de vista qualitativo quanto quantitativo. Do total de organismos coletados, 44 foram identificados em nível específico, quase todos pertencentes ao Filo Arthropoda, Subfilo Crustacea, que por sua vez foi sempre o mais abundante (Tabela 3.2.2.2-2).

Tabela 3.2.2.2-2: Inventário dos taxa de organismos zooplanctônicos identificadas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante os Ciclos de Monitoramento referente aos anos de 2000 e 2001/2002.

---

### FILO BRYOZOA

### FILO CNIDARIA

Classe Hydrozoa

Ordem Siphonophora

Classe Scyphozoa

### FILO CTENOPHORA

### FILO ANNELIDA

Classe Polychaeta

### FILO MOLLUSCA

Classe Bivalvia

Classe Gastropoda

Subclasse Opisthobranchia

Ordem Thecosomata

*Cresceis acicula*

### FILO ARTHROPODA

Subfílio Crustacea

Classe Branchiopoda

Subclasse Diplopoda

Ordem Cladocera

*Pernilia avirostris*

*Podon polyphemoides*

*Evadne tergestma*

Classe Copepoda

Ordem Calanoida

Família Acartiidae

*Acartia lilljeborgi*

*Acartia tansa*

Família Paracalanidae

*Paracalanus aculeatus*

*Paracalanus parvus*

*Paracalanus quasimodo*

*Parvocalanus crassirostris*

*Deliuis sewelli*

---

Tabela 3.2.2.2-2: Inventário dos taxa de organismos zooplânctônicos identificadas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante os Ciclos de Monitoramento referente aos anos de 2000 e 2001/2002 (Continuação).

---

Família Pseudodiaptomidae
<i>Pseudodiaptomus acutus</i> <i>Pseudodiaptomus richardi</i>
<i>Pseudodiaptomus marshi</i>
Família Temoridae
<i>Temora turbinata</i>
<i>Temora stylifera</i>
Família Centropagidae
<i>Centropages velificatus</i>
<i>Centropages furcatus</i>
Família Eucalanidae
<i>Subeucalanus subcrassus</i>
<i>Subeucalanus subtenuis</i>
<i>Subeucalanus pileatus</i>
<i>Subeucalanus mucronatus</i>
Família Ponteiliidae
<i>Calanopia americana</i>
Família Calanidae
<i>Calanoides macrocarinatus</i>
Ordem Cyclopoida
Família Oithonidae
<i>Oithona oculata</i>
<i>Oithona ovalis</i>
<i>Oithofia robusta</i>
<i>Oithona hebes</i>
<i>Oithona rigida</i>
<i>Oithona nana</i>
<i>Oithona brevicorms</i>
<i>Oithona plumifera</i>
Ordem Poecilostomatoida
Família Oncaeidae
<i>Oncaea mediterranea</i>
<i>Oncaeа venusta</i>
Família Corycaeidae
<i>Corycaeus (Onychocorycaeus) dubius</i>
<i>Corycaeus (Onychocorycaeus) giesbrechii</i>
<i>Corycaeus (Onychocorycaeus) latus</i>
<i>Corycaeus</i> sp.
<i>Farranula gracilis</i>
Família Cyclopidae
<i>Halicyclops magniceps</i>
Ordem Harpacticoida
Família Euterpinidae
<i>Euterpina acutifrons</i>
Família Longipediidae
<i>Longipedia minor</i>

---

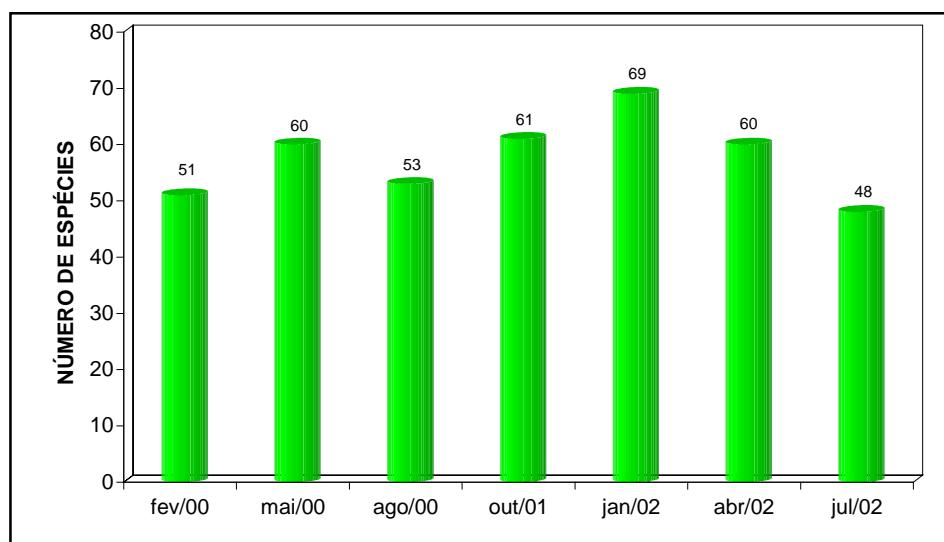
Tabela 3.2.2.2-2: Inventário dos taxa de organismos zooplânctônicos identificadas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante os Ciclos de Monitoramento referente aos anos de 2000 e 2001/2002 (Continuação).

---

Família Miracidae
<i>Macrosetella</i> sp
Família Clytemnestridae
<i>Clytemnestra scutelata</i>
Classe Ostracoda
Classe Cirripedia
Classe Malacostraca
Subclasse Eumalacostraca
Superordem Eucarida
Ordem Decapoda
Ordem Euphausiacea
Superordem Peracarida
Ordem Amphipoda
Ordem Isopoda
<b>FILO ECHINODERMATA</b>
Subfílio Asterozoa
Classe Ophiuroidea
Classe Asteroidea
<b>FILO CHAETOGNATHA</b>
<b>FILO CHORDATA</b>
Subfílio Urochordata
Classe Larvacea
Classe Thaliacea
Subfílio Vertebrata
Superclasse Pisces
Classe Osteichthyes

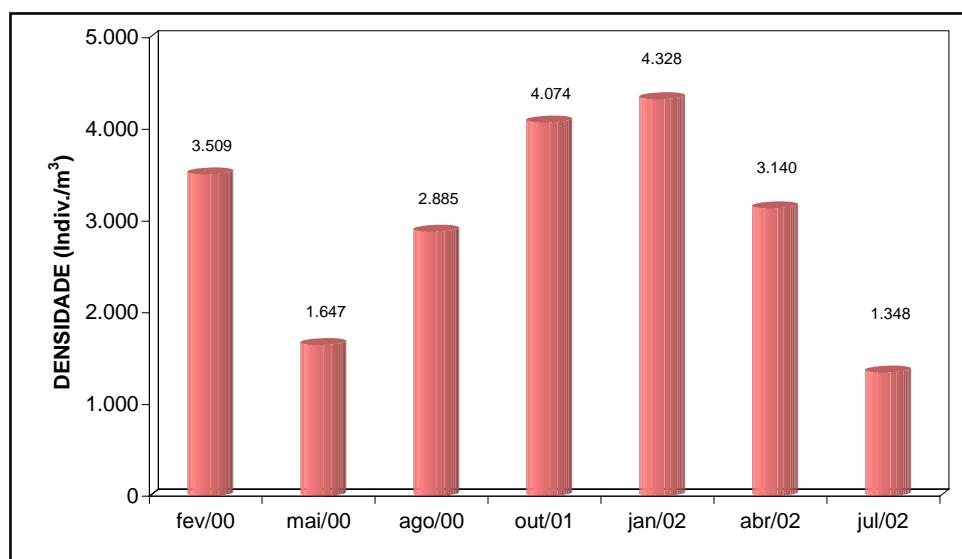
---

O número de espécies (incluído as não identificadas em nível específico) em cada amostragem (Figura 3.2.2.2-5) variou entre 51 (fevereiro/2000) e 69 espécies (janeiro/2002) e mostrou uma variação bem pequena, além de números que podem ser considerados elevados em relação ao número de espécies.



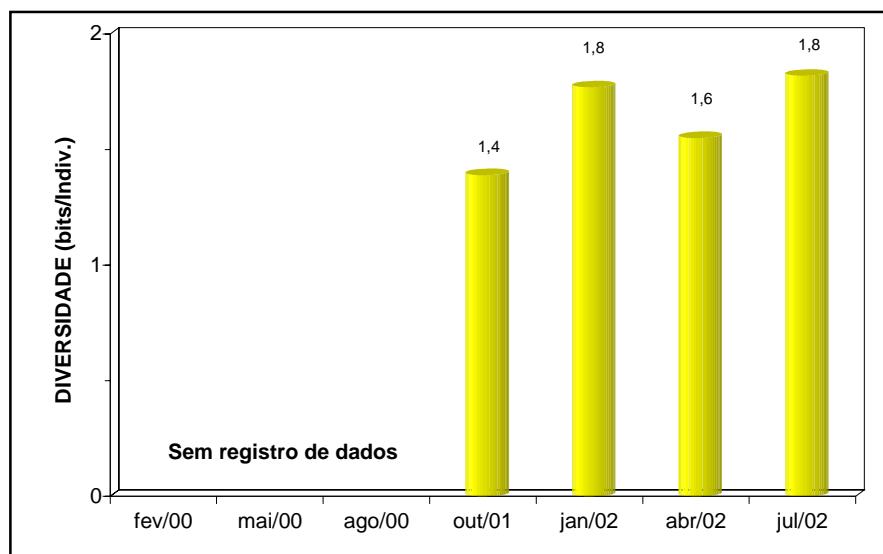
**Figura 3.2.2.2.5:** Valores médios de número de espécies zooplânctônicas amostradas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante os monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 e 2001/2002.

Os valores de densidade (Figura 3.2.2.2.6) variaram entre 1.348 indivíduos/m<sup>3</sup> (julho/2002) e 4.328 indivíduos/m<sup>3</sup> (janeiro/2002). Observa-se uma nítida tendência de reduções e aumentos cíclicos ao longo do tempo, com uma redução inicial de fevereiro a maio/2000, depois um aumento gradual até janeiro/2002 e finalmente uma nova redução também gradual até julho/2002. De modo geral, observa-se que existe uma tendência de ocorrência de valores mais elevados nos períodos de verão e mais baixos nos períodos de inverno, podendo estas modificações ser creditadas a fatores climáticos cíclicos. Apesar das variações observadas, os valores de densidade podem ser considerados como dentro de uma faixa normal para águas costeiras tropicais.



**Figura 3.2.2.2.6:** Valores médios da densidade numérica do zooplâncton (indivíduos/m<sup>3</sup>) amostrado na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o monitoramento referente aos Ciclos 2000 e 2001/2002.

A diversidade específica do zooplâncton (Figura 3.2.2.2.2-7) só foi registrada a partir de 2001 e variou entre 1,4 bits/indivíduo (outubro/2001) e 1,8 bits/indivíduo (janeiro e julho/2002), uma variação muito pouco relevante. Mas de modo geral, estes valores podem ser considerados como um pouco baixos, quando se leva em consideração que a diversidade do zooplâncton de águas costeiras tropicais geralmente se mantém acima de 2,0 bits/indivíduo.



**Figura 3.2.2.2.2-7:** Valores médios do índice de diversidade específica (bits/indivíduo) do zooplâncton amostrado na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o monitoramento referente aos Ciclos 2000 e 2001/2002.

Apesar de restrita a um pequeno período, a diversidade específica do zooplâncton manteve-se com uma variabilidade bem menor do que a densidade, sem nenhuma tendência contínua de variação.

As variações da composição (Figura 3.2.2.2.2-8) mostram predominância absoluta dos copépodes (Filو Arthropoda, Subfilo Crustacea) em todo o período, sendo que estes variaram entre 78,3% (julho/2002) a 89,4% (fevereiro/2000). Dentre estes copépodes foram mais representativas as espécies *Temora turbinata*, *Acartia lilljeborgi*, *Paracalanus parvus* e *Paracalanus quasimodus*, todas espécies características da costa brasileira, embora tenham sido observadas, em menor grau, algumas espécies atípicas de nossa costa, cuja ocorrência poderia ser creditada à descarga de água de lastro. A grande predominância de copépodes pode ter sido responsável pelos índices de diversidade um pouco baixos.

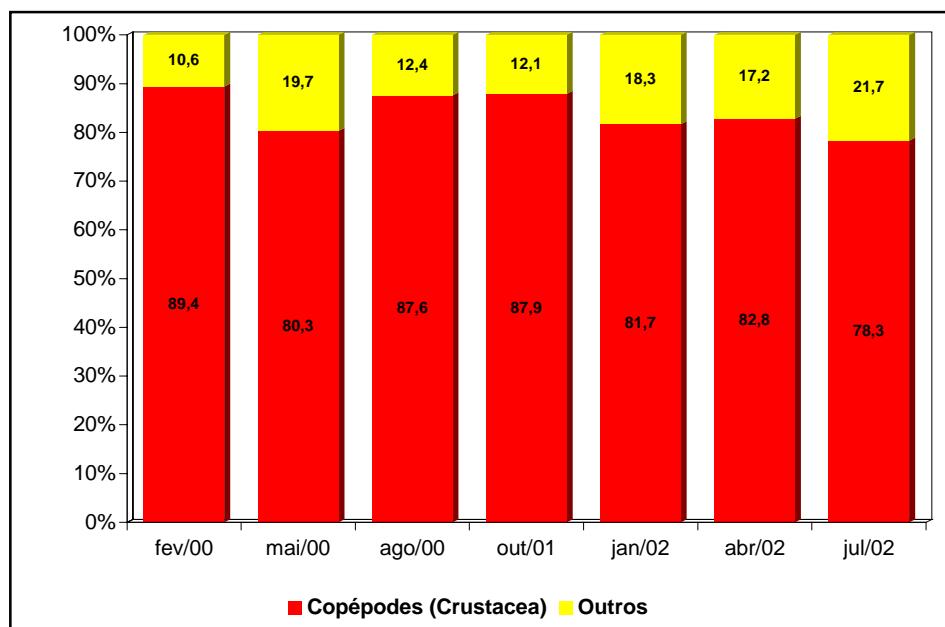


Figura 3.2.2.2.2-8: Composição quantitativa média do zooplâncton amostrado na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o monitoramento referente aos Ciclos 2000 e 2001/2002.

#### ◆ ICTIOPLÂNCTON

Com relação ao ictioplâncton, como seria de se esperar, a ocorrência foi ainda menor do que a do zooplâncton, e os dados analisados são referentes somente às três amostragens realizadas durante o ano de 2000. Foram coletados 32 taxa de peixes teleósteos em estágio larvar (Tabela 3.2.2.2-3), pertencentes a 19 famílias diferentes, dos quais apenas 7 foram identificados em nível de gênero ou espécie, dadas às dificuldades taxonômicas da identificação de larvas. Os ovos de peixes coletados também foram incluídos como ictioplâncton. O número de taxa (incluído as não identificadas até gênero ou espécie) em cada amostragem variou entre 17 (fevereiro/2000) e 29 (agosto/2000) e mostrou uma variação pequena, mas tendendo ao crescimento ao longo período (Figura 3.2.2.2-9).

Tabela 3.2.2.2.2-3: Espécies de peixes telósteos identificadas no ictioplâncton na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o Ciclo 2000.

---

SUBFILO VERTEBRATA  
 CLASSE OSTEICHTHYES  
 ORDEM Clupeiformes  
 FAMÍLIA Clupeidae  
*Harengula clupeola* (Sardinha)  
 ORDEM Atheriniformes  
 FAMÍLIA Atherinidae (Peixe-rei)  
*Xenomelaniris brasiliensis*

---

Tabela 3.2.2.2.2-3: Espécies de peixes teleósteos identificadas no ictioplâncton da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o Ciclo 2000 (Continuação)

ORDEM Beryciformes  
 FAMÍLIA Holocentridae  
*Holocentrus ascensionis* (Jaguaricá)  
 ORDEM Scorpaeniformes  
 FAMÍLIA Triglidae  
*Prionotus punctatus* (Cabrinha)  
 ORDEM Perciformes  
 FAMÍLIA Carangidae  
*Caranx* sp. (Xixarro)  
 FAMÍLIA Lutjanidae  
*Lutjanus* sp. (Vermelho)

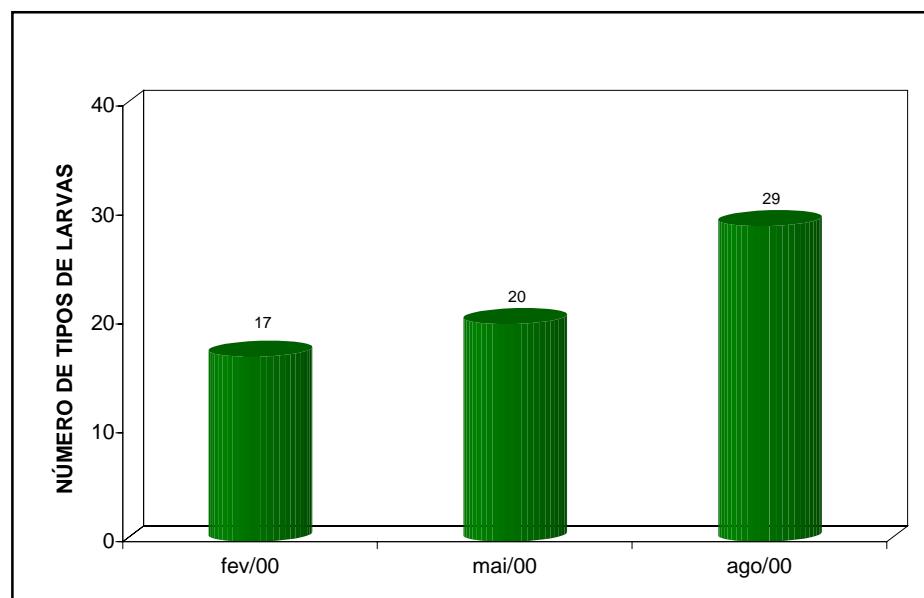
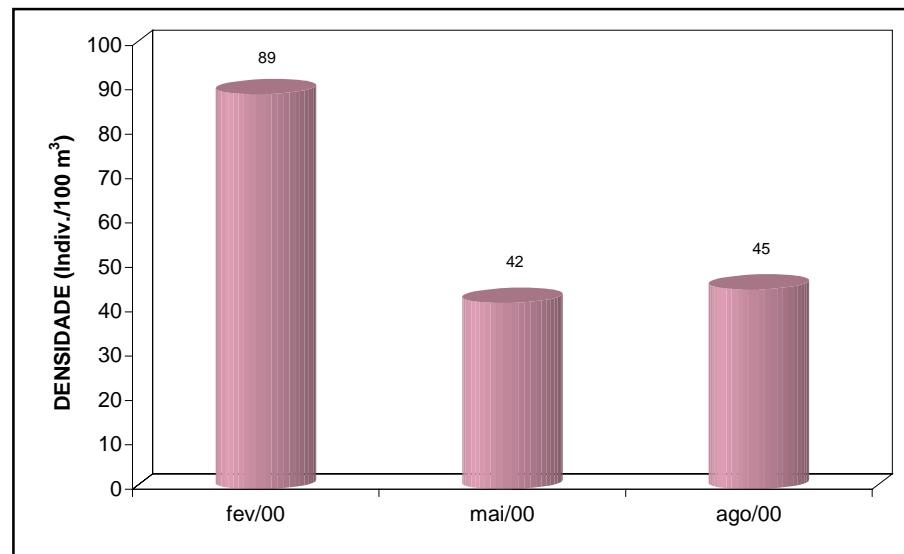


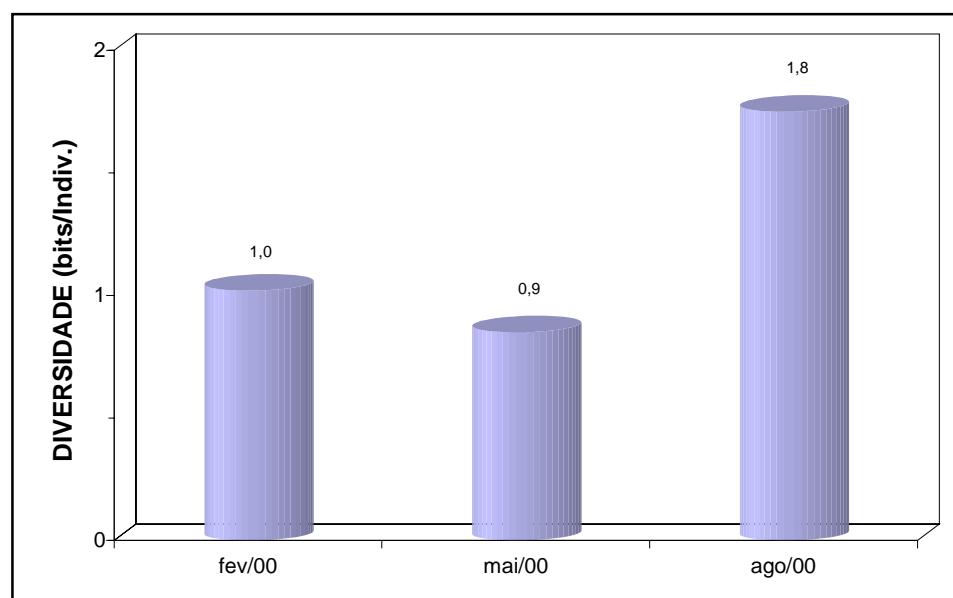
Figura 3.2.2.2.2-9: Valores médios de número tipos de larvas ictioplanktônicas amostradas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o monitoramento referente ao Ciclo 2000.

Os valores de densidade (Figura 3.2.2.2.2-10) variaram entre 42 indivíduos/100 m<sup>3</sup> (maio/2000) e 89 indivíduos/100 m<sup>3</sup> (janeiro/2002). Observou-se apenas uma tendência de diminuição numérica de fevereiro para maio e depois uma estabilização. A exemplo do zooplâncton pode ser que estas variações sejam devido às alterações climáticas, pois também o valor mais elevado foi registrado no verão, quando as águas estão mais quentes e podem favorecer o período reprodutivo dos peixes. Apesar das variações, os valores de densidade do ictioplâncton também podem ser considerados como dentro de uma faixa normal para águas costeiras tropicais.



**Figura 3.2.2.2-10:** Valores médios da densidade numérica do ictioplâncton (indivíduos/100 m<sup>3</sup>) obtidos amostradas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o monitoramento referente ao Ciclo 2000.

A diversidade específica do ictioplâncton (Figura 3.2.2.2-11) variou entre 0,9 bits/indivíduo (maio/2000) e 1,8 bits/indivíduo (agosto/2000), uma variação um pouco mais relevante do que o zooplâncton. Também aqui estes valores podem ser considerados como um pouco baixos, já que a diversidade do ictioplâncton de águas costeiras pode chegar a valores superiores a 2,0 bits/indivíduo.



**Figura 3.2.2.2-11:** Valores médios do índice de diversidade específica (bits/indivíduo) do ictioplâncton amostrado na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o monitoramento referente ao Ciclo 2000.

As variações da composição que podem ser visualizadas na Figura 3.2.2.2-12 mostram predominância dos ovos de peixes em fevereiro (89%) e depois das larvas em maio (62%) e agosto (48%), o que pode ser considerado como um quadro normal para um período curto, pois os ovos abundantes em fevereiro podem ter se transformado em larvas a partir de maio. Observa-se também, através das variações da composição, que a densidade mais elevada registrada em fevereiro pode ser creditada a maior abundância de ovos neste período.

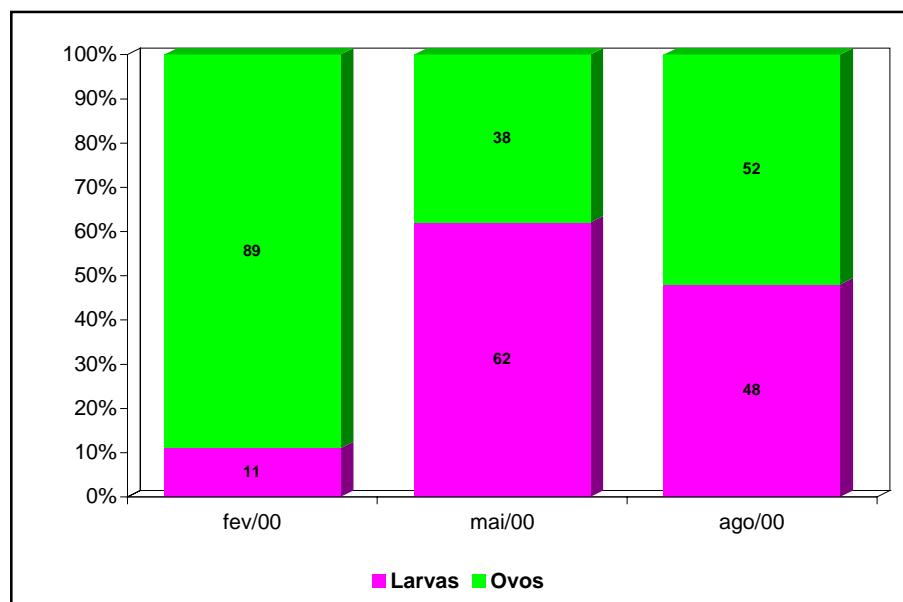


Figura 3.2.2.2-12: Composição quantitativa média do ictioplâncton amostrado na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o monitoramento referente ao Ciclo 2000.

♦ **DIAGNÓSTICO GERAL DAS COMUNIDADES PLANCTÔNICAS DA ÁREA MARINHA ADJACENTE AO TERMINAL DE PONTA UBU.**

Uma análise das comunidades fito, zoo e ictioplâncticas da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu mostra que os valores quali-quantitativos obtidos estão dentro ou próximos do que seria de se esperar para regiões costeiras tropicais.

O fitoplâncton encontra-se qualitativa e quantitativamente dentro de um quadro normal e sua composição mostra que esta área tem considerável influência continental.

Em relação ao zooplâncton observa-se apenas que a diversidade apresenta-se um pouco abaixo do normal e observa-se a presença de algumas espécies atípicas nossas águas brasileiras, o que pode ser creditado à descarga de água de lastro, bem como a ocorrência de alguns indivíduos com alterações morfológicas, o que pode ser devido a algum grau de poluição.

O ictioplâncton mostrou espécies típicas da costa brasileira, embora também com valores de diversidade um pouco abaixo dos normalmente obtidos para a costa brasileira. O ictioplâncton parece seguir o ciclo normal da reprodução dos peixes, com um maior número de ovos, seguido por um maior número de larvas.

### 3.2.2.2.3 Comunidades Zoobentônicas

Para a caracterização das comunidades zoobentônicas foram compilados os dados obtidos durante os Ciclos 2000 e 2001/2002, correspondente aos dois monitoramentos recentes realizados na área do Terminal de Ponta Ubu, citados anteriormente.

As coletas dos dois Ciclos de Monitoramento foram realizadas utilizando-se uma draga do tipo Petersen, com área de 0,062 m<sup>2</sup>. Em cada uma das estações, o sedimento coletado foi colocado em sacos plásticos, devidamente identificados, e levado para o laboratório onde foi pré-triado com o uso de peneiras com malhas 0,5; 1,0 e 2,0mm de diâmetro de abertura de malha.

Os organismos encontrados foram triados e anestesiados e/ou colocados no fixador (álcool a 70%), sendo posteriormente contados e identificados chegando-se ao menor nível taxonômico possível, com o auxílio de chaves de identificação.

Para o tratamento dos dados visando a elaboração do presente diagnóstico, os valores de densidade foram obtidos através do uso da regra de simples, entre a área amostral da draga e o valor do número de organismos nas estações.

A riqueza (número de espécies) e a diversidade de Shannon-Wiener foram calculadas entre as estações amostrais e as campanhas. A matriz de similaridade foi construída usando-se a distância Euclidina sem nenhuma transformação dos dados. A diferença na abundância de organismos entre as estações amostrais e as campanhas foi testada usando análise de similaridade (ANOSIM). Essas análises foram realizadas utilizando-se o pacote PRIMER® v.5.2.4.

Os índices da macrofauna bêntica como diversidade, riqueza, equitabilidade e densidade foram comparados entre as estações amostrais e entre as campanhas através de análise de variância ANOVA, usando-se o pacote SPSS 8.0 for windows. Quando apresentaram resultados significantes, o teste de Tukey foi utilizado para realizar comparações múltiplas.

O grau de Similaridade entre as estações foi apresentado na forma de um dendrograma obtido através do cálculo da similaridade medindo-se a distância Euclidiana, utilizando-se o método de agrupamento das médias não ponderadas (UPGMA), calculado pelo pacote Statistica (StatSoft, 1995).

Para a comparação dos Ciclos 2000 (Monitoramento do Projeto Spool Base) e 2001/2002 (Monitoramento da Dragagem de Manutenção), além de todas essas análises citadas, a contribuição dos taxa para a dissimilaridade média das etapas foi calculada através da análise SIMPER.

#### ♦ ***RESULTADOS DO CICLO 2000 (Monitoramento do Projeto Spool Base)***

Durante as coletas do monitoramento referente ao Ciclo 2000, com campanhas realizadas nos meses de fevereiro (1<sup>a</sup> Campanha), maio (2<sup>a</sup> Campanha) e outubro (3<sup>a</sup> Campanha) deste ano foram identificadas espécies pertencentes a 9 Filos, 15 Classes, 33 Ordens, 53 Famílias e 69 espécies (241 indivíduos) nas 12 estações amostrais (Tabela 3.2.2.2.3-1).

Tabela 3.2.2.3-1: Listagem das espécies zoobentônicas encontradas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o monitoramento do Ciclo 2000.

---

**FILO ESPONGIARIA** sp.  
**FILO CNIDARIA**  
 Classe Anthozoa sp.  
**FILO PLATYHELMINTHES**  
 Ordem Polycladida sp.  
**FILO NEMERTEA** sp.  
**FILO ANNELIDA**  
 Classe Polychaeta sp.  
 Ordem Phyllodocida  
 Fam. Polinoidae  
*Lepidasthenia* sp.  
 Fam. Nereidae  
*Nereis* sp.  
*Ceratocephale* sp.  
*Ceratonereis* sp.  
 Fam. Glyceridae  
*Glycera* sp.  
 Fam. Goniadidae  
*Goniada* sp.  
 Fam. Eulepethidae  
*Grubeulepis* sp.  
 Fam. Syllidae  
*Exogone* sp.  
*Opistosyllis* sp.  
 Ordem Oweniida  
 Fam. Owenidae sp.  
 Ordem Eunicida  
 Fam. Onuphidae  
*Diopatra* sp.  
*Onuphis* sp.  
 Fam. Lumbrineridae  
*Lumbrineris* sp.  
*Lumbrineris* sp.2  
 Ordem Spionida  
 Fam. Spionidae  
*Nerine* sp.  
 Fam. Magelonidae  
*Magelona* sp.  
 Ordem Capitellida  
 Fam. Maldanidae sp.  
 Ordem Terebellida  
 Fam. Sabellariidae  
*Sabellaria* sp.  
 Fam. Trichobranchidae  
*Terebellides* sp.  
 Ordem Sabellida  
 Fam. Serpulidae sp.  
**FILO MOLLUSCA**  
 Classe Gastropoda sp  
 Ordem Archaeogastropoda  
 Fam. Tricoliidae  
*Tricolia affinis*

---

Tabela 3.2.2.3-1: Listagem das espécies zoobentônicas encontradas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o monitoramento do Ciclo 2000 (Continuação).

Fam. Epitomidae	
<i>Epitonium</i> sp.	
Fam. Eulimidae	
<i>Melanella</i> sp.	
Ordem Mesogastropoda	
Fam. Columbellidae	
<i>Mitrella</i> sp.	
<i>Anachis obesa</i>	
<i>Anachis</i> sp.1	
<i>Anachis</i> sp.2	
Fam. Olividae	
<i>Olivella (minuta)</i> (?)	
Fam. Pyramidellidae	
<i>Crysallida gemmulosa</i>	
Fam. Naticidae	
<i>Natica</i> sp.	
Classe Bivalva	
Ordem Nuculoida	
Fam. Nuculidae	
<i>Nucula semiornata</i>	
Ordem Myoida	
Fam. Corbulidae	
<i>Corbula</i> sp.	
Ordem Veneroida	
Fam. Solenidae	
<i>Solen</i> sp.	
Fam. Veneridae	
<i>Anomalocardia</i> sp.	
Fam. Tellinidae	
<i>Tellina</i> sp.	
Ordem Arcoida	
Fam. Arcidae	
<i>Anadara</i> sp.1	
Ordem Mytiloida	
Fam. Mytilidae	
<i>Modiolus</i> sp.	
Ordem Ostreidae	
Fam. Ostreidae	
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	
FILO CRUSTACEA	
Classe Cirripedia	
<i>Ballanus</i> sp.	
<i>Cirripedia</i> sp.	
Classe Ostracoda	
Ostracoda sp.	
Classe Malacostraca	
Ordem Amphipoda	
<i>Amphipoda</i> sp. 1	
<i>Amphipoda</i> sp. 2	
Fam. Caprellidae sp.	
Ordem Tanaidacea sp.	
Ordem Cumacea sp.	
Ordem Isopoda	

Tabela 3.2.2.3-1: Listagem das espécies zoobentônicas encontradas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o monitoramento do Ciclo 2000 (Continuação).

Fam. Stenetriidae	
	<i>Stenetrium</i> sp.
Fam. Cirolanidae	
	sp.1
	sp.2
	sp.3
Ordem Decapoda	
Fam. Alpheidae	
	sp.
Fam. Majiidae	
	<i>Heterocrypta</i> sp.
	sp.1
Fam. Paguridae	
	sp.1
	sp.2
FILO ECHINODERMATA	
Classe Ophiuroidea	
	Ophiuroidea sp.1
	Ophiuroidea sp.2
Classe Holoturoidea sp.	
Classe Crinoidea sp.	
FILO CHORDATA	
Classe Cephalocordata	
	<i>Anfioxus</i> sp.
	sp.
Classe Pisces	
	Pisces sp.

Dentre os Filos, o mais abundante foi Crustacea (30%), seguido de Polychaeta (29%), Mollusca (22%), Equinodermata (15%) e outros (4%) (Figura 3.2.2.3-1), sendo que a estação que obteve, de uma forma geral, os melhores valores para os grupos de organismos, foi a A4, tendo sido também, o local com maior número de indivíduos (50 indivíduos) (Figura 3.2.2.3-2). Já entre as campanhas, a amostragem de fevereiro/2000 apresentou, em média, os melhores valores para cada grupo de organismos e o maior número de indivíduos (113 ind.) (Figura 3.2.2.3-3), representando 43% do total, além de ter sido a única campanha onde foram encontrados organismos em todos as estações amostrais.

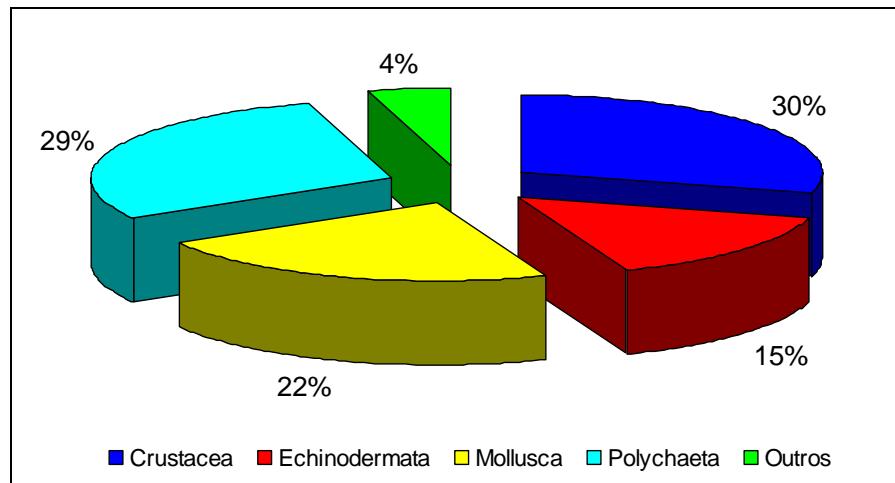


Figura 3.2.2.2.3-1: Percentual dos grandes grupos de organismos encontrados nas estações amostrais na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o monitoramento referente ao Ciclo 2000.

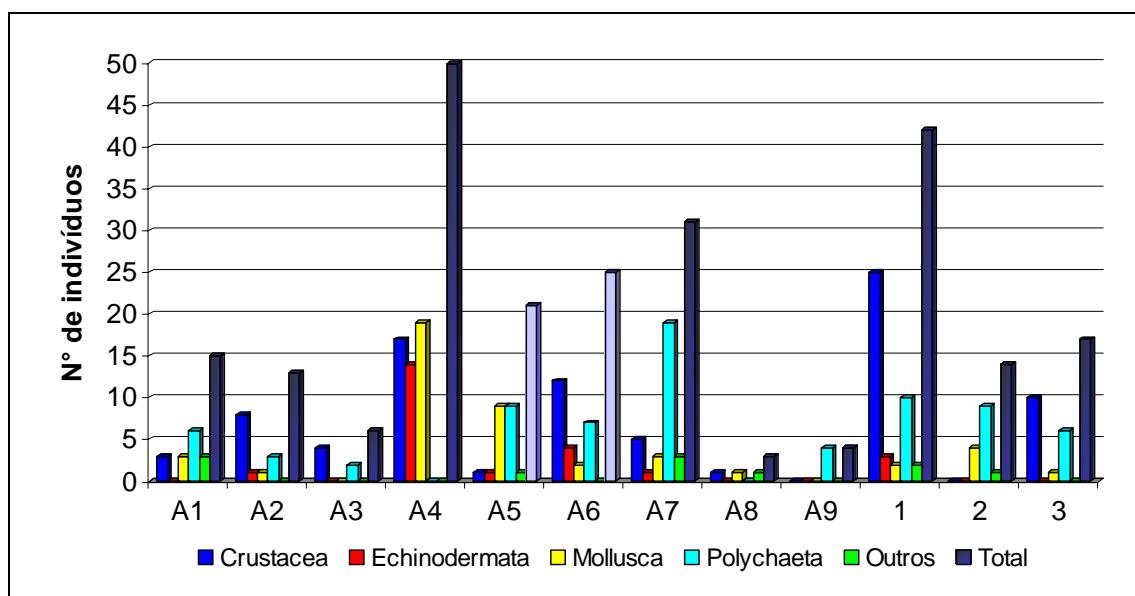


Figura 3.2.2.2.3-2: Número total de indivíduos, por grandes grupos taxonômicos, encontrado nas estações amostrais na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o monitoramento referente ao Ciclo 2000.

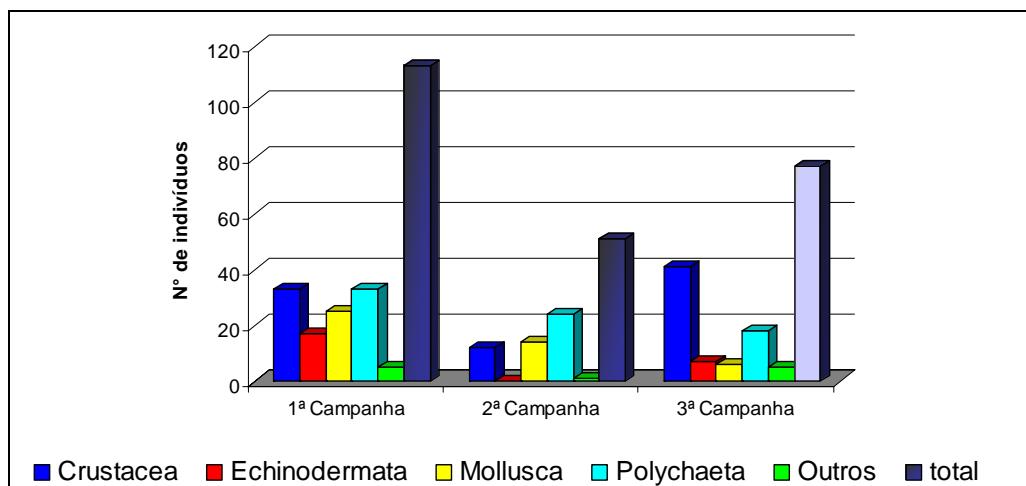


Figura 3.2.2.2.3-3: Número total de indivíduos, por grandes grupos taxonômicos, encontrado nas campanhas amostrais na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o monitoramento referente ao Ciclo 2000.

Os organismos que mais ocorreram foram Tanaidacea (33 indivíduos), seguidos por *Balanus* sp. (16 indivíduos), Ophiuroidea (12 indivíduos) e *Magelona* sp. (11 indivíduos). O grupo dos poliquetas foi o que apresentou o maior número de taxa (22) (Tabela 3.2.2.2.3-2).

Tabela 3.2.2.2.3-2: Inventário dos taxa de zoobentos nas estações amostrais na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu (Ciclo 2000) e a porcentagem relativa dos organismos.

ORGANISMOS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	1	2	3	Total	% Relativa
<b>CHORDATA</b>														
<i>Anfioxus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	1%
Cephalocordata	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0%
Pisces	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>2%</b>
<b>CNIDARIA</b>														
Anthozoa	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	1%
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1%</b>
<b>CRUSTACEA</b>														
Amphipoda	0	1	2	4	0	0	2	0	0	0	0	0	9	4%
Amphipoda sp2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Ballanus</i> sp.	0	5	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	16	7%
Cirripedia	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	3%
Cumacea	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1%
Fam. Alpheidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0%
Fam. Caprellidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1%
Fam. Paguridea	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1%
<i>Heterocrypta</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0%
Isopoda	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	4	2%
Isopoda sp.2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
Majiidae sp.1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1%
Ostracoda	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1%
Paguroidea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Stenetrium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0%
Tanaidacea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	10	33	14%
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>86</b>	<b>36%</b>

Tabela 3.2.2.3-2: Inventário dos taxa zoobentônicos encontrados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu (Ciclo 2000) e a porcentagem relativa dos organismos (Continuação).

ORGANISMOS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	1	2	3	Total	% Relativa
<b>ECHINODERMATA</b>														
Fam. Crinoidea	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
Fam. Holoturoidea	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2%
Fam. Ophiuroidae	0	0	0	9	1	1	1	0	0	0	0	0	12	5%
Ophiuroidae sp.1	0	1	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	5	2%
Ophiuroidae sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1%
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>10%</b>
<b>MOLLUSCA</b>														
<i>Anachis</i> sp.1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Anachis</i> sp.2	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	4%
<i>Anachis obesa</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Anadara</i> sp.	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2%
<i>Anomalogardia</i> sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1%
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Corbula</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
<i>Crysallida gemmulosa</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Epitomium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0%
Gastropoda indeterminado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Melanella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Mitrella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0%
<i>Modiolus</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Natica</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Nucula semiornata</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1%
<i>Olivella (minuta) (?)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1%
<i>Solen</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0%
<i>Tellina</i> sp.	0	1	0	1	5	0	0	0	0	0	2	0	9	4%
<i>Tricolia affinis</i>	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2%
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>45</b>	<b>19%</b>
<b>NEMERTEA</b>														
Nemertea	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1%
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1%</b>
<b>PLATYHELMINTHES</b>														
Platyhelminthes	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	1%
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1%</b>
<b>POLYCHAETA</b>														
<i>Ceratocephale</i> sp.	0	0	0	0	0	1	2	0	0	2	0	1	6	2%
<i>Ceratonereis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0%
<i>Diopatra</i> sp.	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	4	2%
<i>Exogone</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
Fam. Cirolanidae	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	1%
Fam. Maldanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	1%
Fam. Owenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	5	2%
Fam. Serpulidae	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	4%
<i>Glycera</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
<i>Goniada</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	1%
<i>Grubeulepis</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Lepidasthenia</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Lumbrineris</i> sp.	0	0	0	0	5	2	1	0	0	0	0	0	8	3%
<i>Lumbrineris</i> sp2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Magelona</i> sp.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	5	11	5%
<i>Nereis</i> sp.	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	5	2%

Tabela 3.2.2.2.3-2: Inventário dos taxa de zoobentos nas estações amostrais na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu (Ciclo 2000) e a porcentagem relativa dos organismos (Continuação).

ORGANISMOS	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	1	2	3	Total	% Relativa
<i>Nerine</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Onuphis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1%
<i>Opistosyllis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0%
Poliqueto indeterminado	0	1	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0	6	2%
<i>Sabellaria</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Terebellides</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>75</b>	<b>31%</b>
<b>PORIFERA</b>														
Porífera sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>50</b>	<b>21</b>	<b>25</b>	<b>31</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>42</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>241</b>	<b>100%</b>

Na análise de variância (ANOVA) realizada com os índices bióticos, tanto as estações amostradas quanto as campanhas realizadas não apresentaram diferenças significativas para nenhum dos índices, isso quer dizer que os dados apresentados ao longo das 3 campanhas são considerados homogêneos por essa análise, não apresentando nenhuma estação ou campanha diferente, estatisticamente, das demais. Entretanto as Estações A7, A1 e A4 apresentaram valores ligeiramente maiores para o índice de diversidade (2,47, 2,43 e 2,28 respectivamente) que as outras. Quanto à riqueza, a Estação A7 (localizada mais distante da costa) obteve o maior número (17 taxa) e para a densidade de organismos as Estações 1 e A4 apresentaram, em média, valores acima de 200 ind/m<sup>2</sup> (298,39 e 268,82 ind/m<sup>2</sup>). Já entre as campanhas, a 1<sup>a</sup> Campanha foi a que apresentou índices de diversidade, riqueza e densidade maiores (3,21, 37 taxa e 151,88 ind/m<sup>2</sup> respectivamente). Tanto as estações, quanto as campanhas obtiveram valores de equitabilidade altos, porém o menor valor foi apresentado pela Estação 1, que obteve índice de equitabilidade igual a 0,68 devido à dominância de tanaídáceos, que correspondeu com 54% dos indivíduos nessa estação (Figuras 3.2.2.3-4 a 3.2.2.3-9 e Tabelas 3.2.2.2.3-1 a 3.2.2.2.3-3).

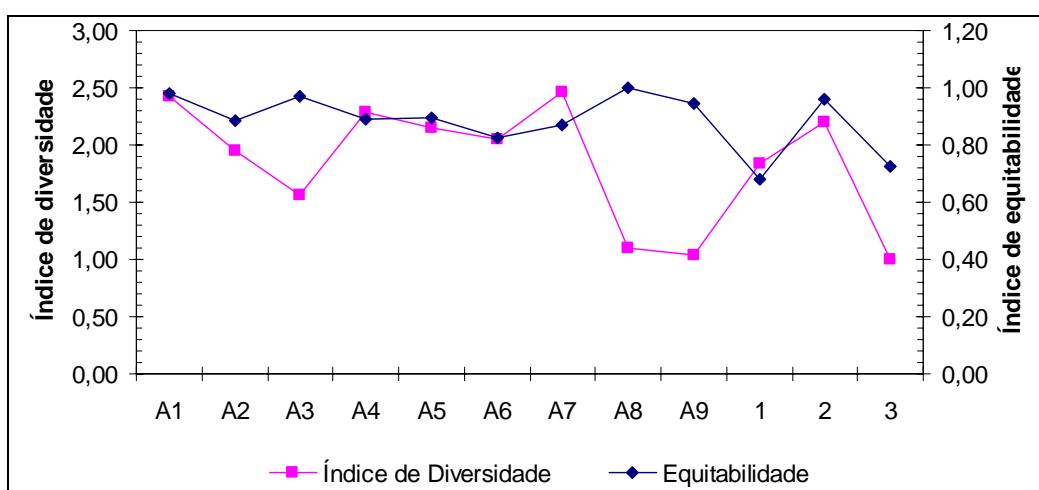
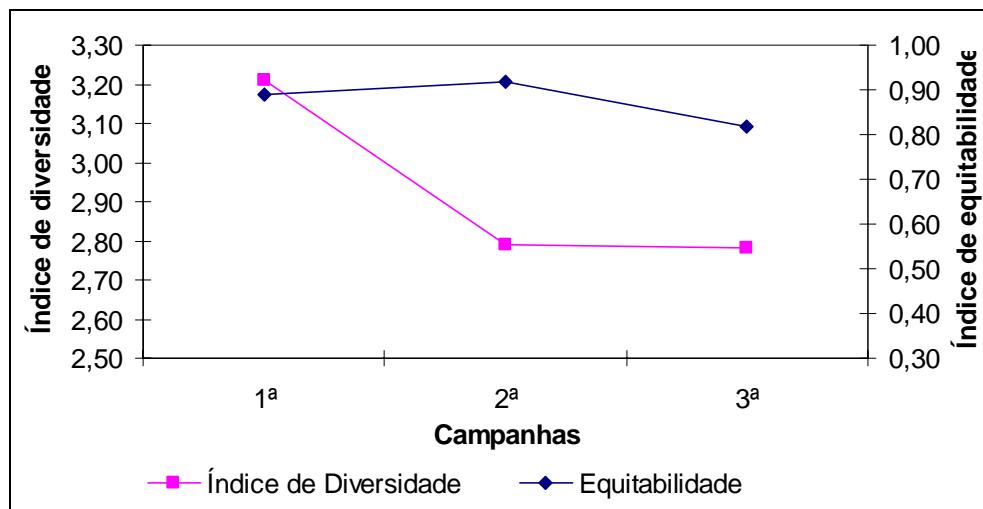
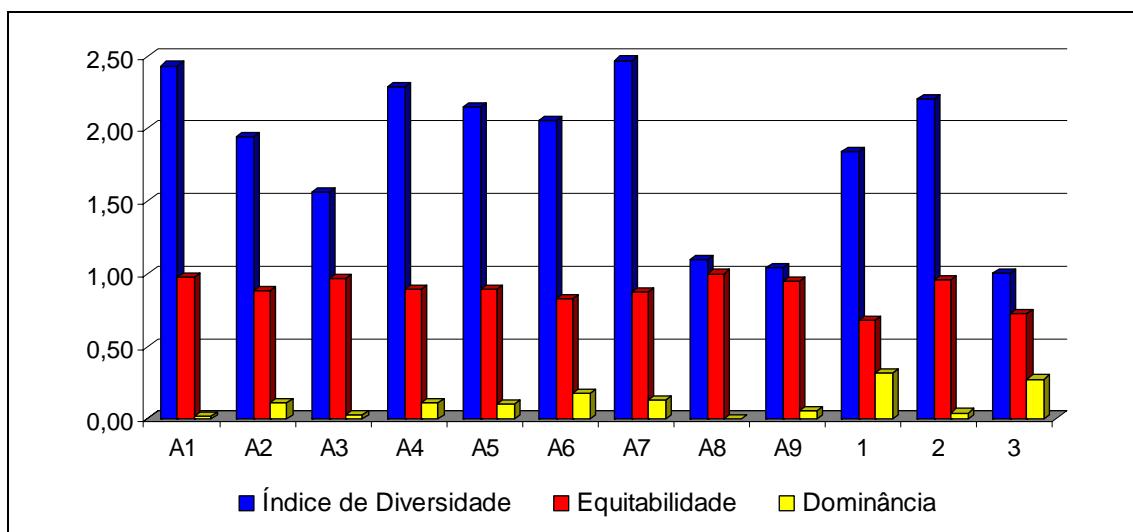


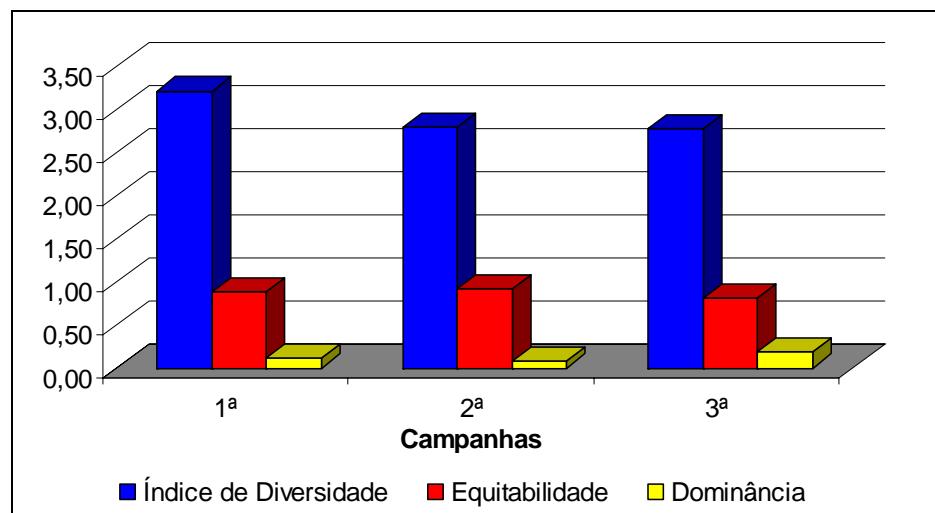
Figura 3.2.2.3-4: Valores dos índices de diversidade e equitabilidade encontrados nas estações amostrais na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas de monitoramento do Ciclo 2000.



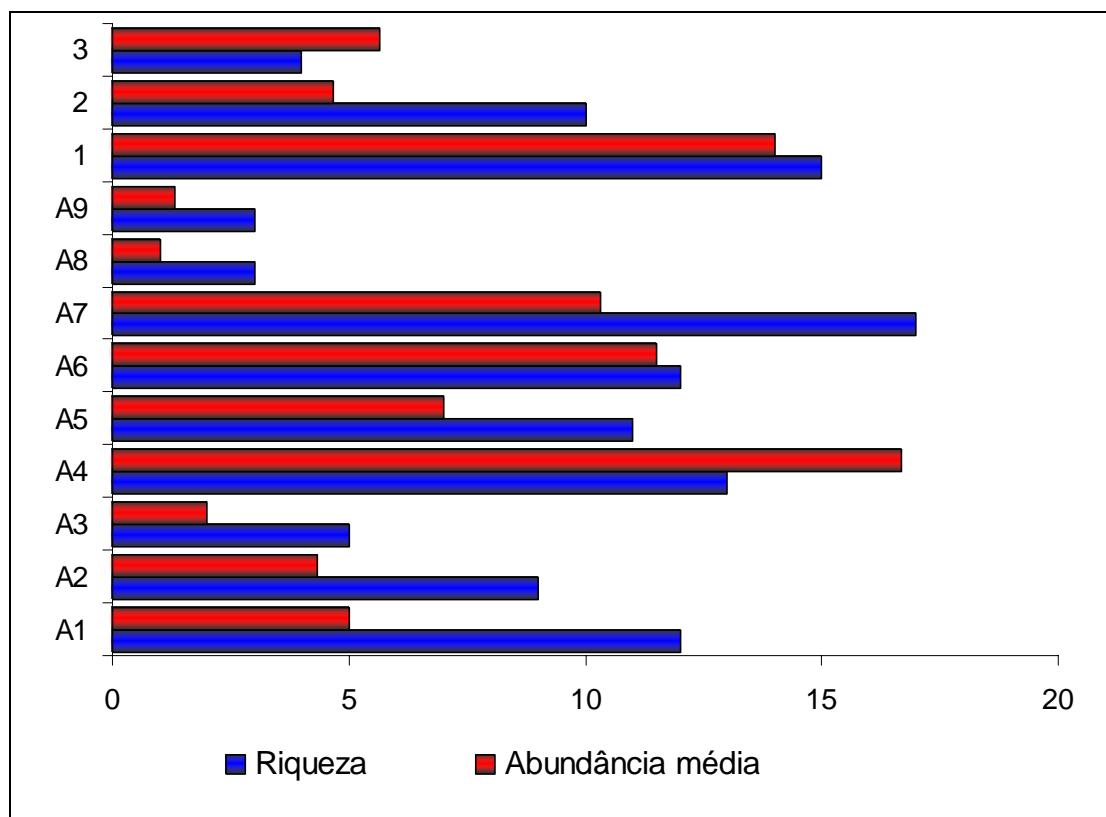
**Figura 3.2.2.2.3-5:** Valores dos índices de diversidade e equitabilidade encontrados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas de monitoramento do Ciclo 2000.



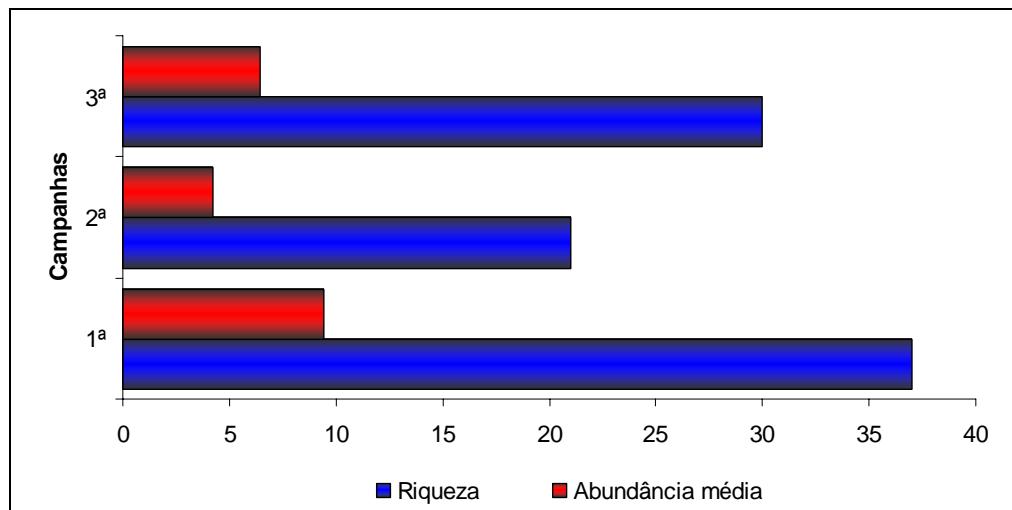
**Figura 3.2.2.2.3-6:** Valores dos índices de diversidade, equitabilidade e dominância encontrados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas de monitoramento do Ciclo 2000.



**Figura 3.2.2.3-7:** Valores dos índices de diversidade e equitabilidade encontrados na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas de monitoramento do Ciclo 2000.

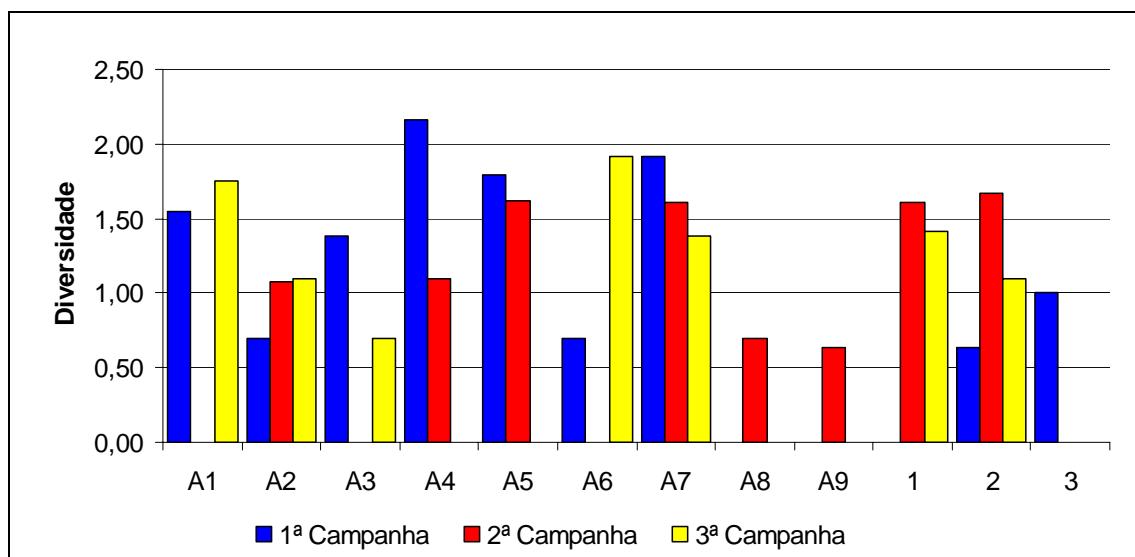


**Figura 3.2.2.3-8:** Riqueza e abundância média obtidas nas estações amostrais na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas de monitoramento do Ciclo 2000.



**Figura 3.2.2.2.3-9: Riqueza e abundância média obtidas nas estações amostrais na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas de monitoramento do Ciclo 2000.**

Mesmo não sendo significativamente diferente, destaca-se que a Estação A7, que está localizada mais distante da costa (Figura 3.2.2.2-1, que traz a malha amostral monitorada durante o ano 2000, segundo EQUILIBRIUM, 2000), foi a que apresentou melhor condição ao longo das três campanhas realizadas (Figuras 3.2.2.2.3-10, 3.2.2.2.3-11 e 3.2.2.2.3-12). Em compensação, as estações A8 e A9, apresentaram-se com as piores condições, devido aos seus valores de diversidade, riqueza e densidade obtidos ao longo das campanhas.



**Figura 3.2.2.2.3-10: Valores de diversidade encontrados nas estações amostrais na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas de monitoramento do Ciclo 2000.**

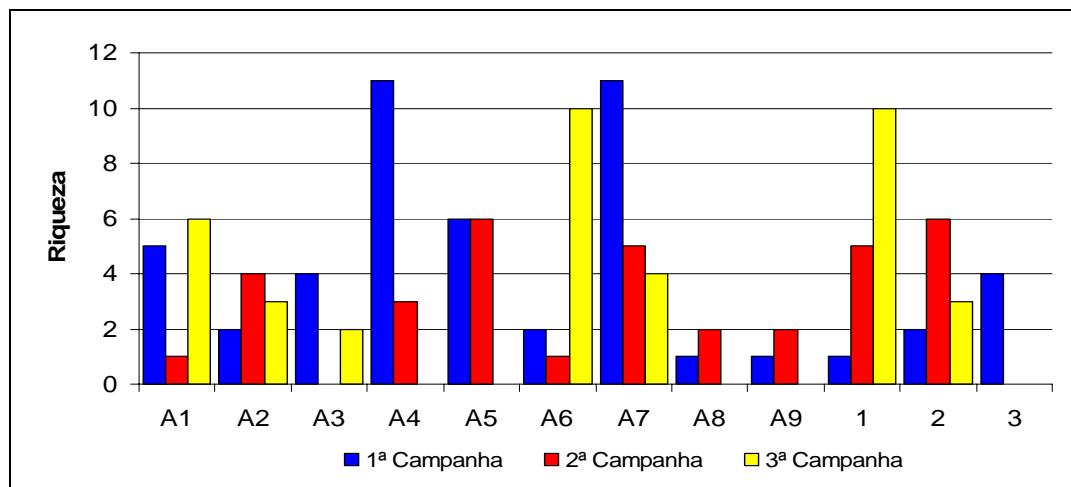


Figura 3.2.2.2.3-11: Valores de riqueza encontrados nas estações amostrais na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas de monitoramento do Ciclo 2000.

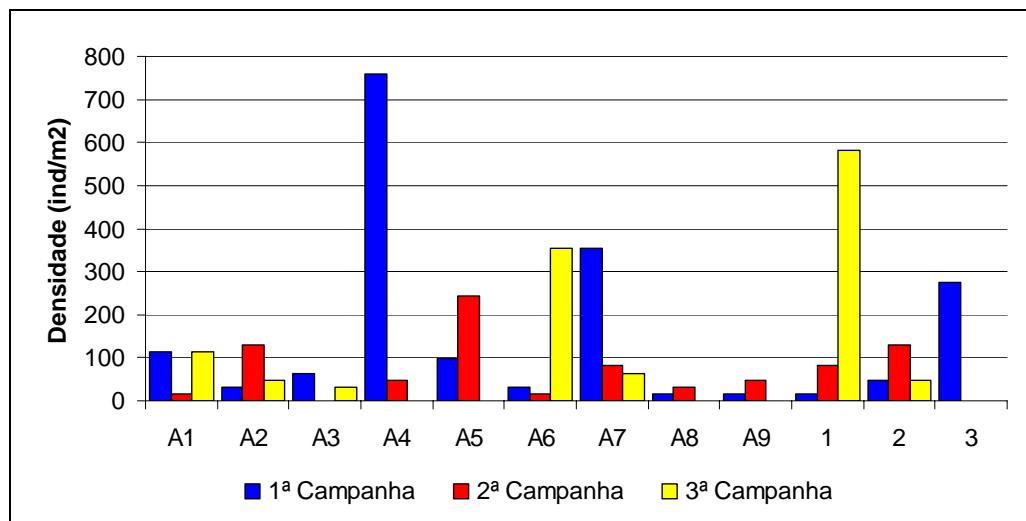


Figura 3.2.2.2.3-12: Valores de densidade (ind./m<sup>2</sup>) encontrados nas estações amostrais na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas de monitoramento do Ciclo 2000.

Tabela 3.2.2.2.3-3: Valores de diversidade, riqueza, equitabilidade, dominância, densidade e abundância média nas estações amostrais na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas de monitoramento do Ciclo 2000.

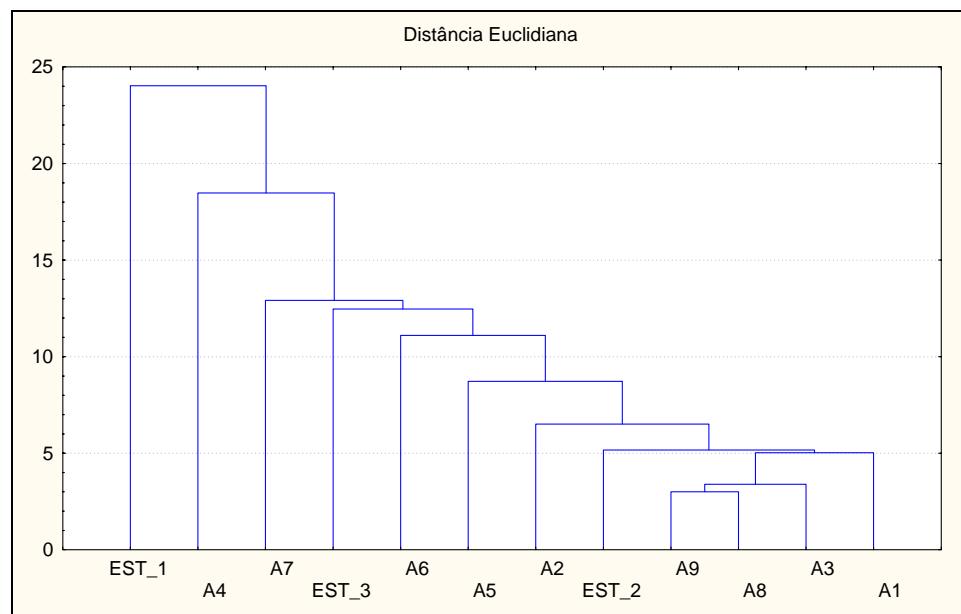
	Índice de Diversidade	Riqueza	Equitabilidade	Dominância	Densidade (ind./m <sup>2</sup> )	Abundância (Devio Padrão)
<b>ESTAÇÕES</b>						
<b>A1</b>	2,43	12	0,98	0,02	80,65	5 (± 3,46)
<b>A2</b>	1,95	9	0,89	0,11	75,27	4,33 (± 3,21)
<b>A3</b>	1,56	5	0,97	0,03	32,26	2 (± 2)
<b>A4</b>	2,28	13	0,89	0,11	268,82	16,67 (± 26,31)
<b>A5</b>	2,15	11	0,89	0,11	112,90	7 (± 7,55)
<b>A6</b>	2,06	12	0,83	0,17	137,10	8,33 (± 11,85)
<b>A7</b>	2,47	17	0,87	0,13	166,67	10,33 (± 10,12)
<b>A8</b>	1,10	3	1,00	0,00	16,13	1 (± 1)
<b>A9</b>	1,04	3	0,95	0,05	21,51	1,33 (± 1,53)
<b>1</b>	1,84	15	0,68	0,32	298,39	14 (± 19,16)
<b>2</b>	2,21	10	0,96	0,04	77,96	4,67 (± 2,89)
<b>3</b>	1,01	4	0,73	0,27	91,40	5,67 (± 9,81)
<b>CAMPANHA</b>						
<b>1<sup>a</sup></b>	3,21	37	0,89	0,11	151,88	9,42 (± 13,61)
<b>2<sup>a</sup></b>	2,79	21	0,92	0,08	68,55	4,25 (± 4,37)
<b>3<sup>a</sup></b>	2,78	30	0,82	0,18	103,49	6,42 (± 8,39)

Tabela 3.2.2.2.3-4: Análise de variância (ANOVA) realizada com os índices bióticos entre as estações amostrais e as campanhas ( $p > 0,05$ ) (ns = não significante) na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas de monitoramento do Ciclo 2000.

Variável	Fontes de variação	Graus de Liberdade	F	Nível de significância
Diversidade	Estações	11	1,050	0,437 (ns)
	Campanhas	2	0,248	0,782 (ns)
Riqueza	Estações	11	0,917	0,540 (ns)
	Campanhas	2	0,495	0,614 (ns)
Equitabilidade	Estações	11	0,606	0,792 (ns)
	Campanhas	2	0,088	0,916 (ns)
Densidade	Estações	11	0,582	0,824 (ns)
	Campanhas	2	0,736	0,487 (ns)

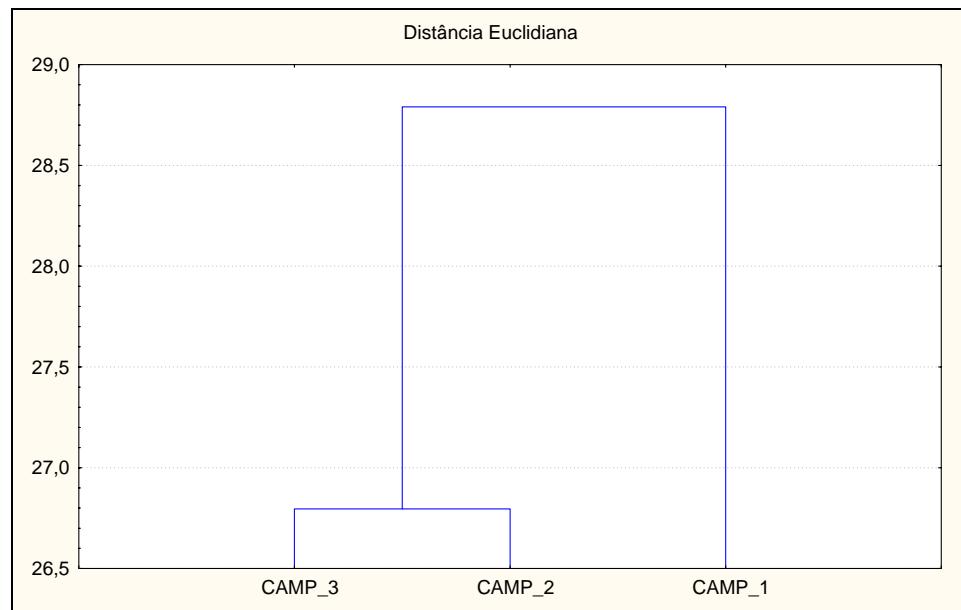
Análises multivariadas com os dados de abundância da macrofauna bêntica mostraram que não houve diferença significativa entre as campanhas (ANOSIM:  $R = -0,005$ ,  $P > 0,05$ ), nem entre as estações amostrais (ANOSIM:  $R = -0,002$ ,  $P > 0,05$ ), corroborando que tanto as estações amostrais quanto as campanhas apresentam resultados estatisticamente similares.

Com relação à similaridade entre as estações amostradas, as estações A8, A9 e A3 apresentaram os menores valores no que diz respeito à distância euclidiana (menos que 5), fato este devido à baixa ocorrência de indivíduos encontrados no local, sendo por isso as estações com maior similaridade. As estações 1 e A4 (com valores da distância acima de 15) foram as que apresentaram os maiores valores de distância euclidiana, sendo a estação 1 a mais distante, devido à grande ocorrência de tanaidáceos (Figura 3.2.2.2.3-13).



**Figura 3.2.2.2.3-13:** Dendrograma de similaridade entre as estações amostrais na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas de monitoramento do Ciclo 2000.

Já em relação às campanhas, a 1<sup>a</sup> Campanha apresentou maior valor de distância euclidiana (entre 28,5 e 29). Entretanto esse valor é muito próximo dos valores obtidos pelas outras campanhas (entre 26,5 e 27). Essa diferença é devido à pequena porcentagem de diferença quanto a melhor distribuição de organismos encontrados na 1<sup>a</sup> Campanha (Figura 3.2.2.2.3-14).



**Figura 3.2.2.2.3-14:** Dendrograma de similaridade entre as campanhas realizadas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas de monitoramento do Ciclo 2000.

♦ **RESULTADOS DO CICLO 2001/2002 (MONITORAMENTO DA DRAGAGEM DE MANUTENÇÃO)**

Durante as campanhas de amostragem para monitoramento da dragagem realizadas durante o Ciclo 2001/2002 (outubro/2001 = 1ª Campanha, janeiro/2002 = 2ª Campanha, abril/2002 = 3ª Campanha e agosto/2002 = 4ª Campanha) foram identificadas espécies pertencentes a 7 Filos, 10 Classes, 30 Ordens, 60 Famílias e 72 espécies (419 indivíduos) nas 12 estações amostrais (Tabela 3.2.2.2.3-5).

Tabela 3.2.2.2.3-5: Espécies zoobentônicas amostradas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu nas 4 campanhas de coleta realizadas durante o Ciclo 2001/2002.

---

FILO NEMATODA

sp.

FILO ANNELIDA

Classe Polychaeta

poliq. indet.  
poliq. indet.2

Ordem Phyllodocida

Fam. Glyceridae

*Glycera* sp.

Fam. Goniadidae

*Goniada* sp.

Fam. Pilargidae

sp.

Fam. Eulepethidae

*Grubeulepis* sp.

Fam. Hesionidae

sp.

Fam. Phyllodocidae

sp.

Fam. Polynoidae

*Chaetacanthus* sp.

Fam. Polyodontidae

*Panthalis* sp.

Fam. Syllidae

*Exogone* sp.

sp.

Fam. Nereidae

sp.

Fam. Pisionidae

sp.

Ordem Eunicida

Fam. Lumbrineridae

*Lumbrineris* sp.

Fam. Eunicidae

*Eunice* sp.

Fam. Onuphidae

*Diopatra* sp

*Onuphis* sp.

Ordem Amphinomida

Fam. Amphinomidae

*Eurythoe* sp.

Ordem Opheliida

Fam. Opheliidae

Tabela 3.2.2.3-5: Espécies zoobentônicas amostradas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu nas 4 campanhas de coleta realizadas durante o Ciclo 2001/2002 (Continuação)

	<i>Armandia</i> sp.
Ordem Spionida	
Fam. Cirratulidae	
sp.	
Fam. Magelonidae	
<i>Magelona</i> sp.	
Ordem Terebellida	
Fam. Terebellidae	
<i>Pista</i> sp.	
Ordem Capitellida	
Fam. Maldanidae	
<i>Axiotella</i> sp.	
Ordem Oweniida	
Fam. Owenidae	
<i>Owenia</i> sp.	
FILO MOLLUSCA	
Classe Gastropoda	
Ordem Archaeogastropoda	
Fam. Tricoliidae	
<i>Tricolia</i> sp.	
Ordem Mesogastropoda	
Fam. Nassariidae	
<i>Nassarius</i> sp.	
Fam. Rissoidae	
<i>Rissoina</i> sp.	
Fam. Columbellidae	
<i>Anachis</i> sp.	
Fam. Olividae	
<i>Odostomia</i> sp.	
Fam. Pyramidellidae	
<i>Crysallida</i> sp.	
<i>Turbonilla</i> sp.	
Classe Bivalva	
	Bivalva indet.
Ordem Nuculoida	
Fam. Nuculidae	
<i>Nucula</i> sp.	
Fam. Nuculanidae	
<i>Nuculana</i> sp.	
Ordem Myoida	
Fam. Corbulidae	
<i>Corbula</i> sp.	
Ordem Mytiloida	
Fam. Mytilidae	
<i>Perna perna</i>	
Ordem Veneroida	
Fam. Tellinidae	
<i>Tellina</i> sp.	
Fam. Veneridae	
<i>Anomalocardia</i> sp.	
Fam. Mactridae	
<i>Mactra</i> sp.	
Fam. Ungulidae	

Tabela 3.2.2.3-5: Espécies zoobentônicas amostradas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu nas 4 campanhas de coleta realizadas durante o Ciclo 2001/2002 (Continuação).

---

<p><i>Diplodonta</i> sp.</p> <p>Fam. Lucinidae</p> <p><i>Lucina</i> sp.</p> <p>Fam. Cardiidae</p> <p><i>Trachycardium</i> sp.</p> <p><i>Laevicardium</i> sp.</p> <p>Ordem Ostreoida</p> <p>Fam. Caardiidae</p> <p><i>Trachycardium</i> sp.</p> <p>Fam. Ostreidae</p> <p><i>Crassostrea rhizophorae</i></p>
<b>FILO ARTHROPODA</b>
Classe Crustacea
Subclasse Cirripedia
<i>Balanus</i> sp.
Subclasse Malacostraca
Ordem Amphipoda
<i>Amphipoda</i> sp.1
<i>Amphipoda</i> sp.2
<i>Amphipoda</i> sp.3
Ordem Cumacea
sp.
Ordem Tanaidacea
sp.
Ordem Mysidacea
sp.
Ordem Isopoda
<i>Isopoda</i> sp.1
<i>Isopoda</i> sp.2
<i>Isopoda</i> sp.3
Fam. Sphaeromatidae
sp.
Ordem Decapoda
Infra Ordem Anomura
Família Penaeidae
<i>Penaeus</i> sp.
Infra Ordem Brachyura
<i>Brachyura</i> sp.1
<i>Brachyura</i> sp.2
Fam. Parthenopidae
<i>Cryptopodia</i> sp.
Fam. Majiidae
sp.
Fam. Scyllaridae
<i>Scyllarus</i> sp.
Infraordem Caridae sp.
sp.
<b>FILO ECHINODERMATA</b>
Classe Ophiuroidea
Fam. Amphiuridae
<i>Ophiophragmus</i> sp.
<i>Ophiactis</i> sp.

---

Tabela 3.2.2.3-5: Espécies zoobentônicas amostradas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu nas 4 campanhas de coleta realizadas durante o Ciclo 2001/2002 (Continuação).

---

Classe Holoturoidea	sp.
FILO CHORDATA	
Classe Cephalocordata	
	<i>Anfioxus</i> sp.
Classe Osteichthyes	sp.
FILO SIPUNCULA	
	Sipuncula sp.1
	Sipuncula sp.2

---

Dentre os Filos, o mais abundante foi Crustacea (33%), seguido de Polychaeta (29%), Mollusca (17%), Echinodermata (13%) e outros (8%) (Figura 3.2.2.3-15), sendo que a estação que obteve, de uma forma geral, os melhores valores para os grupos de organismos, foi a Eq5, tendo sido a mesma a estação com maior número de indivíduos (76 indivíduos) (Figura 3.2.2.3-16). Já entre as campanha, a 4<sup>a</sup> campanha (agosto/02) apresentou os melhores valores para cada grupo de organismos e o maior número de indivíduos (275 indivíduos) (Figura 3.2.2.3-17), representando 66% do total, além de terem sido encontrados organismos em todos as estações amostrais, fato que não havia sido observado na 1<sup>a</sup> (outubro/01) e 2<sup>a</sup> campanhas (janeiro/02).

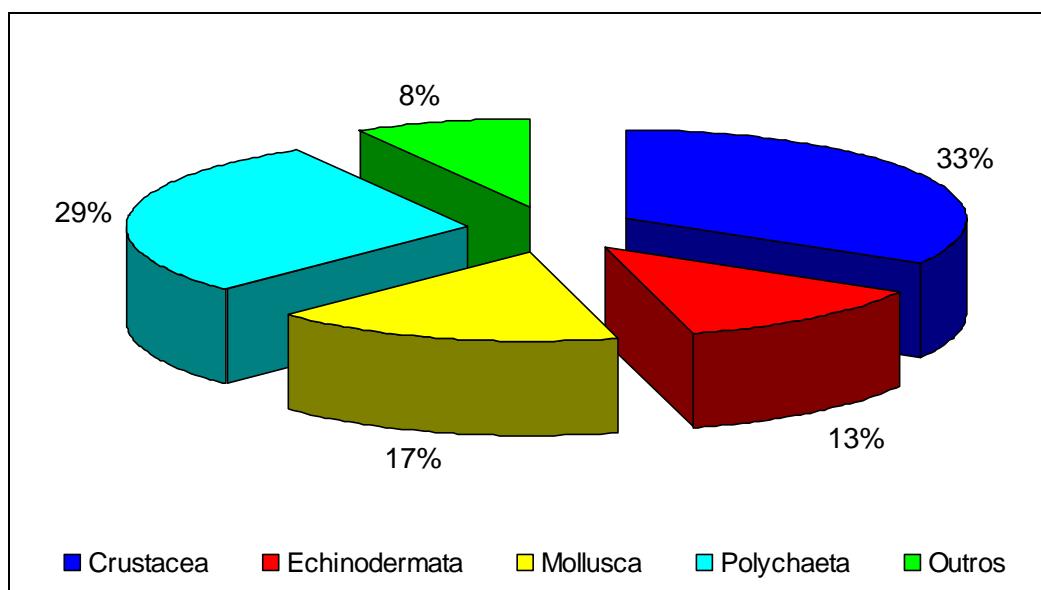


Figura 3.2.2.3-15: Percentual dos grupos de organismos encontrado nas estações amostrais da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o Ciclo 2001/2002.

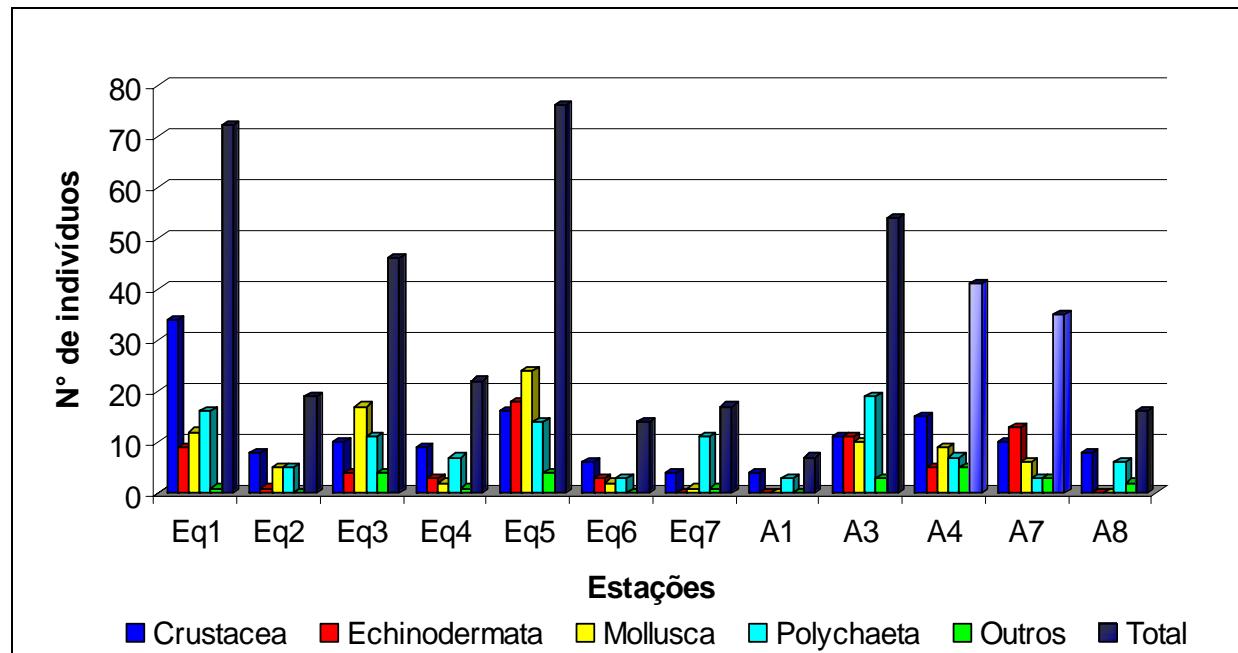


Figura 3.2.2.2.3-16: Número total de indivíduos por grupos encontrados nas estações amostrais da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o Ciclo 2001/2002.

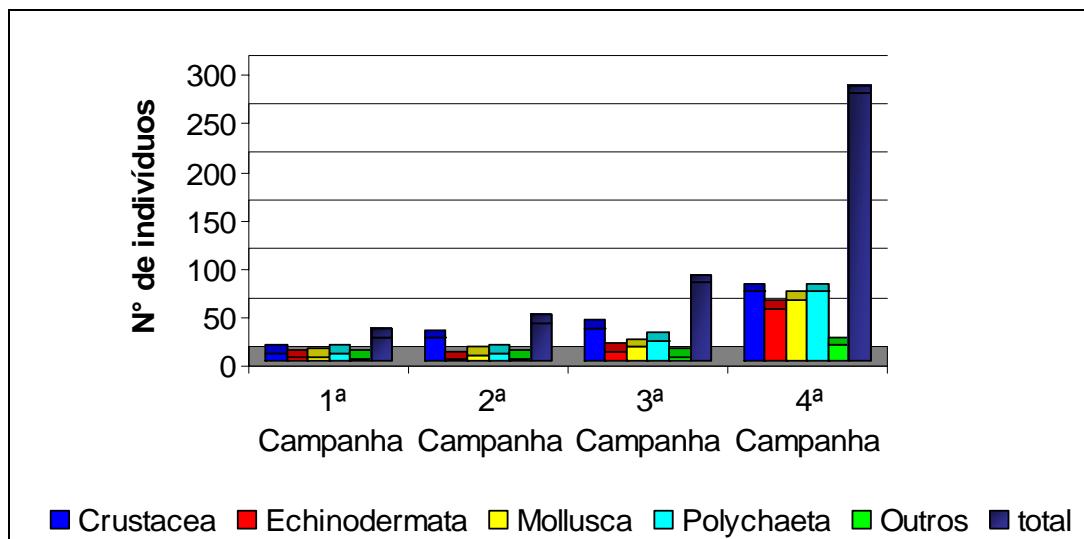


Figura 3.2.2.2.3-17: Número total de indivíduos de cada grande grupo taxonômico encontrado na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o Ciclo 2001/2002.

Os organismos que mais ocorreram foram *Ophiophragmus* sp. (52 indivíduos) e o *Amphipoda* sp. 1 (51 indivíduos), seguidos por *Balanus* sp. (18 indivíduos), *Tanaidacea*, *Nuculana* sp. e *Glycera* sp. (ambos com 16 indivíduos). O grupo dos poliquetas foi o que apresentou o maior número de taxa (26) (Tabela 3.2.2.2.3-6).

Tabela 3.2.2.2.3-6: Inventário dos taxa de zoobentos nas estações amostrais da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o Ciclo 2001/2002 e a porcentagem relativa dos organismos.

ORGANISMOS	Eq1	Eq2	Eq3	Eq4	Eq5	Eq6	Eq7	A1	A3	A4	A7	A8	Total	% Relativa
<b>CHORDATA</b>														
<i>Amphioxus</i> sp.	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	1%
<i>Cephalochordata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0%
<i>Piscis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0%
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1%</b>
<b>CRUSTACEA</b>														
<i>Amphipoda</i> tipo 1	11	3	6	3	6	1	0	2	7	1	8	3	51	12%
<i>Amphipoda</i> tipo 2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0%
<i>Amphipoda</i> tipo 3	3	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	1	8	2%
<i>Balanus</i> sp.	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	18	4%
<i>Brachiura</i> sp.	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	1%
<i>Caridea</i> sp.	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3	1%
<i>Cryptopoda</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0%
<i>Cumacea</i> sp.	2	0	0	0	1	0	0	0	1	2	0	1	7	2%
Fam. <i>Majiidae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
Fam. <i>Sphaeromatidae</i> sp.1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Isopoda</i> sp.1	0	0	1	0	3	1	0	0	1	0	0	1	7	2%
<i>Isopoda</i> sp.2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5	1%
<i>Isopoda</i> sp.3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0%
<i>Mysidacea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0%
<i>Ostracoda</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Pennaeus</i> sp.	0	2	0	2	1	0	0	0	1	0	0	0	6	1%
<i>Scyllarus</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Tanaidacea</i>	2	2	1	2	3	2	0	1	0	1	2	0	16	4%
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>135</b>	<b>32%</b>
<b>ECHINODERMATA</b>														
<i>Holoturoidea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0%
<i>Ophyactis</i> sp.	3	0	2	1	1	0	0	0	1	4	2	0	14	3%
<i>Ophyophragmus</i> sp.	6	1	2	2	17	3	0	0	10	1	10	0	52	12%
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>67</b>	<b>16%</b>
<b>MOLLUSCA</b>														
<i>Anomalocardia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0%
<i>Anachis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0%
<i>Bivalve</i> sp	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
<i>Corbula</i> sp.	1	0	1	0	2	0	0	0	1	0	2	0	7	2%
<i>Crassostrea rizophorae</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	1%
<i>Crysallida</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0%
<i>Diplodonta</i> sp.	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	3	1%
<i>Laevicardium</i> sp.	0	1	1	0	6	1	0	0	1	0	0	0	10	2%
<i>Lucina</i>	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	1%
<i>Mactra</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
<i>Nassarius</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0%
<i>Nuculana</i>	4	0	3	0	5	0	1	0	0	3	0	0	16	4%
<i>Nucula</i>	0	1	2	1	5	0	0	0	0	0	0	0	9	2%
<i>Odostomia</i>	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1%
<i>Olivella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
<i>Perna perna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
<i>Rissoina</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0%
<i>Tellina</i> sp.	3	1	1	1	1	1	0	0	1	0	2	0	11	3%
<i>Trachycardium</i> sp.	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1%

Tabela 3.2.2.2.3-6: Inventário dos taxa de zoobentos nas estações amostrais da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o Ciclo 2001/2002 e a porcentagem relativa dos organismos (Continuação).

ORGANISMOS	Eq1	Eq2	Eq3	Eq4	Eq5	Eq6	Eq7	A1	A3	A4	A7	A8	Total	% Relativa
Tricolia sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0%
Turbonilla sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	3	1%
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>24</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>88</b>	<b>21%</b>
<b>NEMATODA</b>														
Nematoda	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	1	5	1%
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1%</b>
<b>POLYCHAETA</b>														
Armandia sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0%
Axiotella sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0%
Chaetacanthus sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
Diopatra sp.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	1%
Eunice sp.	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	3	1%
Eurythoe sp.	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	9	2%
Exogone sp.	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	1%
Fam. Cirratulidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
Fam. Hesionidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0%
Fam. Nereidae	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	3	1%
Fam. Phyllodocidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
Fam. Pilargidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
Fam. Pisionidae	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	1%
Fam. Syllidae	0	1	3	0	0	0	0	0	1	2	0	0	7	2%
Goniada sp.	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0%
Glycera sp.	3	0	1	1	6	0	0	0	3	0	0	2	16	4%
Grubeulepis sp.	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	1%
Lumbrineris sp.	2	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	7	2%
Magelona sp.	0	1	0	0	1	1	0	1	0	2	0	1	7	2%
Onuphis sp.	3	0	1	2	1	0	0	0	3	0	0	2	12	3%
Owenia sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	4	1%
Panthalis sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0%
Pista sp.	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1%
Poliqueto indeterminado	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0%
Poliqueto indeterminado 2	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	4	1%
Poliq. Indeterminado 3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0%
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>105</b>	<b>25%</b>
<b>SIPUNCULA</b>														
Sipuncula sp.1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5	1%
Sipuncula sp.2	0	0	3	1	0	0	0	0	2	2	1	0	9	2%
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>3%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>72</b>	<b>19</b>	<b>46</b>	<b>22</b>	<b>76</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>54</b>	<b>41</b>	<b>35</b>	<b>16</b>	<b>419</b>	<b>100%</b>

Nenhuma estação foi significativamente diferente quanto ao índice de diversidade, entretanto as Estações Eq3 e Eq1 apresentaram valores ligeiramente maiores que as outras, equivalendo a 3,03 e 3,00, respectivamente. Já entre as campanhas, a 4ª Campanha apresentou índice de diversidade significativamente diferente das demais, obtendo o maior índice (3,36). Para os valores de riqueza também não houve diferença significativa para as estações amostrais e a 4ª Campanha também foi a que apresentou resultado significativo, com o maior número de taxa (51). Tanto as estações quanto as campanhas obtiveram valores de equitabilidade altos (0,73 a 0,98 para as estações de amostragem e 0,85 a 0,95 para as campanhas), não apresentando, entretanto, valores

significativamente diferentes. Quanto à densidade de organismos, também apenas a 4<sup>a</sup> Campanha apresentou resultado significativamente maior ( $4.435 \text{ ind./m}^2$ ) (Figuras 3.2.2.2.3-17, 3.2.2.2.3-18, 3.2.2.2.3-19, 3.2.2.2.3-20, 3.2.2.2.3-21 e 3.2.2.2.3-22 e Tabelas 3.2.2.2.3-7 e 3.2.2.2.3-8).

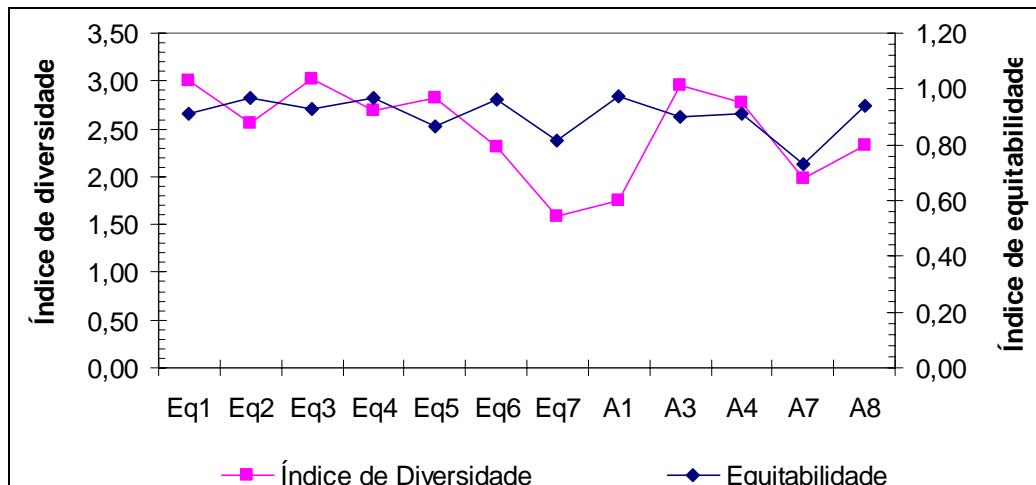


Figura 3.2.2.2.3-17: Valores dos índices de diversidade e equitabilidade encontrados nas estações amostrais da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o Ciclo 2001/2002.

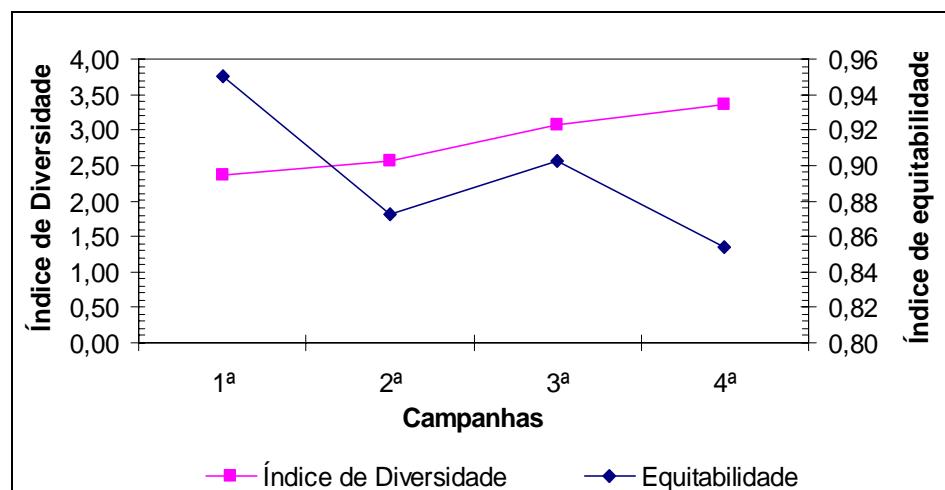
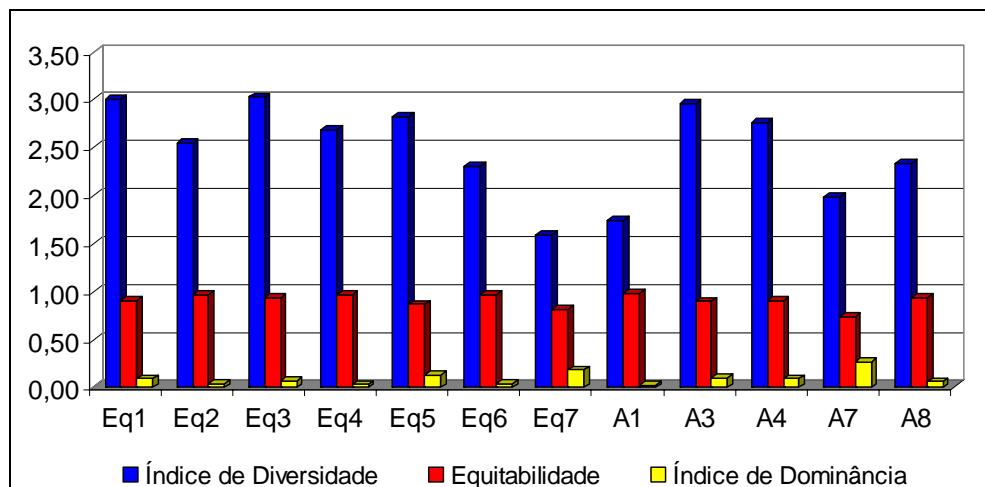
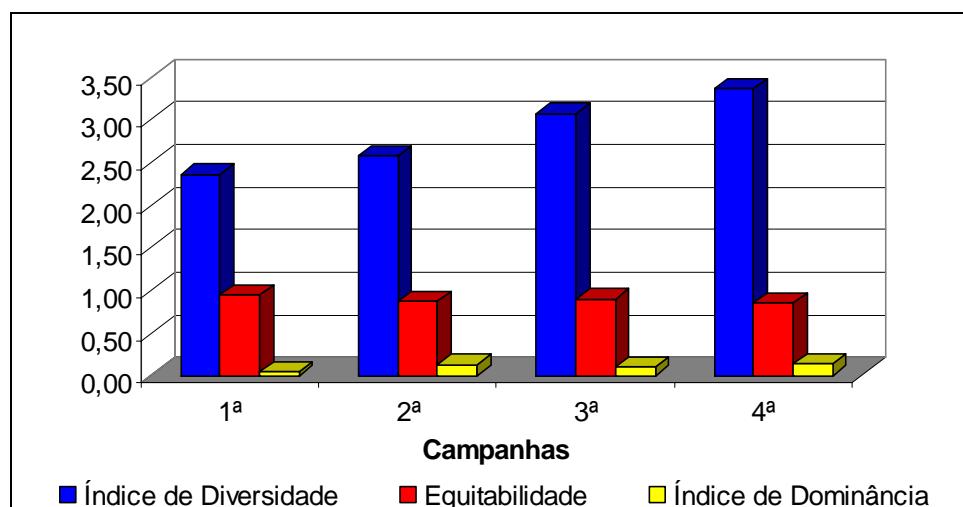


Figura 3.2.2.2.3-18: Valores dos índices de diversidade e equitabilidade obtidos nas estações amostrais da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o Ciclo 2001/2002.



**Figura 3.2.2.2.3-19:** Valores dos índices de diversidade, equitabilidade e dominância obtidos nas estações amostrais da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o Ciclo 2001/2002.



**Figura 3.2.2.2.3-20:** Valores dos índices de diversidade e equitabilidade obtidos nas estações amostrais da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o Ciclo 2001/2002.

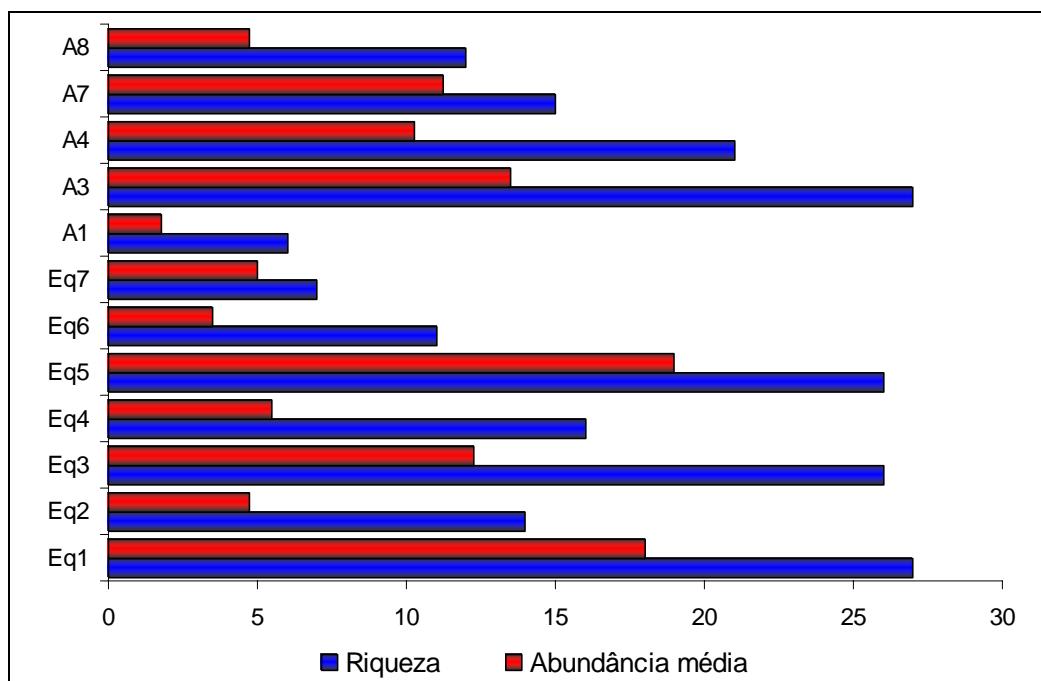


Figura 3.2.2.2.3-21: Riqueza e abundância média obtidas nas estações amostrais da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o Ciclo 2001/2002.

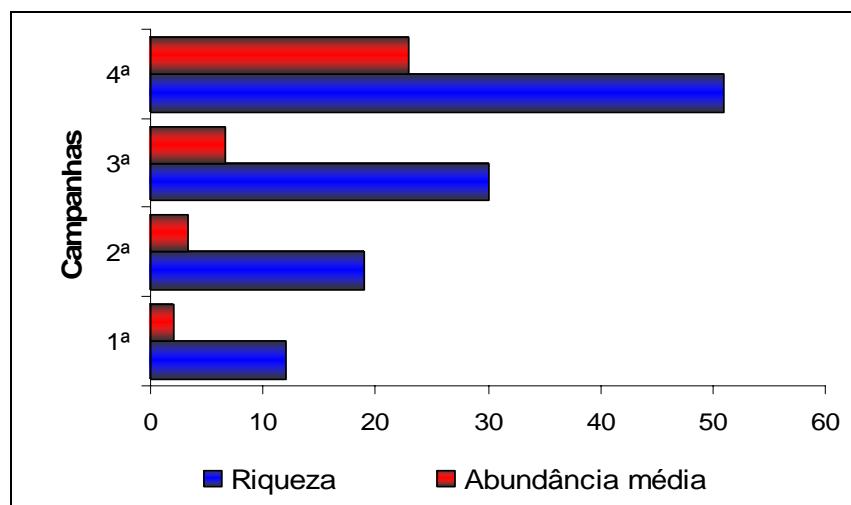


Figura 3.2.2.2.3-22: Riqueza e abundância média obtidas nas estações amostrais da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas do Ciclo 2001/2002.

Tabela 3.2.2.2.3-7: Valores de diversidade, riqueza, equitabilidade, dominância, densidade e abundância média nas estações amostrais e ao longo das campanhas da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o Ciclo 2001/2002.

ESTAÇÕES	ÍNDICE DE DIVERSIDADE	RIQUEZA	EQUITABILIDADE	DOMINÂNCIA	DENSIDADE (ind./m <sup>2</sup> )	ABUNDÂNCIA (DESVIO PADRÃO)
<b>Eq1</b>	3,00	27	0,91	0,09	290,32	18 ( $\pm$ 15,38)
<b>Eq2</b>	2,55	14	0,97	0,03	76,61	4,75 ( $\pm$ 5,91)
<b>Eq3</b>	3,03	26	0,93	0,07	197,58	12,25 ( $\pm$ 18,34)
<b>Eq4</b>	2,69	16	0,97	0,03	88,71	5,5 ( $\pm$ 6,45)
<b>Eq5</b>	2,82	26	0,87	0,13	306,45	19 ( $\pm$ 26,36)
<b>Eq6</b>	2,30	11	0,96	0,04	56,45	3,5 ( $\pm$ 3,11)
<b>Eq7</b>	1,59	7	0,82	0,18	80,65	5 ( $\pm$ 7,23)
<b>A1</b>	1,75	6	0,98	0,02	28,23	1,75 ( $\pm$ 2,22)
<b>A3</b>	2,96	27	0,90	0,10	217,74	13,5 ( $\pm$ 16,94)
<b>A4</b>	2,77	21	0,91	0,09	165,32	10,25 ( $\pm$ 8,06)
<b>A7</b>	1,98	15	0,73	0,27	181,45	11,25 ( $\pm$ 9,32)
<b>A8</b>	2,33	12	0,94	0,06	76,61	4,75 ( $\pm$ 3,16)
<b>CAMPANHAS</b>						
<b>1<sup>a</sup></b>	2,36	12	0,95	0,05	32,26	1,99 ( $\pm$ 2)
<b>2<sup>a</sup></b>	2,57	19	0,87	0,13	52,42	3,25 ( $\pm$ 4,12)
<b>3<sup>a</sup></b>	3,07	30	0,90	0,10	107,53	6,67 ( $\pm$ 7,23)
<b>4<sup>a</sup></b>	3,36	51	0,85	0,15	369,62	22,91 ( $\pm$ 16,21)

Tabela 3.2.2.2.3-8: Análise de variância (ANOVA) e do teste de Tukey realizados com os índices bióticos entre as estações amostrais e as campanhas realizadas durante o Ciclo 2001/2002 ( $p > 0,05$ ) (ns = não significante).

Variável	Fuentes de Variação	Graus de Liberdade	F	Nível de Significância	Tukey
Diversidade	Estações	11	0,972	0,488 (ns)	
	Campanhas	3	18,521	0,000	1 <sup>a</sup> C 2 <sup>a</sup> C 2 <sup>a</sup> C 3 <sup>a</sup> C 4 <sup>a</sup> C
Riqueza	Estações	11	0,873	0,573 (ns)	
	Campanhas	3	17,431	0,000	1 <sup>a</sup> C 2 <sup>a</sup> C 3 <sup>a</sup> C 4 <sup>a</sup> C
Equitabilidade	Estações	11	0,621	0,792 (ns)	
	Campanhas	3	0,574	0,636 (ns)	
Densidade	Estações	11	0,866	0,580 (ns)	
	Campanhas	3	13,329	0,000	1 <sup>a</sup> C 2 <sup>a</sup> C 3 <sup>a</sup> C 4 <sup>a</sup> C

De uma forma geral, as estações amostrais apresentaram variações em seus valores dos índices biológicos que não foram significativamente relevantes, entretanto, a 4<sup>a</sup> Campanha apresentou resultados notavelmente melhores, devido a uma melhor distribuição dos organismos nas estações amostrais. E como foi dito anteriormente, ao longo das quatro campanhas houve um aumento contínuo dos índices de diversidade, riqueza e densidade de organismos (Figuras 3.2.2.2.3-21 e 3.2.2.2.3-22 e Tabela 3.2.2.2.3-7).

Apesar das diferenças não serem significativas, as Estações A1 e Eq7 apresentaram os menores valores para o índice de diversidade (1,59 e 1,75, respectivamente), riqueza (7 e 6 taxa, respectivamente) e densidade (A1 = 112,90 indivíduos/m<sup>2</sup>) e a Estação A7 apresentou o menor valor para a equitabilidade (0,73), devido a uma maior dominância do Anfípoda tipo1 e do ofiuróide *Ophyophragmus* sp., que juntos, contribuíram com 52% dos indivíduos nessa estação (Figuras 3.2.2.2.3-17, 3.2.2.2.3-19 e 3.2.2.2.3-21 e Tabelas 3.2.2.2.3-7 e 3.2.2.2.3-8). Quanto às campanhas, a 1<sup>a</sup> Campanha foi a que apresentou os menores valores para índice de diversidade (2,36), riqueza (12 taxa) e densidade (387,10 ind./m<sup>2</sup>), mas houve uma melhora desses índices ao longo das campanhas (Figuras 3.2.2.2.3-18, 3.2.2.2.3-20 e 3.2.2.2.3-22 e Tabela 3.2.2.2.3-7).

Os valores obtidos na 4<sup>a</sup> Campanha demonstram uma melhora no ambiente, uma vez que houve um acréscimo nos índices de diversidade, riqueza de espécies e densidade em relação às últimas campanhas realizadas na área do Porto de Ubu, não tendo sido observado, como por exemplo, valores para a riqueza igual a 0 (zero) em nenhuma estação.

Mesmo não sendo significativamente diferentes, destaca-se que as estações Eq5 e Eq1 foram as que apresentaram melhores condições ao longo das quatro campanhas realizadas (Figuras 3.2.2.2.3-23 a 3.2.2.2.3-25). Em compensação, a estação A1, de uma forma geral, devido aos seus valores de diversidade, riqueza e densidade obtidos ao longo das campanhas, apresentou-se como a estação com as piores condições.

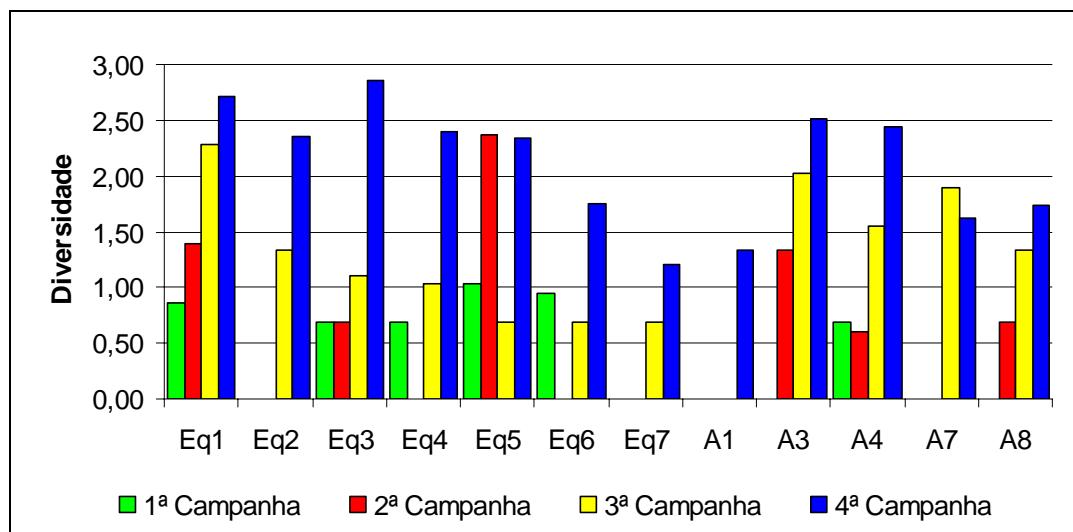


Figura 3.2.2.2.3-23: Valores de diversidade obtidos nas estações amostrais da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas do Ciclo 2001/2002.

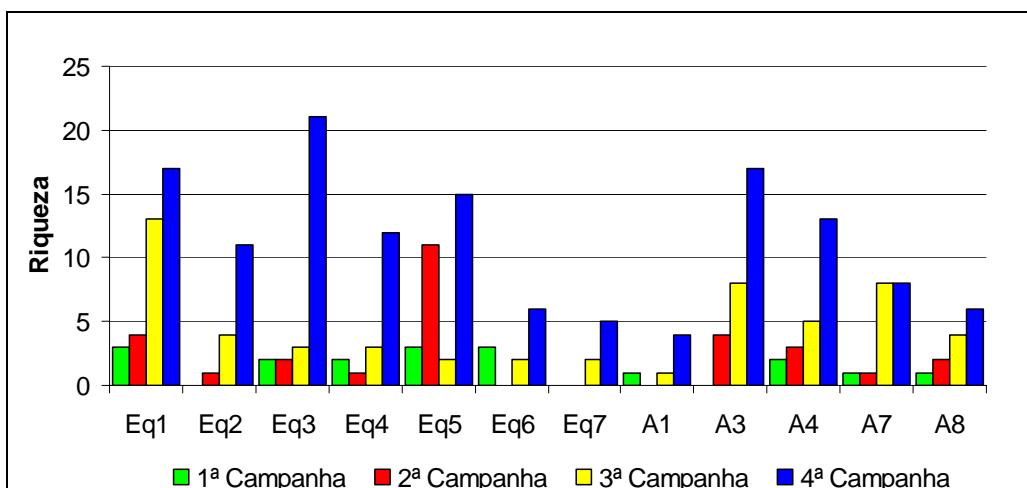


Figura 3.2.2.2.3-24: Valores de riqueza obtidos nas estações amostrais da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas do Ciclo 2001/2002.

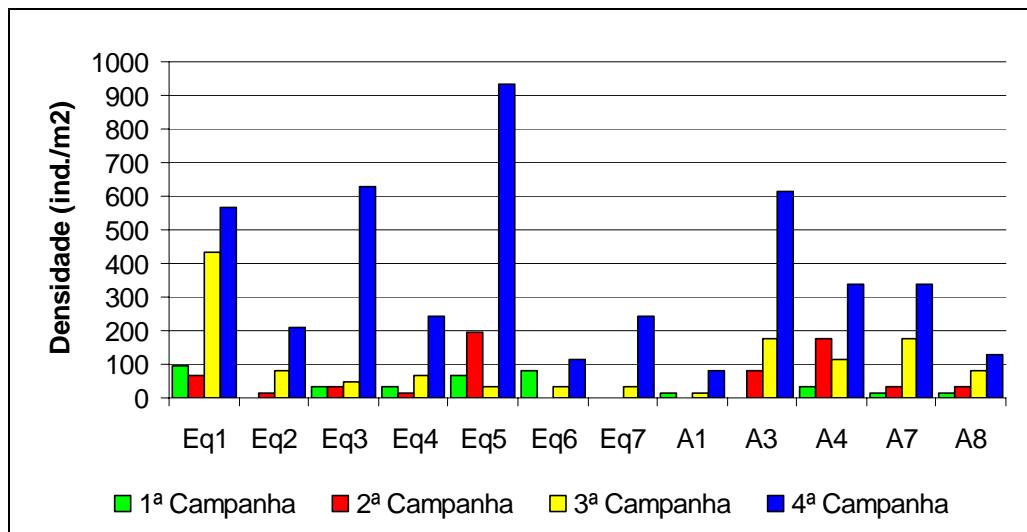
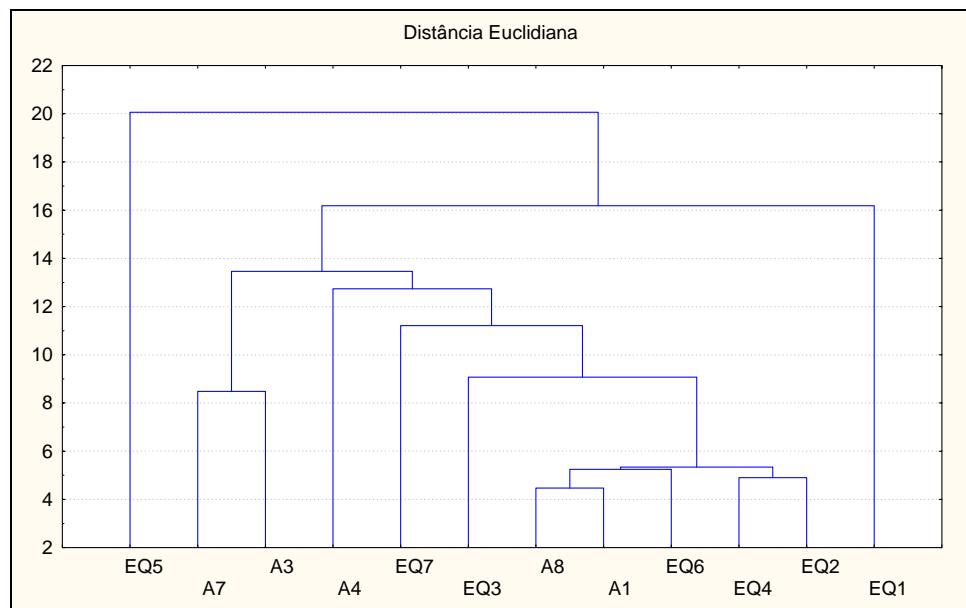


Figura 3.2.2.2.3-25: Valores de densidade (ind./m<sup>2</sup>) encontrados nas estações amostrais da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas do Ciclo 2001/2002.

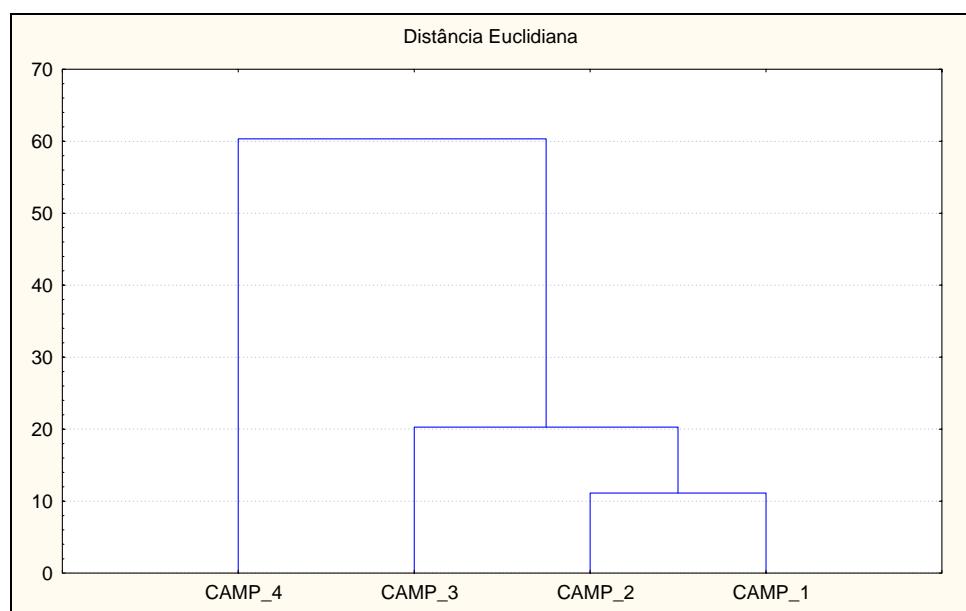
Análises multivariadas com os dados de abundância da macrofauna bêntica mostraram diferença significativa entre as campanhas (ANOSIM:  $R = 0,149$ ,  $P < 0,05$ ), entretanto, não houve diferença entre as estações amostrais (ANOSIM:  $R = -0,016$ ,  $P > 0,05$ ), corroborando que as estações amostrais apresentam resultados estatisticamente similares e as 4 campanhas apresentam diferenças (Tabela 3.2.2.2.3-8).

Com relação à similaridade entre as estações amostradas (Figura 3.2.2.2.3-26), as Estações Eq5 e Eq1 apresentaram os maiores valores no que diz respeito à distância euclidiana (acima de dezesseis), sendo por isso as estações com maior dissimilaridade, devido ao fato de que apresentaram os maiores valores de abundância e a maior ocorrência do ofiuroide *Ophiophragmus* sp. (Eq5 = 17 indivíduos) e do anfípoda tipo1 (Eq1 = 11 indivíduos).

Já em relação às campanhas, a 4<sup>a</sup> Campanha apresentou valores de distância euclidiana acima de 60. O valor é considerado alto quando comparado ao obtidos para a 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> campanhas, que obtiveram valores abaixo de 25 (Figura 3.2.2.2.3-27). Isso ocorreu devido à abundância de organismos encontrada nessa campanha, que obteve um total de 66% de indivíduos da soma das 4 campanhas agrupadas.



**Figura 3.2.2.2.3-26: Dendrograma de similaridade entre as estações amostrais da área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante as campanhas do Ciclo 2001/2002.**



**Figura 3.2.2.2.3-27: Dendrograma de similaridade entre as campanhas realizadas na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu durante o Ciclo 2001/2002.**

♦ **COMPRAÇÃO DOS RESULTADOS DOS CICLOS 2000 (Monitoramento do Projeto “Spool Base”) E 2001/2002 (Monitoramento da Dragagem de Manutenção)**

Durante os Ciclos 2000 e 2001/2002 foi observado que a proporção de contribuição dos principais grupos de organismo não variou, entretanto, no Ciclo 2001/2002, o número médio de organismos aumentou (Figura 3.2.2.2.3-28).

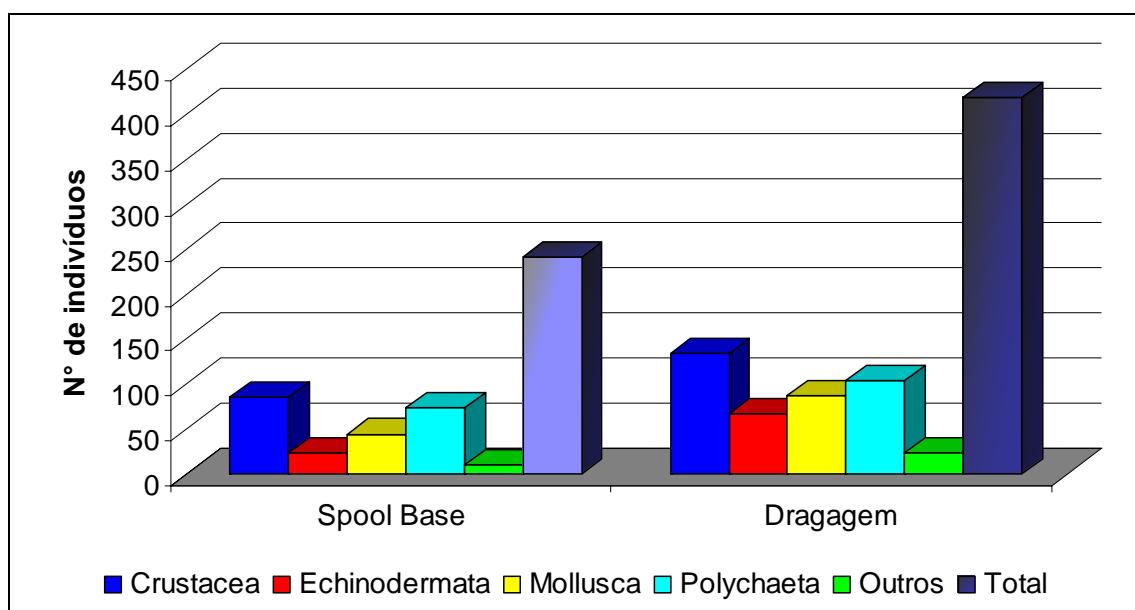
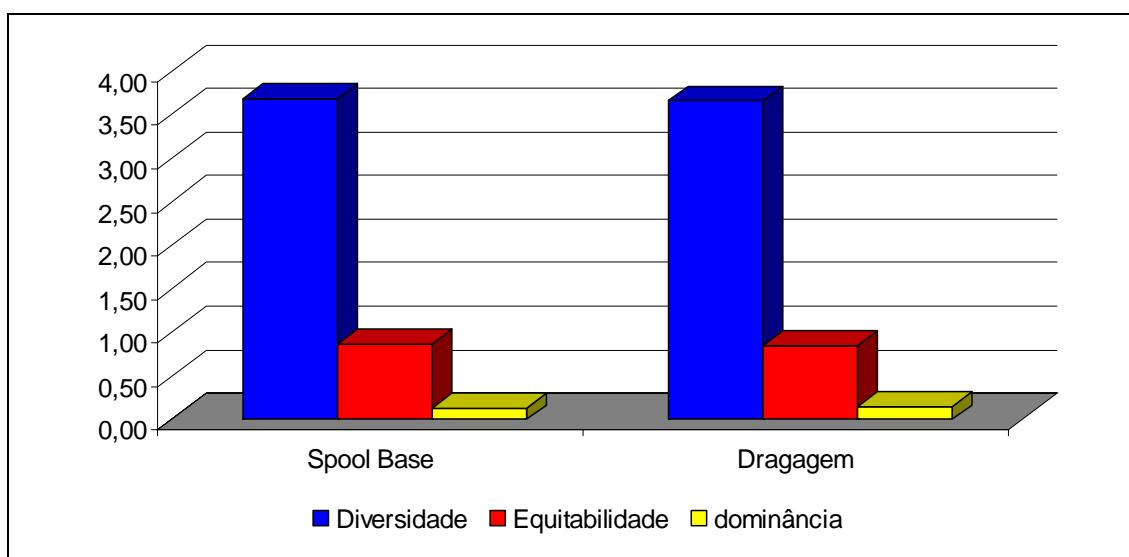


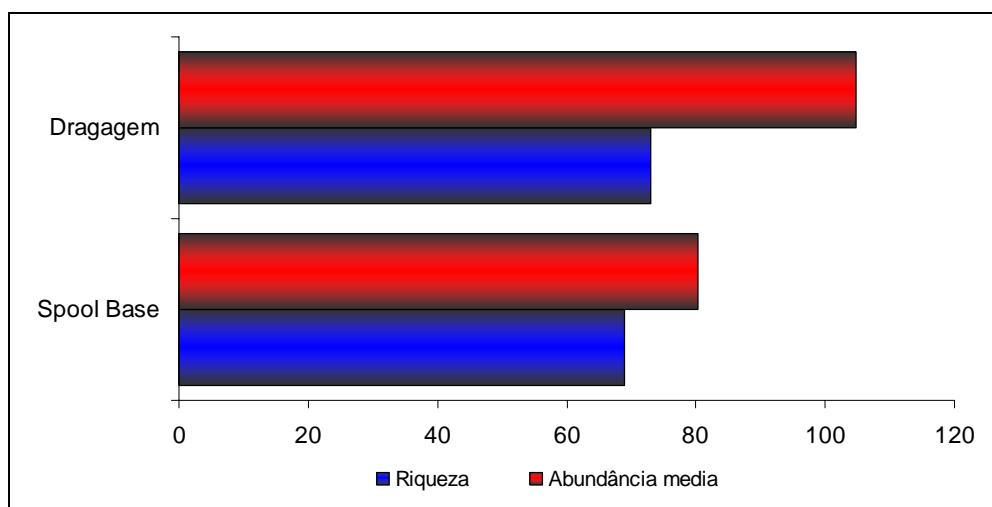
Figura 3.2.2.2.3-28: Número total de indivíduos dos grandes grupos encontrados na área marinha adjacente ao Terminal Ponta Ubu durante o de monitoramento referente aos Ciclos 2000 (Spool Base) e 2001/2002 (Dragagem).

Os índices biológicos de cada etapa não apresentaram diferenças significativas pela análise de variância (ANOVA). Isso quer dizer que todas as campanhas realizadas em cada etapa foram consideradas homogêneas quando comparadas. Até mesmo a 4<sup>a</sup> campanha do Ciclo 2001/2002, que foi considerada significativamente diferente das demais campanhas deste mesmo período, quando comparada com as campanhas do Ciclo 2000 apresenta diferença não significativa, igualando-se às demais (Figuras 3.2.2.2.3-29 e 3.2.2.2.3-30 e Tabelas 3.2.2.2.3-9 e 3.2.2.2.3-10).

Mesmo não sendo significativamente diferente, houve um aumento da densidade média dos organismos na etapa Dragagem (Figura 3.2.2.2.3-30), apresentando uma possível melhora no ambiente.



**Figura 3.2.2.2.3-29:** Valores dos Índices de Diversidade e Equitabilidade encontrados durante os monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 (Spool Base) e 2001/2002 (Dragagem) na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.



**Figura 3.2.2.2.3-30:** Valores de Riqueza e Abundância média encontrados durante os monitoramentos referentes aos Ciclos 2000 (Spool Base) e 2001/2002 (Dragagem) na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu.

**Tabela 3.2.2.2.3-9:** Valores de diversidade, riqueza, equitabilidade, dominância, densidade e abundância média encontradas na área marinha adjacente ao Terminal Ponta Ubu durante os Ciclos 2000 e 2001/2002.

Ciclos de Monitoramento	Índice de Diversidade	Riqueza	Equitabilidade	Dominância	Densidade (ind/m <sup>2</sup> )	Abundância (Desvio Padrão)
2000	3,68	69	0,87	0,13	1295,70	80,33 ( $\pm$ 31,13)
2001/1002	3,65	73	0,85	0,15	1685,48	104,75 ( $\pm$ 115,92)

Tabela 3.2.2.3-10: Análise de variância (ANOVA) realizada com os índices bióticos obtidos na área marinha adjacente ao Terminal Ponta Ubu durante os Ciclos 2000 e 2001/2002.

Variável	Fontes de variação	Graus de Liberdade	F	Nível de significância
Diversidade	Ciclos de Monitoramento	1	1,590	0,211 (ns)
Riqueza	Ciclos de Monitoramento	1	2,447	0,122 (ns)
Equitabilidade	Ciclos de Monitoramento	1	0,091	0,765 (ns)
Densidade	Ciclos de Monitoramento	1	0,632	0,429 (ns)

Análises multivariadas com os dados de abundância da macrofauna bêntica não mostraram diferença significativa entre as etapas (ANOSIM:  $R= 0,296$ ,  $P < 0,05$ ), corroborando que ambas apresentaram distribuição de organismos parecidas e, por isso, o resultado estatisticamente similar.[

Entretanto, apesar dos índices de riqueza e abundância serem estatisticamente similares, a composição do taxa e sua distribuição de organismos nas etapas são diferentes. Através da análise SIMPER, foi constatado que as etapas apresentam uma média de dissimilaridade de 82,22% o que quer dizer que muitos taxa que apareceram na etapa Spool Base desapareceram na Dragagem e vice-versa.

#### ♦ CONCLUSÃO GERAL DOS CICLOS 2000 E 2001/2002.

Durante as amostragens realizadas ao longo dos Ciclos 2000 e 2001/2002, realizadas nas estações amostrais na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu, os índices bióticos apresentados, por campanha foram elevados.

Os índices de diversidade, riqueza, equitabilidade e densidade, foram em média, de 2,88, 28,71, 0,89 e 1.009,41 ind/m<sup>2</sup>, respectivamente, demonstrando uma boa distribuição de organismos ao longo das campanhas.

Além disto, não foram observadas diferenças significativas entre essas etapas, o que demonstra que não houve variação significativa da qualidade ambiental referente às comunidades zoobentônicas ao longo desse período, sendo as variações observadas podendo ser atribuídas fatores sazonais.

### 3.2.2.2.4 Fauna Marinha

Para o levantamento da fauna marinha ocorrente na área adjacente ao Terminal de Ponta Ubu foram resgatados dados secundários disponíveis na literatura sobre as comunidades de peixes, aves, tartarugas-marinhas e cetáceos, além de além de entrevistas com moradores e pescadores do entorno imediato, estando os resultados obtidos descritos abaixo, e compartmentalizados para cada um dos grupos zoológicos citados acima.

#### ♦ **ICTIOFAUNA**

##### *- ASPECTOS METODOLÓGICOS*

Para o levantamento da ictiofauna presente na área marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu foi realizada compilação de dados secundários, além de entrevistas com moradores e pescadores do entorno imediato.

A ictiofauna marinha adjacente ao Terminal de Ponta Ubu foi recentemente estudada durante o Monitoramento Biológico Marinho e de Qualidade de Águas da Dragagem de Manutenção (EQUILIBRIUM, 2002), quando foram realizadas 4 campanhas trimestrais de amostragem. Dados sobre a ictiofauna recifal associada ao píer do Terminal de Ponta Ubu e fundos recifais próximos ao mesmo, foram cedidas pelo pesquisador João Luiz Gasparini (Gasparini, J. L. Peixes recifais do Espírito Santo – dados não publicados).

##### *- RESULTADOS E DISCUSSÃO*

Na compilação de dados secundários, entrevistas com moradores do entorno imediato e dados cedidos pelo pesquisador João Luiz Gasparini, foram registradas 89 espécies de peixes marinhos (de fundos de areia/lama e recifais), distribuídas em 39 famílias. A Tabela 3.2.2.4-1 traz esta listagem acompanhada dos nomes populares e fonte bibliográfica das espécies.

Tabela 3.2.2.4-1: Lista das espécies de peixes marinhos encontrados na Praia de Maimbá, Píer do Terminal de Ponta Ubu e fundos recifais adjacentes.

FAMÍLIA / ESPÉCIE	NOME POPULAR	FONTE
<b>Família Carcharhinidae</b>		
<i>Carcharhinus aff. porosus</i>	cação-cortador	Equilibrium, 2002
<i>Rhizoprionodon</i> sp.	cação-perna-de-moça	Gasparini (DNP)
<b>Família Dasyatidae</b>		
<i>Dasyatis guttata</i>	raia-manteiga	Gasparini (DNP)
<b>Família Rhinobatidae</b>		
<i>Rhinobatos percellens</i>	cação-viola	Equilibrium, 2002
<b>Família Myliobatidae</b>		
<i>Aetobatus narinari</i>	ratão, raia-chita	Equilibrium, 2002
<b>Família Clupeidae</b>		
<i>Opisthonema oglinum</i>	sardinha-arenque	Equilibrium, 2002
<b>Família Muraenidae</b>		
<i>Gymnothorax funebris</i>	caramurú	Gasparini (DNP)
<i>Gymnothorax moringa</i>	caramurú-pintado	Gasparini (DNP)
<b>Família Ogcocéfalidae</b>		
<i>Ogcocéphalus vespertilio</i>	peixe-morcego	Equilibrium, 2002

Legenda: DNP = Dados Não Publicados.

Tabela 3.2.2.4-1: Lista das espécies de peixes marinhos encontrados na Praia de Maimbá, Píer do Terminal de Ponta Ubu e fundos recifais adjacentes (Continuação).

FAMÍLIA / ESPÉCIE	NOME POPULAR	FONTE
<b>Família Mugilidae</b>		
<i>Mugil curema</i>	tainha, parati	Gasparini (DNP)
<i>Mugil liza</i>	tainha, parati	Equilibrium, 2002
<b>Família Triglidae</b>		
<i>Prionotus punctatus</i>	voador, cabrinha	Equilibrium, 2002
<b>Família Belonidae</b>		
<i>Strongylura marina</i>	peixe-agulha	Gasparini (DNP)
<i>Strongylura timucu</i>	peixe-agulha	Gasparini (DNP)
<b>Família Holocentridae</b>		
<i>Holocentrus ascensionis</i>	joão-cachaça	Gasparini (DNP)
<b>Família Dactylopteridae</b>		
<i>Dactylopterus volitans</i>	peixe-voador	Gasparini (DNP)
<b>Família Scorpaenidae</b>		
<i>Scorpaena plumieri</i>	moreia-atí, peixe-pedra	Gasparini (DNP)
<b>Família Centropomidae</b>		
<i>Centropomus undecimalis</i>	robalão, robalo-peba	Gasparini (DNP)
<i>Centropomus parallelus</i>	robalo	Gasparini (DNP)
<b>Família Serranidae</b>		
<i>Diplectrum radiale</i>	michole	Gasparini (DNP)
<i>Epinephelus afer</i>	garoupa-gato	Gasparini (DNP)
<i>Epinephelus itajara</i>	mero	Gasparini (DNP)
<i>Mycteroperca acutirostris</i>	badejo-mira	Gasparini (DNP)
<i>Mycteroperca interstitialis</i>	badejo	Gasparini (DNP)
<i>Rypticus saponaceus</i>	badejo-sabão	Gasparini (DNP)
<i>Serranus baldwini</i>	badejinho	Gasparini (DNP)
<b>Família Apogonidae</b>		
<i>Apogon americanus</i>	apogon	Gasparini (DNP)
<b>Família Pomatomidae</b>		
<i>Pomatomus saltator</i>	enchova	Gasparini (DNP)
<b>Família Echeneidae</b>		
<i>Echeneis naucrates</i>	peixe-piolho, pegador	Gasparini (DNP)
<b>Família Carangidae</b>		
<i>Carangoides bartholomaei</i>	xíxarro	Gasparini (DNP)
<i>Carangoides crysos</i>	xíxarro	Equilibrium, 2002
<i>Carangoides fuscus</i>	xíxarro	Gasparini (DNP)
<i>Carangoides ruber</i>	xíxarro	Gasparini (DNP)
<i>Caranx hippos</i>	xaréu	Gasparini (DNP)
<i>Caranx latus</i>	carapau	Gasparini (DNP)
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	vento-leste	Gasparini (DNP)
<i>Decapterus macarellus</i>	-	Gasparini (DNP)
<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	vento-leste	Equilibrium, 2002
<i>Oligoplites aff. Saurus</i>	guaiuba, guaivira	Equilibrium, 2002
<i>Selar crumenophthalmus</i>	-	Gasparini (DNP)
<i>Selene vomer</i>	peixe-galo	Equilibrium, 2002
<i>Selene setapinnis</i>	peixe-galo-de-penacho	Equilibrium, 2002
<i>Trachinotus carolinus</i>	pampo	Gasparini (DNP)
<i>Trachinotus falcatus</i>	samendoara	Equilibrium, 2002
<b>Família Lutjanidae</b>		
<i>Lutjanus analis</i>	sirioba	Equilibrium, 2002
<i>Lutjanus jocu</i>	dentão	Gasparini (DNP)
<b>Família Gerreidae</b>		
<i>Diapterus rhombus</i>	carapeba-branca	Equilibrium, 2002
<i>Eucinostomus argenteus</i>	parmitunga	Gasparini (DNP)
<i>Eucinostomus lefroyi</i>	parmitunga	Gasparini (DNP)
<b>Família Haemulidae</b>		
<i>Anisotremus surinamensis</i>	sargo-de-beiço	Gasparini (DNP)

Legenda: DNP = Dados Não Publicados.

Tabela 3.2.2.4-1: Lista das espécies de peixes marinhos encontrados na Praia de Maimbá, Píer do Terminal de Ponta Ubu e fundos recifais adjacentes (Continuação).

FAMÍLIA / ESPÉCIE	NOME POPULAR	FONTE
<i>Anisotremus virginicus</i>	sargo-de-fita, salema	Gasparini (DNP)
<i>Haemulon aurolineatum</i>	Cocoroca	Equilibrium, 2002
<i>Haemulon plumieri</i>	boca-de-velho	Gasparini (DNP)
<i>Haemulon steindachneri</i>	cocoroca	Gasparini (DNP)
<i>Orthopristis ruber</i>	cocoroca	Gasparini (DNP)
<b>Família Sparidae</b>		
<i>Archosargus probatocephalus</i>	sargo-de-dente	Gasparini (DNP)
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	canhanha	Gasparini (DNP)
<i>Calamus pennatula</i>	pargo-pena	Equilibrium, 2002
<i>Diplodus argenteus</i>	pinta-no-cabo	Gasparini (DNP)
<i>Pagrus pagrus</i>	pargo-rosa	Gasparini (DNP)
<b>Família Polynemidae</b>		
<i>Polydactylus virginicus</i>	barbudo	Equilibrium, 2002
<b>Família Sciaenidae</b>		
<i>Cynoscion leiarchus</i>	pescada-cortadeira	Equilibrium, 2002
<i>Macrodon ancylodon</i>	pescada-cortadeira	Equilibrium, 2002
<i>Larimus breviceps</i>	boca-torta	Equilibrium, 2002
<i>Odontoscion dentex</i>	pescada-da-pedra	Gasparini (DNP)
<i>Pareques acuminatus</i>	equetus	Gasparini (DNP)
<i>Menticirrhus americanus</i>	pé-de-banco	Equilibrium, 2002
<i>Micropogonias furnieri</i>	corvina	Equilibrium, 2002
<b>Família Mullidae</b>		
<i>Pseudupeneus maculatus</i>	trilha-vermelha	Gasparini (DNP)
<b>Família Pempheridae</b>		
<i>Pempheris schomburgki</i>	olhudo	Gasparini (DNP)
<b>Família Chaetodontidae</b>		
<i>Chaetodon striatus</i>	peixe-borboleta	Gasparini (DNP)
<b>Família Pomacanthidae</b>		
<i>Holacanthus ciliaris</i>	peixe-anjo, ciliaris	Gasparini (DNP)
<i>Pomacanthus paru</i>	frade, paru, paru-cagão	Gasparini (DNP)
<b>Família Pomacentridae</b>		
<i>Abudefduf saxatilis</i>	oá, sargento	Gasparini (DNP)
<i>Stegastes fuscus</i>	maria-preta, donzela	Gasparini (DNP)
<b>Família Labridae</b>		
<i>Halichoeres brasiliensis</i>	sabonete-azul	Gasparini (DNP)
<i>Halichoeres poeyi</i>	sabonete-verde	Gasparini (DNP)
<b>Família Scaridae</b>		
<i>Sparisoma axillare</i>	batata	Gasparini (DNP)
<i>Sparisoma amplum</i>	batata-verde	Gasparini (DNP)
<b>Família Trichiuridae</b>		
<i>Trichiurus lepturus</i>	peixe-espada	Equilibrium, 2002
<b>Família Scombridae</b>		
<i>Scomberomorus aff. brasiliensis</i>	sarda	Equilibrium, 2002
<b>Família Stromateidae</b>		
<i>Peprilus paru</i>	gordinho	Equilibrium, 2002
<b>Família Labrisomidae</b>		
<i>Labrisomus nuchipinnis</i>	moreia	Gasparini (DNP)
<b>Família Blenniidae</b>		
<i>Parablennius marmoreus</i>	moreia	Gasparini (DNP)
<i>Scartella cristata</i>	moreia	Gasparini (DNP)
<b>Família Ephippidae</b>		
<i>Chaetodipterus faber</i>	paru-branco	Equilibrium, 2002
<b>Família Acanthuridae</b>		
<i>Acanthurus bahianus</i>	peroá-lanceta	Gasparini (DNP)
<i>Acanthurus chirurgus</i>	peroá-lanceta	Gasparini (DNP)
<i>Acanthurus coeruleus</i>	peroá-lanceta-azul	Gasparini (DNP)

Legenda: DNP = Dados Não Publicados.

No único estudo pretérito que tratou da ictiofauna marinha (EQUILIBRIUM, 2002), as espécies que mais abundantes foram: *Trichiurus lepturus*, *Hemicaranx amblyrhynchus*, *Oligoplites* aff. *saurus*, *Caranx cryos*, *Cynoscion leiarchus* e *Peprilus paru* (Figura 3.2.2.4-1). Todas estas, de interesse econômico para os pescadores artesanais que atuam na região.



**Figura 3.2.2.4-1** Espécime de gordinho (*Peprilus paru*), uma das espécies de peixe marinho encontrada na Praia de Maimbá e adjacências, e que é capturada por pescadores artesanais que atuam na região.

#### *- A IMPORTÂNCIA DOS FUNDOS RECIFAIOS*

Os fundos recifais existentes ao largo da Praia de Maimbá, píer do Porto de Ubú, Praia do Além, Ponta de Ubu, Parati, Guanabara e Castelhanos, são bastante heterogêneos e, muito provavelmente, guardam uma rica fauna de peixes recifais, conforme dados contidos na Tabela 3.2.2.4-1.

GASPARINI *et al.* (2000) relata a grande importância bio-ecológica das ilhas de Guarapari, distante a poucos quilômetros da Ponta de Ubu. Neste artigo bastante recente, os autores ainda tecem comentários sobre a posição geográfica privilegiada do Estado do Espírito Santo e a confluência de correntes marinhas e planícies zoogeográficas, que propicia condições ímpares para a existência de uma alta riqueza de formas.

#### *- A PESCA NO MUNICÍPIO DE ANCHIETA*

Estão cadastrados no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER, 541 pescadores e 111 embarcações motorizadas para o município de Anchieta (INCAPER, 2003).

Parte desta frota, cerca de 75 embarcações (entre 1 e 4 toneladas de arqueação bruta), atuam na região mais costeira do município, voltadas para a pesca com redes e espinhel

## ♦ **TARTARUGAS MARINHAS**

A Tabela 3.2.2.2.4-2 traz a listagem das espécies de tartarugas marinhas ocorrentes na área de estudo, com seus respectivos nomes populares e fontes bibliográficas (Fundação Pró-Tamar, 2004; LOPES, 2004).

Tabela 3.2.1.2.4-2: Lista das espécies de tartarugas marinhas encontradas na área de estudo, com seus respectivos nomes populares e fontes bibliográficas

FAMÍLIA / ESPÉCIE	NOMES POPULARES	FONTE
<b>Família Cheloniidae</b>		
<i>Caretta caretta</i>	Tartaruga-cabeçuda	FPT, 2004 LOPES, 2004
<i>Chelonia mydas</i>	Tartaruga-verde	FPT, 2004
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tartaruga-de-pente	FPT, 2004

Legenda = FPT = Fundação Pró-Tamar

## **PARCERIA COM O PROJETO TAMAR (FUNDACÃO PRÓ-TAMAR)**

Cabe ressaltar a parceria da SAMARCO Mineração S.A. com o Projeto TAMAR/IBAMA para a implantação da Base Experimental de Anchieta (FUNDACÃO PRÓ-TAMAR, 2004).

As pesquisas realizadas pelo Projeto Tamar, em parceria com a SAMARCO Mineração S.A., na Área de Proteção Ambiental da Guanabara, que compreende a faixa litorânea entre as localidades de Além e Guanabara, mostraram que o local é um importante sítio de alimentação da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) e da tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), e um importante sítio de desova (reprodução) da tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*).

Todas as três espécies constam da lista oficial do IBAMA de espécies ameaçadas de extinção (IBAMA, 2003), portanto, a conservação dos fundos recifais, sua fauna e flora, além das praias da referida APA da Guanabara, são fatores vitais para a preservação destas espécies de tartarugas-marinhas na região.

## ♦ **AVES MARINHAS**

### **- ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Para o levantamento da avifauna marinha das áreas de influência do empreendimento, foi realizada compilação de dados secundários (AUDITECH, 1997; TEIXEIRA & PERRONE, 1998; PERRONE & TEIXEIRA, 1998; AB-3, 1999; EQUILIBRIUM, 1999; SAMARCO, 2004 e LOPES, 2004), principalmente os estudos mais recentes realizados pelos pesquisadores Márcia Viegas Greco de Andrade e Marco Antônio de Andrade (SAMARCO, 2004) e Sandrelly Amigo Lopes (LOPES, 2004), além de entrevistas com moradores do entorno imediato da SAMARCO Mineração S.A.

### **- RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na compilação de dados secundários e entrevistas com moradores do entorno foi registrado um total de 7 espécies de aves marinhas, distribuídas em 6 famílias, ocorrendo na área marinha litorânea adjacente ao Terminal de Ponta Ubu (Tabela 3.2.1.2.4-3).

Tabela 3.2.2.2.4-3: Lista das espécies de aves marinhas encontradas na área adjacente à localidade Ponta Ubu, seus respectivos nomes populares, ambientes de ocorrência e observações complementares (modificada de SAMARCO, 2004).

FAMÍLIA E ESPÉCIE	NOME POPULAR	OBS
<b>Família Fregatidae</b>		
<i>Fregata magnificens</i>	tesourão-magnífico, tesoura	
<b>Família Pandionidae</b>		
<i>Pandion haliaetus</i>	água-pescadora	
<b>Família Haematopodidae</b>		
<i>Haematopus palliatus</i>	piru-piru, miauí	Mi
<b>Família Charadriidae</b>		
<i>Charadrius collaris</i>	batuira-de-coleira	Mi
<b>Família Laridae</b>		
<i>Sterna hirundinacea</i>	trinta-reis de bico-amarelo, atí	Mi
<i>Sterna eurygnatha</i>	Trinta-rei de bico-vermelho, atí	Mi
<b>Família Mimidae</b>		
<i>Mimus gilvus</i>	sabiá-da-praia	Xe

**Legenda:** Categoria de fauna: Mi = migratória; Xe = xerimbabo (animal de estimação).

#### ◆ CETÁCEOS

No ambiente marinho ao largo da Ponta Ubu e águas adjacentes, já foram registradas nove espécies de cetáceos (mamíferos marinhos). Três de baleias verdadeiras (Misticetos) e seis cetáceos com dentes (Odontocetos) (Tabela 3.2.2.2.4-4).

Tabela 3.2.2.2.4-4: Espécies de mamíferos marinhos encontrados ao largo da Ponta Ubu e adjacências, com seus respectivos nomes populares e fonte bibliográfica.

ESPÉCIE	NOME POPULAR	FONTE
<i>Eubalaena australis</i>	baleia-franca-do-sul	BARROS, 1991
<i>Megaptera novaeangliae</i>	baleia-jubarte	LOPES, 2004
<i>Balaenoptera borealis</i>	baleia-sei	BARROS, 1991
<i>Physeter macrocephalus</i>	cachalote	BARROS, 1991
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	baleia-piloto-de-peitorais-curtas	BARROS <i>et al.</i> , 1997b
<i>Steno bredanensis</i>	golfinho-de-dentes-rugosos	BARROS <i>et al.</i> , 1997a
<i>Sotalia fluviatilis</i>	boto, golfinho-comum	BARROS <i>et al.</i> , 1997a
<i>Tursiops truncatus</i>	golfinho-flíper	BARROS, 1991
<i>Stenella</i> sp.*	golfinho-pintado	GASPARINI (DNP)

**Legenda =** \*Observação pessoal do pesquisador J. L. GASPARINI; GASPARINI (DNP); DNP = Dados Não Publicados.

Cabe salientar que a região de Ponta Ubu é área de passagem, em suas rotas migratórias, de duas espécies de baleias verdadeiras: a baleia-franca-do-sul (*Eubalaena australis*), que têm no Espírito Santo, o limite norte de sua distribuição. Esta espécie sobe da Antártica, sempre no período de inverno, para parir e amamentar seus filhotes. E a baleia-jubarte, que passa pelas águas capixabas durante a sua longa migração reprodutiva até as tépidas águas do Parque dos Abrolhos, na Bahia. Durante o inverno é possível deparar com vários indivíduos de jubarte indo e voltando dos Abrolhos pelas águas costeiras do Espírito Santo. Portanto o sul do Espírito Santo, e consequentemente, a Ponta Ubu estão na rota destas duas espécies migratórias.