



**Eletrobras**  
Eletronuclear

# RELATÓRIO

CLASSE

Nº

DLMA.G-RE-032/16

ASSUNTO/MOTIVO

RELATÓRIO ANUAL DO PROGRAMA DE MONITORAÇÃO DA FAUNA E FLORA MARINHA NA FASE OPERACIONAL - PLÂNCTON E NUTRIENTES - 2015

PÁGINA

1 / 4

LOCAL/DATA

Angra, 13/05/16

REDATOR

Carla Caetano

U.O./TEL.

DLMA.G/9849

REFERÊNCIA

PA-AG 07

CÓDIGO ARQUIVO

SUMÁRIO

Nº DE PÁGINAS

ANEXOS

(NOS RELATÓRIOS DE REUNIÃO INDICAR, INICIALMENTE, NO SUMÁRIO: LOCAL, DATA, COORDENADOR, PARTICIPANTES E DURAÇÃO)

Para ser providenciado  
Para conhecimento  
prazos

4

1

## SUMÁRIO

- 1. INTRODUÇÃO ..... 2
- 2. OBJETIVOS ..... 2
- 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 2
- 4. CONCLUSÃO ..... 3
- 5. ANEXO ..... 4

ASSINATURAS

**Carla de Brito Caetano**  
Resp. Subst. pela Biologia - Matr. 4452-1  
Divisão Lab. de Monitoração Ambiental - DLMA.G  
CRBio 38020/02

AUTOR

**Rodrigo Martins de Amorim**  
Supervisor de Biologia - Matr. 03004366-5  
Divisão Lab. de Monitoração Ambiental - DLMA.G  
CRBio 32999/02

VERIFICADO/APROVADO

**Aderval Ferraz Vaz de Almeida**  
Chefe de Divisão - Matr. 5002314-1  
Divisão Laboratório de Monitoração Ambiental  
DLMA.G

REV.

DATA

PÁG.

VERIFICADO/  
APROVADO

DISTRIBUIÇÃO (QUANDO FOR ENCAMINHADO SOMENTE O SUMÁRIO PARA CONHECIMENTO COLOCAR "PC")

SM.G/ SC.O/ SU.O/ SD.O/ ST.O/ GGA.G

## 1. INTRODUÇÃO

Este relatório tem como objetivo apresentar os resultados e avaliar o "Relatório Integrado do monitoramento de Fitoplâncton, Zooplâncton, Nutrientes e dados físico-químicos da área de influência das Unidades 1 e 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto - CNAAA do ano de 2015". Tal relatório foi elaborado a partir das análises dos organismos fitoplanctônicos e zooplanctônicos, dos nutrientes e dos dados físico-químicos da água do mar pela empresa Thalassa Pesquisa e Consultoria Ambiental através do contrato Nº GAA.A/AS/PV - 4500185173, durante o ano de 2015.

Em atendimento ao Programa de Monitoração da Fauna e Flora Marinha (PMFFM), descrito no procedimento PA-AG 07, foram analisados dados referentes aos parâmetros físicos e químicos da água e amostras das comunidades planctônicas (Fitoplâncton e Zooplâncton) durante o período de Janeiro/15 a Dezembro/15, sendo a coleta da comunidade zooplanctônica realizada uma vez por estação do ano e da comunidade fitoplanctônica mensalmente.

Foram amostrados três pontos diferentes: o ponto Z3/C, situado na Enseada de Itaorna, área de captação da água do mar, considerada como área controle, e os pontos Z4/B e 47/B, situados no Saco Piraquara de Fora, área de influência do efluente líquido (térmico) da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA). Os resultados dos parâmetros físico-químicos foram comparados com os valores exigidos pela legislação ambiental vigente.

A coleta de amostras no âmbito do programa de monitoração ambiental da Eletrobras Eletronuclear foi autorizada por meio das Autorizações de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico nº 530/2014 e nº 652/2015, emitidas pelo IBAMA.

## 2. OBJETIVOS

A consultoria enviou o relatório técnico, em atendimento ao PA-AG 07, tendo como objetivo principal avaliar a influência do efluente líquido (térmico) proveniente da operação das Unidades 1 e 2 da CNAAA por meio de análises físico-químicas na água do mar e da comunidade planctônica marinha local.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para pluviosidade e para temperatura do ar ao longo de 2015 refletem o padrão climático da região: maior índice pluviométrico e temperaturas mais altas durante o verão e menor índice pluviométrico e temperaturas mais baixas no inverno. Esse padrão tem sido observado desde o início do monitoramento, com exceção de alguns anos com sazonalidade atípica.

A temperatura da água refletiu as condições climáticas com maiores valores no verão e menores no inverno. É importante ressaltar que a temperatura da água do mar, a 5 m de profundidade, não variou significativamente entre as estações de amostragem.

A salinidade, transparência da água e concentração média de oxigênio dissolvido foram maiores durante as campanhas realizadas no período do inverno. Os maiores

valores de salinidade observados no inverno estão relacionados aos menores índices pluviométricos registrados nesse período. As baixas concentrações de nutrientes e de clorofilas refletem uma condição oligotrófica da área estudada.

A composição da comunidade fitoplanctônica da área de estudo durante o ano de 2015 apresentou características comumente encontradas em regiões costeiras. O nanoplâncton foi dominante nas três estações de coleta, correspondendo a mais de 80% da densidade fitoplanctônica total em cada mês de coleta, o que é típico de áreas oligotróficas.

A estrutura das populações fitoplanctônicas não apresentou diferença significativa entre as três estações de coleta para riqueza, diversidade e equitabilidade. O inventário florístico demonstrou um número de espécies compatível com os observados nos anos anteriores.

A análise dos grupos zooplanctônicos mostrou que a região é composta por espécies estuarinas, costeiras e oceânicas. Os resultados obtidos a partir da análise das amostras do zooplâncton indicaram uma diferenciação entre as estações de amostragem. O número de táxons do zooplâncton em um determinado sistema, entretanto, pode variar consideravelmente, podendo ser afetada por fatores metodológicos ou pelas características intrínsecas de cada sistema.

A estação Z4 tem apresentado valores de densidade superiores a estação Z3, o que indica que, apesar da existência de um impacto térmico na área de estudo, aparentemente o mesmo não está afetando os valores de densidade da população zooplanctônica. Quando comparados estes valores de densidade zooplanctônica com as campanhas realizadas durante o período Pré-Operacional, verifica-se que, apesar dos valores médios de densidade do zooplâncton encontrados entre as duas estações serem semelhantes, a estação Z3 teve densidade superior à registrada na estação Z4. Esse resultado foi diferente do encontrado na atual campanha de amostragem.

#### **4. CONCLUSÃO**

A variação dos parâmetros (temperatura da água e do ar, pluviosidade, salinidade, profundidade, transparência da água, oxigênio dissolvido, nutrientes da água – nitrito, nitrato, fosfato, silicato e clorofilas) para o ano de 2015, na Enseada de Itaorna e Saco Piraquara de Fora, apresentou médias semelhantes ao que já foi observado para a região. Os resultados demonstraram as influências sofridas pelo sistema devido à presença, principalmente, de águas costeiras e estuarinas e de águas oceânicas, além da pluviosidade característica da região.

A dinâmica fitoplanctônica refletiu as variações ambientais sazonais que ocorreram durante o estudo, demonstrando ter sido influenciada pelo maior índice pluviométrico, e não apresentando diferenças entre a estação Z3 e os pontos da área de influência do efluente térmico (Z4 e 47).

A dinâmica do zooplâncton na região mostrou uma variação sazonal durante o monitoramento, com o predomínio de organismos holoplanctônicos. Embora os valores de densidade tenham se mostrado semelhantes aos anos anteriores, a estação localizada no Saco Piraquara de Fora (Z4) teve valores de densidade zooplanctônica superiores aos registrados para a Enseada de Itaorna (Z3). Este fato demonstra que apesar da existência de um impacto térmico na área de estudo (estação Z4 – Saco Piraquara de Fora), aparentemente o mesmo não está afetando os valores de densidade da população zooplanctônica.

De acordo com os resultados apresentados, pode-se observar que as comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica não sofreram grandes modificações, mantendo-se semelhantes às de anos anteriores e às encontradas no período pré-operacional.

No ano de 2016, o fitoplâncton e o zooplâncton continuarão sendo utilizados como instrumento de monitoração ambiental dos efluentes líquidos das Unidades 1 e 2 da CNAAA, bem como a análise de nutrientes da água do mar. Neste ano, o Programa de Monitoração da Fauna e Flora Marinha na fase operacional - Plâncton e Nutrientes passará por uma atualização na periodicidade das coletas, bem como na malha amostral, visando uma melhor integração dos dados.

## 5. ANEXO

- Relatório integrado do monitoramento de fitoplâncton, zooplâncton, nutrientes e dados físico-químicos da área de influência das Unidades 1 e 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA do ano de 2015.

**Relatório Integrado do monitoramento de  
fitoplâncton, zooplâncton, nutrientes e dados  
físico-químicos da área de influência das  
Unidades 1 e 2 da Central Nuclear Almirante  
Álvaro Alberto - CNAAA do ano de 2015.**



Fonte: [www.eletronuclear.gov.br](http://www.eletronuclear.gov.br)

**Março/2016**

## ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO	9/136
2 - OBJETIVO	11/136
3 - ÁREA DE ESTUDO	11/136
4 - MATERIAL E MÉTODOS	13/136
4.1 - METODOLOGIA DE CAMPO	13/136
4.2 - METODOLOGIA DE LABORATÓRIO	15/136
4.2.1 – Análise Hidrobiológica	15/136
4.2.2 - Fitoplâncton	16/136
4.2.3 - Zooplâncton	19/136
4.3 - CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL	21/136
5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	22/136
5.1 - HIDROBIOLOGIA	22/136
• Pluviosidade	22/136
• Temperatura do ar	22/136
• Temperatura da água	25/136
• Salinidade	29/136
• Transparência	32/136
• Oxigênio dissolvido	34/136
• Nitrito	38/136

• Nitrato	39/136
• Fosfato	39/136
• Silicato	40/136
• Clorofilas	42/136
5.2 - FITOPLÂNCTON	43/136
• Composição Específica	43/136
• Densidade Celular	47/136
• Estrutura das Populações	54/136
5.3 - ZOOPLÂNCTON	58/136
• Análise Quantitativa	60/136
• Estrutura da Comunidade	68/136
5.4 - CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL	74/136
6 - CONCLUSÃO	76/136
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79/136
8 - RESPONSABILIDADE TÉCNICA	95/136
ANEXOS	96/136

**FIGURAS**

<b>Figura 3-1</b> – Localização da área de estudo.....	12/136
<b>Figura 4.1-1</b> – Vista das estações de coleta denominadas de Z3 (a), Z4 (b) e 47B (c).....	14/136
<b>Figura 5.1-1</b> - Valores de pluviosidade (mm) registrados na área de estudo durante o monitoramento de 2015.....	22/136
<b>Figura 5.1-2</b> - Valores de temperatura do ar (°C) registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a), estação Z4 (b) e estação 47B (c).....	24/136
<b>Figura 5.1-3</b> - Valores de temperatura do ar (°C) registrados ao longo do monitoramento de 2015: sazonalidade (a) e estações de amostragem (b).....	24/136
<b>Figura 5.1-4</b> - Valores de temperatura da água (°C) registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a), estação Z4 (b) e estação 47B (c).....	27/136
<b>Figura 5.1-5</b> - Valores de temperatura da água (°C) registrados ao longo do monitoramento de 2015: sazonalidade na superfície (a) e a 5 m de profundidade (b); estações de amostragem na superfície (c) e a 5 m de profundidade (d).....	28/136
<b>Figura 5.1-6</b> - Valores de salinidade registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a), estação Z4 (b) e estação 47B (c).....	31/136
<b>Figura 5.1-7</b> - Valores de salinidade registrados ao longo do monitoramento de 2015: sazonalidade na superfície (a) e a 5 m de profundidade (b); estações de amostragem na superfície (c) e a 5 m de profundidade (d).....	32/136
<b>Figura 5.1-8</b> - Valores de transparência (m) registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a), estação Z4 (b) e estação 47B (c).....	34/136
<b>Figura 5.1-9</b> - Valores de transparência (m) registrados ao longo do monitoramento de 2015: sazonalidade (a) e estações de amostragem (b)....	34/136
<b>Figura 5.1-10</b> - Valores de oxigênio dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> ) registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a), estação Z4 (b) e estação 47B (c).....	37/136
<b>Figura 5.1-11</b> - Valores de oxigênio dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> ) registrados ao longo do monitoramento de 2015: sazonalidade na superfície (a) e a 5 m de profundidade (b); estações de amostragem na superfície (c) e a 5 m de profundidade (d).....	38/136

<b>Figura 5.1-12</b> - Valores de fosfato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a), estação Z4 (b) e estação 47B (c).....	40/136
<b>Figura 5.1-13</b> - Valores de silicato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a), estação Z4 (b) e estação 47B (c).....	41/136
<b>Figura 5.1-14</b> - Valores de clorofilas ( $\text{mg.m}^{-3}$ ) registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a), estação Z4 (b) e estação 47B (c).....	43/136
<b>Figura 5.2-1</b> – Número de táxons do microfitoplâncton registrado na área de estudo, durante o monitoramento de 2015 nas estações Z3, Z4 e 47B.....	45/136
<b>Figura 5.2-2</b> – Densidade total ( $\text{cel.L}^{-1}$ ) do nanoplâncton e do microfitoplâncton registrados durante o monitoramento de 2015 nas estações Z3 (a), Z4 (b) e 47B (c).....	49/136
<b>Figura 5.2-3</b> – Variação sazonal (a) e espacial (b) na densidade celular ( $\text{cel.L}^{-1}$ ) do nanoplâncton registrado na área de estudo, durante o monitoramento de 2015.....	50/136
<b>Figura 5.2-4</b> – Variação sazonal (a) e espacial (b) na densidade celular ( $\text{cel.L}^{-1}$ ) do microfitoplâncton registrado na área de estudo, durante o monitoramento de 2015..	50/136
<b>Figura 5.2-5</b> – Densidade total ( $\text{cel.L}^{-1}$ ) das categorias do microfitoplâncton registradas na área de estudo, durante o monitoramento de 2015 nas estações Z3 (a), Z4 (b) e 47B (c).....	52/136
<b>Figura 5.3-1</b> – Densidade total do zooplâncton ( $\text{ind.m}^{-3}$ ) registrado nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015 nas estações Z3 e Z4.....	61/136
<b>Figura 5.3-2</b> – Abundância (%) dos grupos zooloplanctônicos registrada nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a) e estação Z4 (b).....	63/136
<b>Figura 5.3-3</b> – Abundância (%) dos copépodes dominantes registrada nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a) e estação Z4 (b).....	66/136
<b>Figura 5.3-4</b> – Riqueza de espécies (R), Diversidade específica (H') e Equitabilidade (J) registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a) e estação Z4 (b).....	70/136

**Figura 5.3-5** – Dendrograma de similaridade nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015, com base na matriz de similaridade (Bray-Curtis) calculada nas espécies zooplanctônicas: estação Z3 (a), com similaridade superior a 55% e estação Z4 (b), com similaridade superior a 60%..... 72/136

**Figura 5.4-1** – Análise de Componentes Principais (PCA) para os dados ambientais. Variáveis ambientais (Temp. do = temperatura do ar; Temp. su = temperatura da água na superfície; Temp. 5 = temperatura da água a 5 m; Sal. sup = salinidade da água na superfície; Sal. 5 m = salinidade da água a 5m; OD sup = oxigênio dissolvido na superfície; OD 5 m = oxigênio dissolvido a 5 m; Secchi = transparência) e variáveis suplementares (Micro = microfitoplâncton; Nano = nanoplâncton)..... 75/136

## TABELAS

<b>Tabela 4.1-1</b> - Coordenadas (latitude e longitude) das três estações de coleta.....	14/136
<b>Tabela 4.2.1-1</b> - Laboratórios responsáveis pela análise de cada parâmetro, método utilizado e limite de detecção de cada equipamento.....	15/136
<b>Tabela 4.2.2-1</b> - Códigos utilizados para individualizar os organismos do microfitoplâncton de acordo com a forma.....	17/136
<b>Tabela 5.2-1</b> – Classificação dos táxons do microfitoplâncton registradas na área de estudo, durante o monitoramento de 2015, quanto à frequência de ocorrência (Ocor.). F = frequente (>30% e ≤ 70% das amostras); C = constante (> 70% das amostras).....	53/136
<b>Tabela 5.2-2</b> – Riqueza de espécies (S), índices de diversidade (H') e equitabilidade (J') registrados na área de estudo, durante o monitoramento de 2015.....	55/136
<b>Tabela 5.2-3</b> – Resultado do SIMPER baseado nas densidades dos táxons do microfitoplâncton coletados na área de estudo nos quatro períodos do ano durante o monitoramento de 2015. SM = similaridade média do grupo.....	56/136
<b>Tabela 5.2-4</b> – Resultado do SIMPER baseado nas densidades dos táxons do microfitoplâncton registrados na área de estudo nas três estações de coleta durante o monitoramento de 2015. SM = similaridade média do grupo.....	57/136
<b>Tabela 5.3-1</b> – Valores de Riqueza de espécies, Diversidade (H') e de Equitabilidade (J') registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015.....	68/136
<b>Tabela 5.3-2</b> – Táxons que contribuíram para a similaridade das amostras coletadas, durante o monitoramento da CNAAA no ano de 2015.....	73/136

## ANEXOS

**Anexo 4.2.1-1** - Dados de pluviosidade registrados na Torre A da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto - CNAAA em Angra dos Reis (RJ) no ano de 2015.

**Anexo 5.1-1** – Dados abióticos medidos em cada estação de coleta e em cada mês do monitoramento realizado em 2015.

**Anexo 5.1-2** – Dados da operação da Unidade 1 nos dias de coleta do monitoramento realizado em 2015.

**Anexo 5.1-3** – Dados da operação da Unidade 2 nos dias de coleta do monitoramento realizado em 2015.

**Anexo 5.2-1** – Densidade celular ( $\text{cel.L}^{-1}$ ) do nanoplâncton e do microfitoplâncton coletados em cada estação e em cada mês do monitoramento realizado em 2015.

**Anexo 5.3-1** – Inventário faunístico das espécies zooplanctônicas identificadas na área de influência das Unidades 1 e 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA no monitoramento realizado em 2015: \* Táxon exclusivo da estação Z3, \*\* Táxon exclusivo da estação Z4.

**Anexo 5.3-2** – Densidade ( $\text{Ind.m}^{-3}$ ) dos táxons dos grupos zooplanctônicos coletados na área de influência das Unidades 1 e 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA no monitoramento realizado em 2015 (Z3).

**Anexo 5.3-3** – Densidade ( $\text{Ind.m}^{-3}$ ) dos táxons dos grupos zooplanctônicos coletados na área de influência das Unidades 1 e 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA no monitoramento realizado em 2015 (Z4).

## 1. INTRODUÇÃO

As variações térmicas que ocorrem nos ambientes aquáticos estão relacionadas principalmente às condições climáticas e às características hidroquímicas da região (Carbonel, 2008).

Além dessas variações naturais a temperatura de um corpo de água pode ser alterada através de fontes de calor que despejam águas aquecidas no ambiente (poluição térmica). Essas águas aquecidas funcionam como agentes de esfriamento de refinarias, siderúrgicas, usinas termoelétricas e nucleares (Carbonel, 2008; Saravanan *et al.*, 2008). Nas usinas nucleares a água fria captada é utilizada para os trocadores de calor do sistema de resfriamento de componentes (Carbonel, 2008). A água quente que sai das usinas nucleares possui cloro residual que é utilizado como agente anti-incrustação (Saravanan *et al.*, 2008; Chuang *et al.*, 2009). Dessa forma, a água que sai das usinas nucleares causa estresse térmico e químico no ambiente podendo gerar problemas ambientais no corpo receptor (Poornima *et al.*, 2005).

A temperatura é um parâmetro ambiental fundamental que afeta os processos fisiológicos dos organismos marinhos (Teixeira *et al.*, 2009). Os organismos planctônicos são afetados diretamente pela poluição térmica uma vez que habitam a coluna de água e possuem poder limitado de locomoção (Bonecker *et al.*, 2009). O plâncton é composto por bacterioplâncton (bactérias e algas azuis), fitoplâncton (algas microscópicas e protistas autotróficos), zooplâncton (animais invertebrados e protistas heterotróficos) e ictioplâncton (ovos e larvas de peixes). O monitoramento do plâncton é importante, pois esses organismos são muito sensíveis ao estresse ambiental e respondem rapidamente às alterações no meio ambiente.

O fitoplâncton é o produtor primário da cadeia alimentar marinha e também é uma fonte de alimento para o zooplâncton herbívoro (Lo *et al.*, 2004). Mudanças ambientais em longo prazo, como alteração na temperatura da água, podem influenciar a sucessão da comunidade fitoplanctônica. Alguns organismos do zooplâncton, como por exemplo, os copépodes, são elos importantes na cadeia trófica marinha entre os

produtores primários e níveis tróficos maiores (Hwang *et al.*, 2004; Jiang *et al.*, 2009). Vários estudos indicam que o estresse térmico e o cloro residual oriundo da água despejada por usinas nucleares afetam a comunidade zooplanctônica, principalmente os copépodes (Hwang *et al.*, 2004; Jiang *et al.*, 2009; Choi *et al.*, 2012).

De acordo com o exposto, os organismos planctônicos podem sofrer possíveis impactos sob três aspectos: (1) Térmico – pelo aquecimento das águas do corpo receptor pela descarga de efluentes empregados na refrigeração (ANEEL, 2005), e a consequente diminuição do oxigênio necessário à respiração, selecionando os organismos mais resistentes a estas variações, o que pode levar à diminuição da diversidade específica; (2) Químico – pela adição do cloro que é utilizado para evitar que organismos incrustantes se instalem nas tubulações e (3) Mecânico – pela pressão mecânica exercida sobre os organismos, durante a passagem pelas tubulações, podendo causar danos à estrutura destes.

As usinas nucleares no Brasil contribuem com 3% da geração de energia nacional e equivale a aproximadamente um terço do que é consumido no estado do Rio de Janeiro (ELETROBRAS, 2016). A Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) foi instalada na cidade de Angra dos Reis no estado do Rio de Janeiro. Atualmente há duas usinas em operação: Angra 1 que começou operar em 1985 e Angra 2 que entrou em operação em 2001. Nos próximos anos há a previsão do início da operação da usina Angra 3.

O monitoramento do plâncton na área de estudo foi iniciado em 1986 após o início da operação de Angra 1 (Dias & Bonecker, 2008) e vem sendo realizado até a presente data. O principal objetivo do monitoramento ambiental realizado na área de estudo é fornecer elementos técnicos e científicos para o acompanhamento de eventuais impactos causados pela descarga de água utilizada na refrigeração do circuito secundário das Unidades 1 e 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) e subsidiar a tomada de decisão quanto à gestão ambiental da atividade.

Nesse documento são apresentados os resultados das análises físico-químicas e biológicas (fitoplâncton e zooplâncton) do compartimento água do mar obtidos ao longo de 2015 na área sob a influência das Unidades 1 e 2 da CNAAA.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste relatório é apresentar os resultados consolidados obtidos ao longo de 2015, através da avaliação da qualidade físico-química da água do mar, e do monitoramento das variações quali-quantitativas da comunidade planctônica (fitoplâncton e zooplâncton).

## 3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na Baía de Ilha Grande, abrangendo as enseadas de Itaorna e Piraquara de Fora, no Município de Angra dos Reis, litoral sul do Estado do Rio de Janeiro. A região de estudo está sob influência das Unidades 1 e 2 da CNAAA, localizada no Município de Angra dos Reis, no Rio de Janeiro (Figura 3-1).



**Figura 3-1** – Localização da área de estudo.

Fonte: Eletronuclear

Na praia de Itaorna (Figura 3-1), onde está localizada a estação controle (Z3), ocorre a captação de água do mar para a refrigeração do circuito secundário das Unidades 1 (UNA 1) e 2 (UNA 2). O Saco Piraquara de Fora (Figura 3-1) é o local de lançamento do efluente (água aquecida após o resfriamento dos reatores das usinas) onde estão localizadas as estações de impacto (Z4 e 47B).

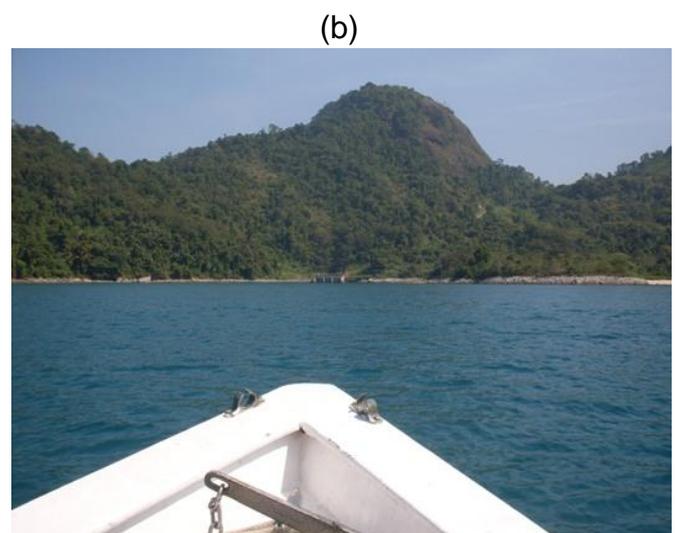
O clima da região é tropical úmido com temperatura média anual acima de 19°C e com maior pluviosidade concentrada entre os meses de dezembro e março (Nogueira *et al.*, 1991; Dias & Bonecker, 2008). A Baía da Ribeira, onde a área de estudo está inserida, tem características de zonas tropicais com verões chuvosos e invernos secos (Dias *et al.*, 1999).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. METODOLOGIA DE CAMPO

As amostras de água do mar para análise de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila *c*, nutrientes (nitrito, nitrato, fosfato, silicato) e do fitoplâncton foram coletadas mensalmente em três estações (Z3, Z4 e 47B) (Figura 4.1-1). As coordenadas das estações são apresentadas na tabela 4.1-1. Nessas mesmas estações também foram realizadas medições *in situ* mensais com sonda multiparâmetros modelo Hach HQ 40 dos seguintes parâmetros: temperatura da água, salinidade e oxigênio dissolvido. No mês de novembro a salinidade foi determinada, excepcionalmente, com refratômetro. A transparência foi medida com auxílio de um Disco de Secchi. Os parâmetros temperatura da água, oxigênio dissolvido e salinidade foram medidos na superfície e a 5 m de profundidade.

As coletas foram realizadas com garrafa de van Dorn a 5 m de profundidade para as análises de nutrientes (7 L), clorofilas e fitoplâncton. Para o fitoplâncton foi drenada uma subamostra de 250 mL que foi acondicionada em frascos de vidro e imediatamente fixadas com formol a 2%.



(c)



**Figura 4.1-1** – Vista das estações de coleta denominadas de Z3 (a), Z4 (b) e 47B (c).

**Tabela 4.1-1** - Coordenadas (latitude e longitude) das três estações de coleta. Datum Córrego Alegre.

Estações	Latitude	Longitude
Z3	23°00'55,4"	44°27'42,9"
Z4	23°00'43,4"	44°26'36,8"
47B	23°00'43,4"	44°26'12,8"

Para a análise dos organismos zooplancônicos foram realizadas coletas trimestrais nas estações Z3 e Z4. As amostras foram obtidas através de arrastos verticais, desde 5 m até a superfície, com rede cilíndrico-cônica de 150 µm de abertura de malha, 0,50 m de diâmetro de boca e 1,5 m de comprimento. Imediatamente após a coleta o material foi fixado e conservado em formaldeído diluído a 4% em água do mar, tamponado com tetraborato de sódio à razão de 20 g.L<sup>-1</sup>.

Todos os resultados de nutrientes, temperatura do ar, temperatura da água, oxigênio dissolvido, transparência, clorofilas e zooplâncton foram fornecidos pela Eletrobrás Eletronuclear. Os resultados de fitoplâncton foram gerados pela empresa Thalassa Pesquisa e Consultoria Ambiental Ltda. Os dados de zooplâncton foram gerados pela empresa IBRAPAM.

## 4.2. METODOLOGIA DE LABORATÓRIO

Os meses foram divididos de acordo com a sazonalidade para a análise comparativa dos dados: janeiro, fevereiro, março (verão), abril, maio, junho (outono), julho, agosto, setembro (inverno), outubro, novembro e dezembro (primavera).

### 4.2.1. Análise Hidrobiológica

Ao longo do monitoramento as análises de clorofilas e de nutrientes foram realizadas por dois laboratórios (Tabela 4.2.1-1): entre janeiro e abril as análises foram feitas pelo laboratório CORPLAB e entre junho e dezembro as análises ficaram sob responsabilidade do laboratório INNOLAB. No mês de maio não foram fornecidos os resultados de clorofilas e nutrientes. Na tabela 4.2.1-1 também são apresentados os limites de detecção dos métodos utilizados. Os dados de pluviosidade foram fornecidos pela Eletronuclear (Anexo 4.2.1-1).

**Tabela 4.2.1-1** - Laboratórios responsáveis pela análise de cada parâmetro, método utilizado e limite de detecção de cada equipamento.

Laboratórios	CORPLAB			INNOLAB		
	LD	Unidade	Método	LD	Unidade	Método
Clorofila a	0,75	$\mu\text{g.L}^{-1}$	Standard Methods - 22 <sup>nd</sup> Ed. 10.200	0,030	$\text{mg.m}^{-3}$	APHA AWWA 20 <sup>a</sup> Ed. 10.200 H
Clorofila b	0,75	$\mu\text{g.L}^{-1}$		0,030	$\text{mg.m}^{-3}$	
Clorofila c	0,75	$\mu\text{g.L}^{-1}$		0,030	$\text{mg.m}^{-3}$	
Fosfato	0,05	$\text{mg.L}^{-1}$	USEPA 300.0	0,010	$\text{mg.L}^{-1}$	MA-014-L2
Nitrito	0,006	$\text{mg.L}^{-1}$		0,010	$\text{mg.L}^{-1}$	SMEWW 21 <sup>a</sup> Ed. 2005:4500-NO2
Nitrato	0,11	$\text{mg.L}^{-1}$		0,010	$\text{mg.L}^{-1}$	SMEWW 22 <sup>nd</sup> Ed. 2005:4500-NO3
Silicato	0,02	$\text{mg.L}^{-1}$		0,005	$\text{mg.L}^{-1}$	Grasshoff <i>et al.</i> , 1983

O programa Statistica<sup>®</sup> 7.0 foi utilizado para confeccionar diagramas de caixa do tipo *box-plot* para as variáveis hidrobiológicas analisadas. Para verificar a existência de diferenças dos parâmetros analisados entre as quatro épocas estudadas e entre as três estações amostradas foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (H)

aplicado a dados não homogêneos (Zar, 1999). Para os parâmetros que foram medidos na superfície e a 5 m de profundidade foi realizado o teste de Mann-Whitney para verificar se houve diferença significativa nos resultados obtidos. Essas análises foram realizadas através do pacote STATISTICA 6.0.

#### 4.2.2. Fitoplâncton

As análises do fitoplâncton foram efetuadas pelo método de sedimentação (Utermöhl, 1958). O corante vital Rosa de Bengala foi utilizado para corar o material orgânico das células e, assim, facilitar a observação dos organismos. Os organismos das frações do nanoplâncton (células < 20 µm) e do microfitoplâncton (células > 20 µm) foram quantificados e identificados, quando possível, em nível de espécie. A análise foi realizada em meia câmara de contagem, utilizando cubetas de 50 cm<sup>3</sup> com período de sedimentação entre 40-48 horas em microscópio Nikon TS100F, com contraste de fase. A densidade celular foi expressa em células por litro (cel.L<sup>-1</sup>).

O nanoplâncton, organismos entre 2 e 20 µm (Sieburth *et al.*, 1978), foi analisado em campos aleatórios sob o aumento final de 400X, até atingir um mínimo de 400 unidades sedimentadas. As células foram categorizadas em nanoplâncton não identificado ou em nível taxonômico mais abrangente.

O microfitoplâncton, organismos superiores a 20 µm (Sieburth *et al.*, 1978), foi analisado através de contagem de um mínimo de 100 unidades sedimentadas, sob aumento final de 200X, para garantir uma margem de erro inferior a 20% (Lund *et al.*, 1958). Uma unidade sedimentada pode corresponder a uma célula individual, uma cadeia de células ou a um filamento.

A identificação das células baseou-se no conceito morfológico de espécie (MSC – *Morphological Species Concept*). Os organismos foram identificados em nível específico, porém alguns táxons foram individualizados em categorias taxonômicas mais amplas (classe, ordem e família) ou em morfotipos, segundo sua forma e dimensão celular, devido à impossibilidade de visualizar os caracteres morfológicos necessários à correta identificação (Tabela 4.2.2-1).

**Tabela 4.2.2-1** - Códigos utilizados para individualizar os organismos do microfitoplâncton de acordo com a forma.

Grupo	Código	Forma
<b>Diatomáceas</b>	1	Lanceolada
	4	Linear
	5	Bicapitata
	6	Bilobada
	7	Retangular
	8	Semicircular
<b>Dinoflagelados</b>	1	Arredondada
	2	Bicônica
	3	Ovóide
	4	Oblonga

Seguindo as recomendações do Código Internacional de Nomenclatura Botânica, o termo *conferatur* (cf.) foi aplicado ao táxon que necessita da confirmação de poucos caracteres taxonômicos, para enquadrá-lo na espécie tipo. Os ebrídeos, flagelados sem pigmentos e com endoesqueleto de sílica, historicamente pertenciam à Classe Dinophyceae (Sournia, 1986), mas atualmente são posicionados como zooflagelados do Filo Zoomastigophora, Classe Ebríidea (Tomas, 1997) foram computados independente dos dinoflagelados.

A identificação do microfitoplâncton foi baseada em bibliografia especializada: Cupp (1943), Taylor (1976), Balech (1988), Komárek & Anagnostidis (1989) e Tomas (1997). Os sistemas de classificação utilizados para circunscrição e arranjo taxonômico em nível de divisões, classes e famílias foram: Round *et al.* (1990) para as diatomáceas; Fensome *et al.* (1993) para os dinoflagelados; Komárek & Anagnostidis (1989, 2005) para as cianobactérias; Heimdal (1997) para os coccolitoforídeos e Throndsen (1997) para os silicoflagelados. Todos os táxons seguiram a nomenclatura do Algaebase (Guiry & Guiry, 2016).

A análise da estrutura das populações fitoplanctônicas do microfitoplâncton foi avaliada através da Riqueza (S), do índice absoluto de diversidade específica de Shannon-Wiener (H') e do índice relativo de equitabilidade de Pielou (J'), a partir das variações conjuntas da composição específica e densidade celular de cada táxon, através do Programa PRIMER<sup>®</sup> 6.0, onde:

$$H' = - \sum_{i=1} n_i/N \cdot \log_2 (n_i/N)$$

onde:  $n_i$  é o número de células da espécie  $i$ ,  $N$  é o número total de células da amostra e  $S$  representa o número de espécies (Frontier, 1986).

Foi calculado também o índice relativo de uniformidade ou equitabilidade ( $J'$ ) que evidencia anomalias no índice de diversidade ligadas à ocorrência de amostras com baixo número de espécies:

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

O índice de diversidade de Shannon-Wiener relaciona a frequência relativa de diferentes espécies na amostra podendo alcançar valores altos quando todas as espécies distribuem-se homogeneamente na amostra (Legendre & Legendre, 1998). Entretanto, em amostras com baixa concentração celular, para as quais os índices de diversidade absoluta apresentam geralmente valores artificiais, é importante associar o Índice Relativo de Equitabilidade na interpretação ecológica dos resultados, e varia de 0 (diversidade é mínima) a 1 (diversidade é máxima). Para o cálculo desses índices só foram usados os indivíduos identificados até o nível taxonômico de espécie, uma vez que inclusão de categorias taxonômicas mais amplas pode prejudicar a precisão do índice de diversidade (Wu, 1982).

A avaliação das espécies mais representativas foi efetuada através do cálculo da frequência de ocorrência de todos os táxons identificados nas 36 amostras obtidas ao longo do monitoramento. Foi utilizada a seguinte classificação (Gonçalves *et al*, 2006): frequente (F), presente entre > 30% e ≤ 70% das amostras e constante (C), presente em > 70% das amostras.

O táxon considerado dominante (D) foi aquele cuja densidade foi superior a 50% da densidade total da amostra (Gonçalves *et al*, 2006).

Com o objetivo de verificar se houve diferença entre as densidades totais do microfitoplâncton nas quatro épocas do ano e nas três estações amostradas foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (H). Essa análise foi realizada através do pacote STATISTICA 6.0.

Para verificar possíveis diferenças na comunidade microfitoplanctônica entre as quatro épocas do ano estudadas e nas três estações de coleta foi realizada uma análise de similaridade (ANOSIM) a um nível de significância de 5% (Clarke & Warwick, 1994). O valor de R gerado (entre 0 e 1) no ANOSIM foi utilizado para verificar o grau de separação dos grupos formados pelas amostras dos períodos analisados, considerando o seguinte:  $R > 0,75$  – diferença muito representativa;  $0,75 > R > 0,5$  – diferença satisfatória;  $0,5 > R > 0,25$  – diferença pouco representativa;  $R < 0,25$  – diferença não representativa (Marcon, 2003; Clarke & Gorley, 2006; Passos *et al.*, 2013).

Uma análise de similaridade de percentagens (SIMPER) foi aplicada para identificar os táxons que mais contribuíram para a formação de cada grupo. Essa análise evidencia a contribuição percentual dos táxons para a similaridade das amostras de cada associação, ou seja, os “táxons típicos” de cada agrupamento (Programa PRIMER® 6.0). Para essas análises foi utilizada a transformação  $\log(x+1)$  para minimizar o peso de táxons com baixa ocorrência e foram considerados os mesmos táxons do cálculo da diversidade.

### 4.2.3. Zooplâncton

Para o cálculo da diversidade específica e da equitabilidade do zooplâncton foram utilizados os mesmos índices do fitoplâncton, isto é, índice de Shannon-Wiener e índice de Pielou.

A riqueza de espécies (número de espécies) da área de estudo foi obtida com o somatório dos indivíduos identificados. Foram consideradas as espécies e outros níveis que representavam uma unidade taxonômica sem sobreposição de táxons. Para o cálculo destes índices, só foram utilizados os táxons identificados a nível específico. Os cálculos foram efetuados no programa PRIMER® 6.0.

Foi verificada a abundância relativa de cada espécie em todas as amostras, através da equação:

$$A = (N \times 100)/n$$

onde: N = número de indivíduos da espécie na amostra e n = número total de indivíduos na amostra. Os resultados obtidos foram expressos como: D = Dominante > 50%; A = Abundante 50% - 30%; PA = Pouco abundante 30% - 10% e R = Rara ≤ 10%. O critério de classificação adotado para a abundância das espécies foi o descrito por Lobo & Leighton (1986).

A frequência de ocorrência dos táxons, em termos de porcentagem, foi calculada segundo Matteucci & Colma (1982):

$$F = (P \times 100)/T$$

onde: P = número total de amostras contendo a espécie e p = número total de amostras coletadas. Em função de F, foram identificadas as seguintes categorias: MF = Muito frequentes > 70%; F = Frequentes ≤ 70% e > 40%; PF = Pouco frequentes ≤ 40% e > 10% e E = Esporádicas ≤ 10%.

Utilizou-se a estatística descritiva para resumir os dados de densidade obtidos ao longo do monitoramento considerando os valores mínimo e máximo, a média e o desvio padrão (DP).

Para avaliar uma potencial ocorrência de diferentes comunidades zooplanctônicas na área de estudo, matrizes do tipo estações de amostragem x densidade dos grupos taxonômicos identificados ao nível de espécie foram analisadas e duas técnicas multivariadas foram utilizadas:

(1) Análise de agrupamento aglomerativo hierárquico (CLUSTER ANALYSIS), a fim de levantar a existência de semelhanças entre as épocas de amostragem. Os dados de densidade sofreram uma transformação [ $\log(x + 1)$ ], sendo posteriormente calculada uma matriz de similaridade entre amostras, utilizando a distância de Bray-Curtis;

(2) A porcentagem de similaridade (SIMPER) foi usada para identificar aquelas espécies que mais contribuíram para as similaridades dentro dos grupos médios das amostras (Clarke & Warwick, 2001; Clarke & Gorley, 2006).

### 4.3. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

Uma análise de componentes principais (PCA) foi realizada para definir as similaridades entre as estações de coleta de acordo com os descritores ambientais (variáveis contínuas) e para definir também quais descritores estão influenciando mais os padrões observados. Fatores potenciais influenciando a distribuição do nanoplâncton e do microfitoplâncton analisados nesse estudo foram temperatura do ar, transparência da água, temperatura da água, salinidade e oxigênio dissolvido. Os três últimos parâmetros foram medidos na superfície e a 5 m de profundidade. Os parâmetros nutrientes e clorofila não puderam ser utilizados na análise devido ao grande número de resultados abaixo do limite de detecção do método. O zooplâncton não pode ser utilizado como variável suplementar devido às diferenças no número de estações amostradas e periodicidade de coleta em relação aos demais parâmetros.

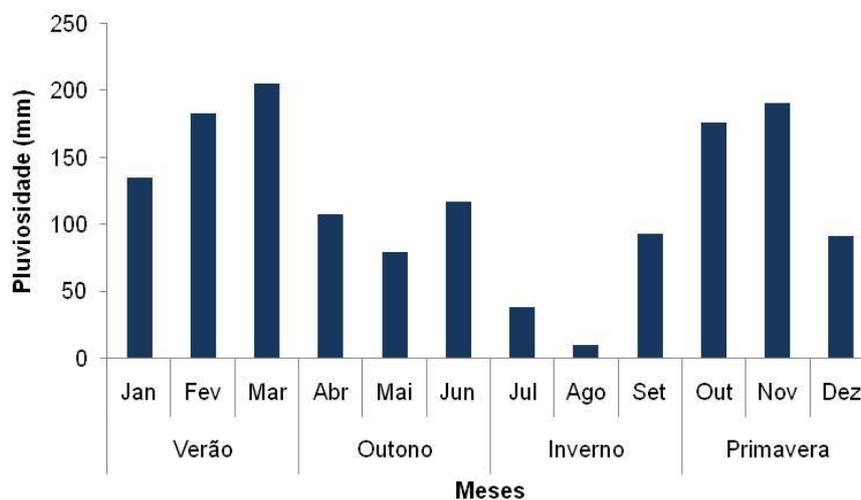
Os parâmetros ambientais foram padronizados e normalizados antes da realização do teste e o nanoplâncton e o microfitoplâncton foram adicionados como categorias suplementares. A matriz de correlação foi utilizada para calcular os "eigenvectors" e os componentes principais (CPs), que foram ranqueados em ordem de significância. O método Broken-Stick (Jackson, 1993) foi usado como "stopping-rule" no PCA. Se o "eigenvalue" do Broken-Stick for menor que o "eigenvalue" real para um eixo, então esse eixo contém mais informação do que a esperada ao acaso e deve ser considerada para interpretação. Foi estimada a contribuição de cada variável para cada componente principal. Essas rotinas foram realizadas utilizando o programa PCORD 5.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. HIDROBIOLOGIA

- **Pluviosidade**

Os valores totais de pluviosidade medidos ao longo de 2015 na área de estudo variaram entre 10,25 mm em agosto e 205,5 mm em março (Figura 5.1-1). Os resultados refletem a sazonalidade típica da região com verão chuvoso e inverno seco.



**Figura 5.1-1** - Valores de pluviosidade (mm) registrados na área de estudo durante o monitoramento de 2015.

- **Temperatura do ar**

A temperatura do ar ao longo de 2015, na área de estudo, variou entre 22,4°C (julho – Saco Piraquara de Fora – estação Z4) e 38,0°C (janeiro – Saco Piraquara de Fora – estação 47B) (Anexo 5.1-1).

A Enseada de Itaorna (estação Z3) teve um valor médio de temperatura do ar de 25,77°C ± 3,04°C, com a temperatura mínima sendo registrada em julho (23,0°C) e a máxima em janeiro (33,9°C) (Figura 5.1-2). Os maiores valores de temperatura do ar foram registrados durante os meses de janeiro a março (verão – média 29,1°C ±

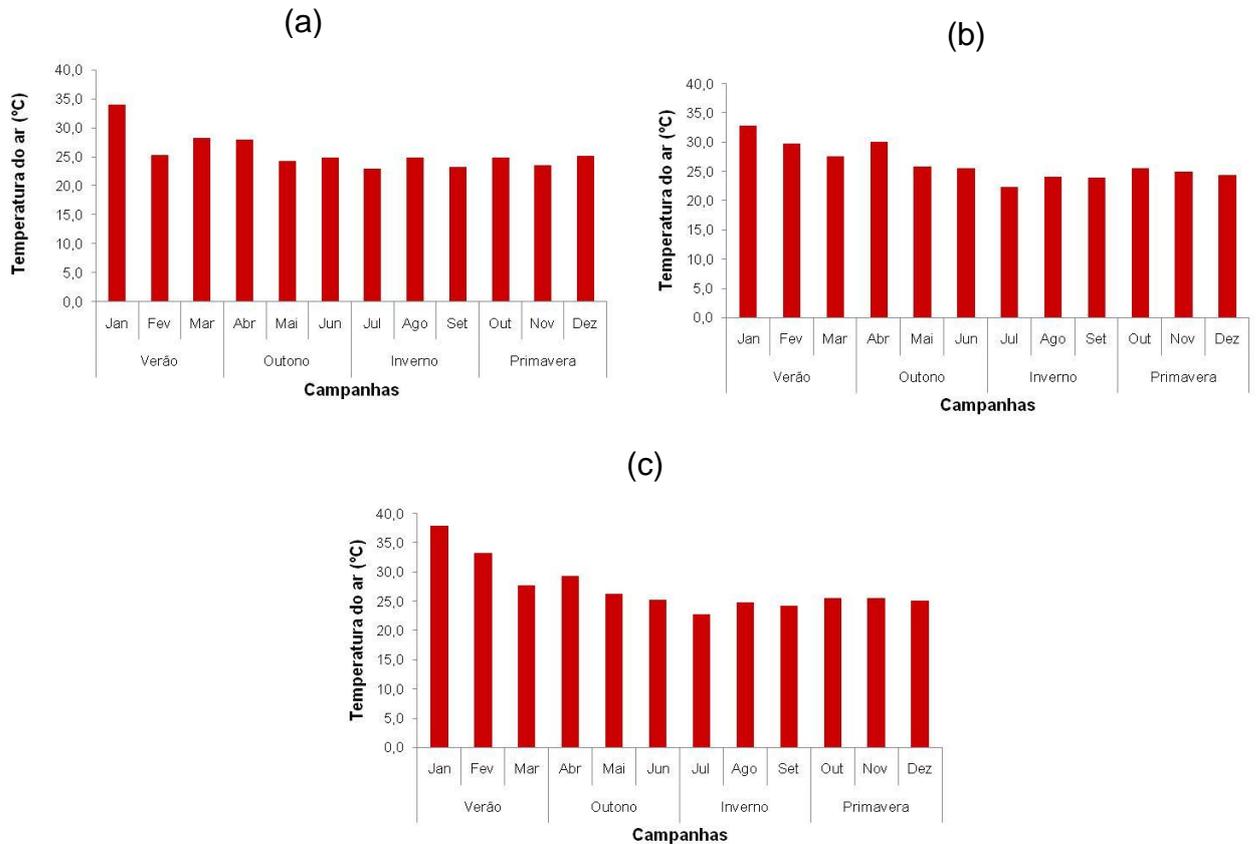
4,38°C), e os menores nos meses de julho a setembro (inverno - média 23,67°C ± 1,07°C).

Na região do Saco Piraquara de Fora, a estação Z4 teve um valor médio de temperatura do ar de 26,41°C ± 3,05°C, com a temperatura mínima sendo registrada em julho (22,4°C) e a máxima em janeiro (32,8°C) (Figura 5.1-2). Os maiores valores de temperatura do ar foram obtidos durante os meses de janeiro e março (verão – média 30,07°C ± 2,61°C), e os menores nos meses de julho a setembro (inverno – média 23,47°C ± 1,55°C).

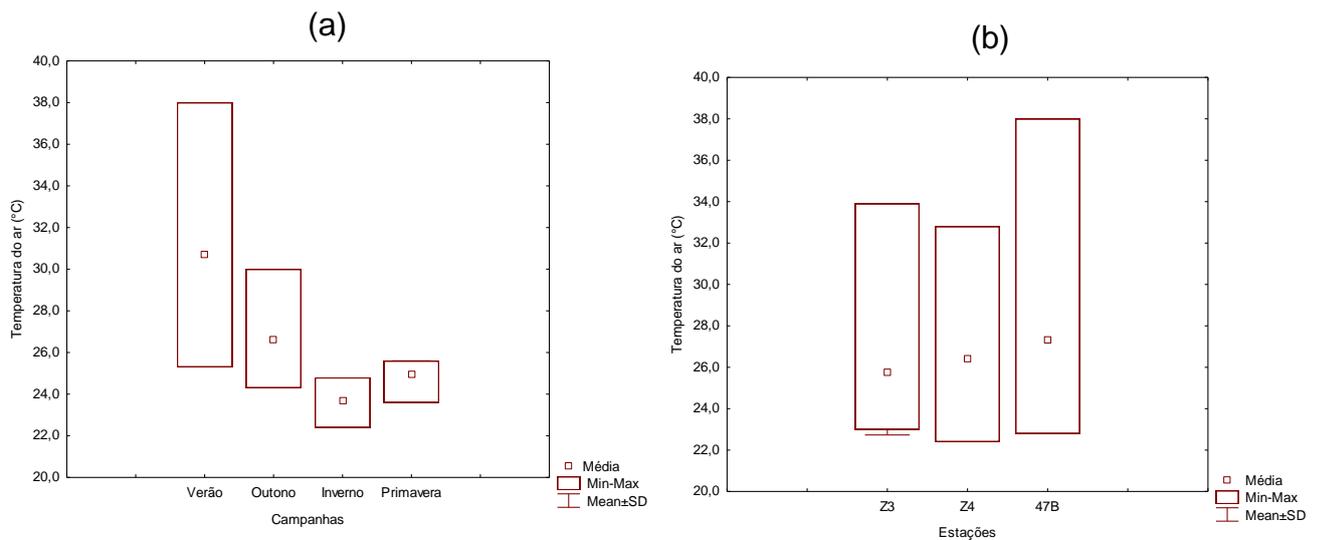
A estação 47 teve valor médio de temperatura do ar de 27,33°C ± 4,34°C, com a temperatura mínima sendo registrada em julho (22,8°C) e a máxima em janeiro (38,0°C) (Figura 5.1-2). Os maiores valores de temperatura do ar foram obtidos durante os meses de janeiro a março (verão – média 33,0°C ± 5,16°C), e os menores foram registrados nos meses de julho a setembro (inverno – média 23,97°C ± 1,29°C).

De maneira geral, na área de estudo foram registradas maiores temperaturas do ar durante o verão e menores no inverno (Figura 5.1-3). Esse resultado já era esperado uma vez que a área de estudo está localizada em uma região de clima tropical úmido, com temperaturas mais altas no verão e mais baixas no inverno. O mesmo padrão foi observado durante o monitoramento realizado em 2014 (ELETRONUCLEAR, 2014).

A maior média foi registrada na estação 47B, onde foram observadas também as maiores variações (Figura 5.1-3). Não foram encontradas diferenças significativas de temperatura do ar entre as estações de amostragem ( $H = 1,61$ ;  $p > 0,05$ ). Houve diferença significativa dos valores de temperatura do ar entre os quatro períodos de estudo ( $H = 24,89$ ;  $p << 0,05$ ). As campanhas realizadas no verão foram diferentes do inverno ( $p = 0,0000010$ ) e da primavera ( $p = 0,022594$ ). Os resultados de temperatura do ar obtidos no outono foram significativamente diferentes do inverno ( $p = 0,007357$ ).



**Figura 5.1-2** - Valores de temperatura do ar (°C) registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a), estação Z4 (b) e estação 47B (c).



**Figura 5.1-3** - Valores de temperatura do ar (°C) registrados ao longo do monitoramento de 2015: sazonalidade (a) e estações de amostragem (b).

- **Temperatura da água**

A temperatura da água do mar é um dos parâmetros hidrológicos mais comumente analisados no monitoramento ambiental devido à sua importância ecológica, interação com outros parâmetros físico-químicos e influência sobre o metabolismo dos organismos. Juntamente com a salinidade, a temperatura é frequentemente utilizada na caracterização de massas de água; contribui diretamente para a proporção de gases dissolvidos e afeta a solubilização de compostos na água. Esse parâmetro tem papel importante nos ciclos biogeoquímicos influenciando toda a cadeia alimentar marinha (Paranhos, 1996).

A temperatura da água na superfície registrada durante o ano de 2015 variou entre 21,9°C (junho – Enseada de Itaorna – estação Z3) e 34,2°C (janeiro – Saco Piraquara de Fora – estação Z4) (Anexo 5.1-1). A 5 m de profundidade a temperatura da água variou de 21,2°C (setembro – Enseada de Itaorna – estação Z3) a 30,0°C (janeiro – Saco Piraquara de Fora – estação Z4) (Anexo 5.1-1).

A Enseada de Itaorna (estação Z3) teve valor médio de temperatura da água de 25,13°C ± 2,56°C, variando de 21,9°C (junho) a 29,2°C (janeiro) na superfície, e média de 24,73°C ± 2,52°C, com variação de 21,2°C (setembro) a 29,3°C (janeiro) a 5 metros de profundidade (Figura 5.1-4). Os valores mais altos (>27,0°C) foram observados, nas duas profundidades, durante os meses de verão (janeiro a março); enquanto que os menores valores (< 22,0°C) foram registrados no final do outono (junho) na superfície, e no final do inverno (setembro) a 5 m de profundidade.

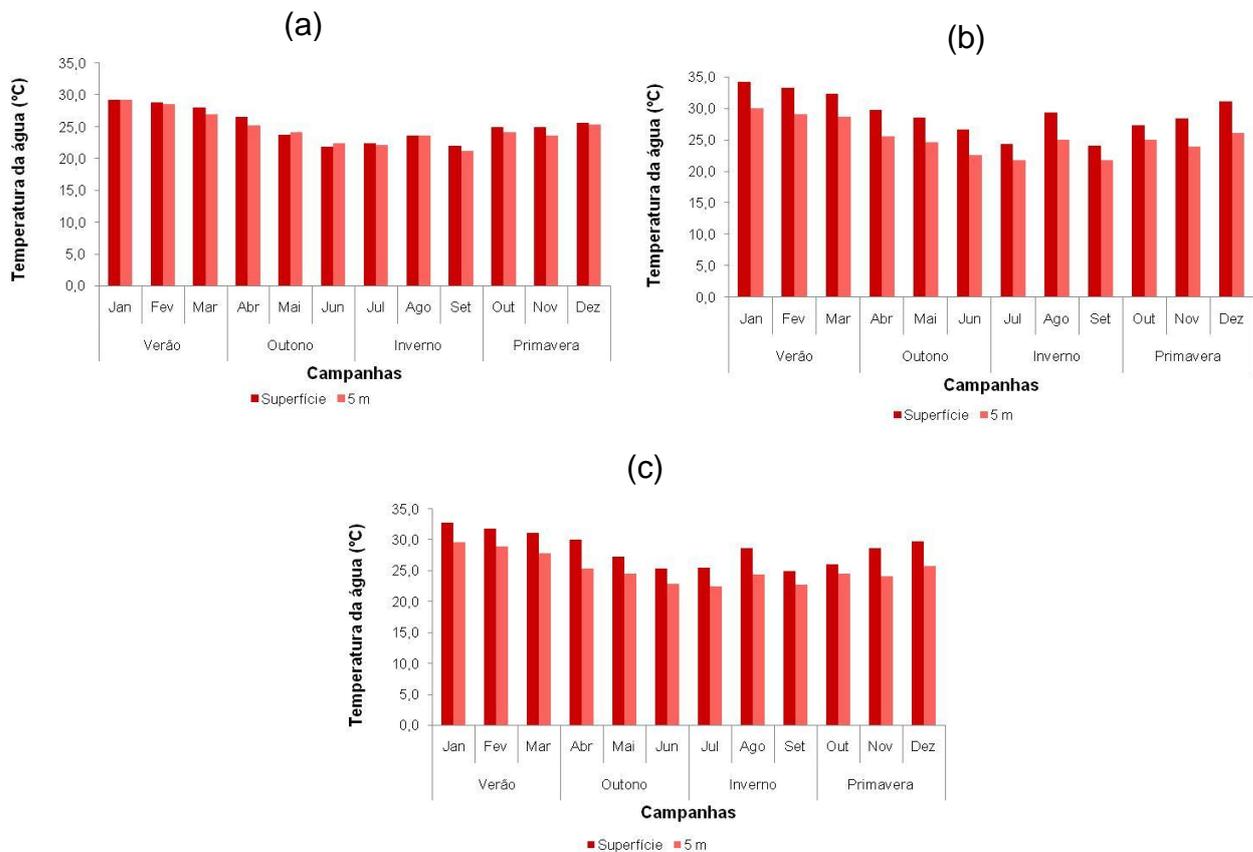
No Saco Piraquara de Fora, a estação Z4B teve valor médio de temperatura da água de 29,08°C ± 3,27°C, variando de 24,0°C (setembro) a 34,2°C (janeiro) na superfície, e média de 25,32°C ± 2,74°C, com variação de 21,80°C (julho) a 30,00°C (janeiro) a 5 metros de profundidade. Os valores mais altos (>32,0°C) foram observados, na superfície, durante os meses de verão (janeiro a março), enquanto que os menores valores (≤ 24,0) foram registrados no final do inverno (setembro) (Figura 5.1-3). A 5 m de profundidade os menores valores de temperatura da água foram observados no

final do outono (junho), durante o Inverno (julho e setembro) e na primavera (novembro) (Figura 5.1-4).

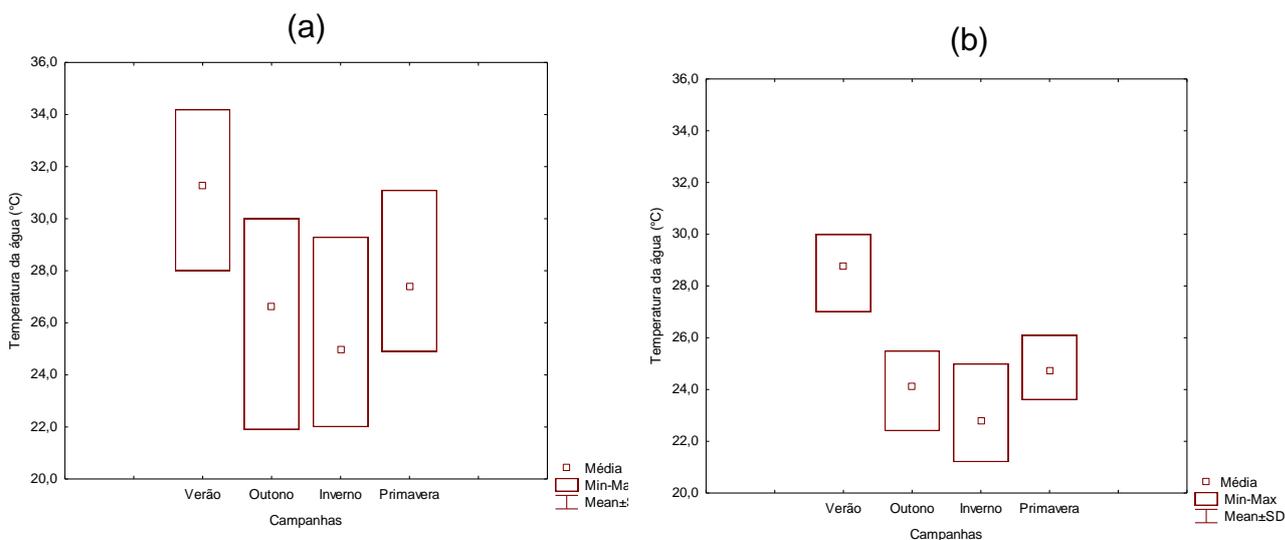
Na estação 47B o valor médio de temperatura da água foi  $28,49^{\circ}\text{C} \pm 2,66^{\circ}\text{C}$ , variando de  $25,0^{\circ}\text{C}$  (setembro) a  $32,8^{\circ}\text{C}$  (janeiro) na superfície; e média de  $25,26^{\circ}\text{C} \pm 2,6^{\circ}\text{C}$ , com variação de  $22,5^{\circ}\text{C}$  (julho) a  $29,6^{\circ}\text{C}$  (janeiro) a 5 metros de profundidade. Os valores mais altos ( $>31,0^{\circ}\text{C}$ ) foram observados na superfície, durante os meses de verão (janeiro a março); enquanto que os menores valores ( $< 23,0^{\circ}\text{C}$ ) foram registrados a 5 m de profundidade, no final do outono (junho) e durante o inverno (julho e setembro) (Figura 5.1-4).

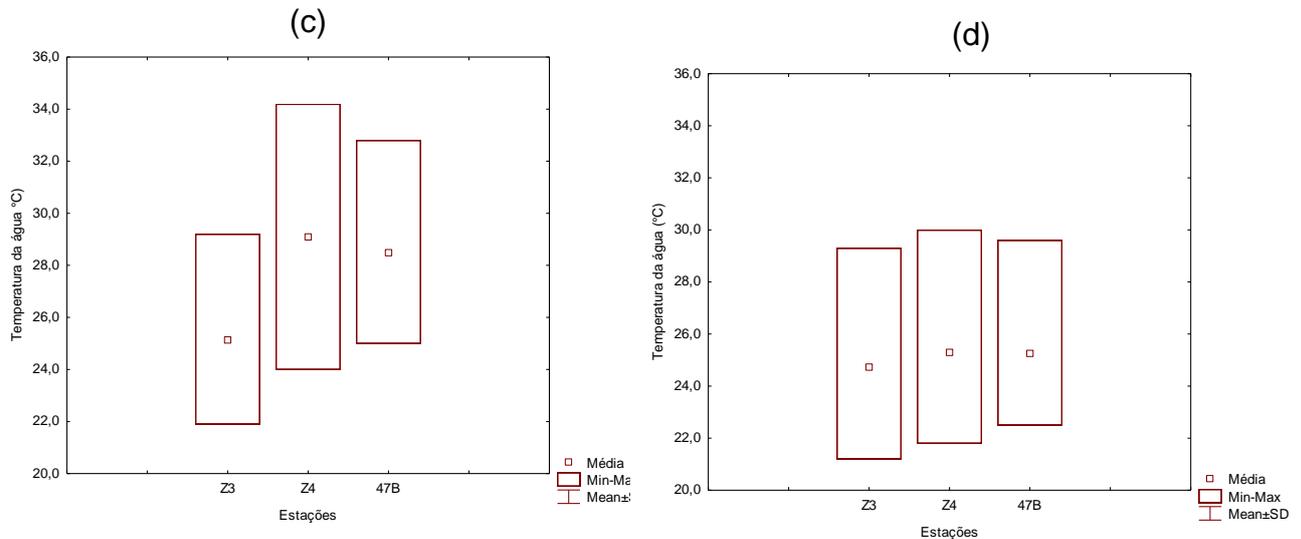
De maneira geral, as maiores temperaturas médias da água nas duas profundidades de amostragem foram registradas durante o verão e o menor valor médio ocorreu no inverno (Figura 5.1-5). Resultados semelhantes foram obtidos no monitoramento realizado em 2014 (ELETRONUCLEAR, 2014). Houve diferença significativa entre os valores registrados nos quatro períodos de estudo tanto na superfície ( $H = 16,48$ ;  $p = 0,0009$ ) quanto a 5 m de profundidade ( $H = 24,44$ ;  $p << 0,05$ ). Na superfície as campanhas realizadas durante o verão foram significativamente diferentes das do outono ( $p = 0,029941$ ) e do inverno ( $p = 0,000494$ ). A 5 m de profundidade a temperatura da água registrada no verão foi significativamente diferente dos resultados obtidos no outono ( $p = 0,006538$ ), no inverno ( $p = 0,000008$ ) e na primavera ( $p = 0,034371$ ).

No verão (março) e no inverno (junho) de 2015, quando a Usina 1 estava desligada e a Usina 2 estava funcionando a 100% de potência, não foram observadas variações em relação às condições térmicas (Anexo 5.1-2). Durante as campanhas realizadas nos meses de maio e outubro de 2015, a Usina 1 (Anexo 5.1-2) e a Usina 2 (Anexo 5.1-3), respectivamente, estavam desligadas e a cloração da água de circulação não foi efetuada. Em relação à temperatura de entrada e saída de água no condensador, as maiores temperaturas foram sempre observadas durante a saída de água, com exceção dos períodos descritos anteriormente (Anexos 5.1-2 e 5.1-3).



**Figura 5.1-4** - Valores de temperatura da água (°C) registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a), estação Z4 (b) e estação 47B (c).





**Figura 5.1-5** - Valores de temperatura da água (°C) registrados ao longo do monitoramento de 2015: sazonalidade na superfície (a) e a 5 m de profundidade (b); estações de amostragem na superfície (c) e a 5 m de profundidade (d).

As maiores temperaturas médias da água do mar foram registradas na estação Z4 tanto na superfície quanto a 5 m de profundidade (Figura 5.1-5). Foram encontradas diferenças significativas de temperatura da água do mar, na superfície ( $H = 10,02$ ;  $p < 0,05$ ). A estação localizada na Enseada de Itaorna (Z3 – estação controle) foi separada das estações localizadas no Saco Piraquara de Fora (Z4 e 47B), localizadas na área de impacto do efluente da CNAAA. A temperatura da água do mar registrada a 5 m de profundidade não variou significativamente entre as estações de amostragem ( $H = 0,65$ ;  $p > 0,05$ ).

Foram encontradas diferenças significativas de temperatura da água do mar entre as profundidades de amostragem (superfície e 5 m de profundidade) ( $U = 368,50$ ;  $p < 0,05$ ).

As menores variações da temperatura da água do mar, medida na superfície e a 5 m de profundidade, foram observadas na estação Z3 (Enseada de Itaorna) (Figura 5.1-5). Durante todo o período de amostragem foi observada uma variação térmica inferior a 1,50°C, entre as duas profundidades (Anexo 5.1-1). Nas estações localizadas no Saco Piraquara de Fora (Z4 e 47B), as variações térmicas foram mais acentuadas

(Figura 5.1-5). Estas variações foram observadas, principalmente, durante o outono (abril – estação 47B) e a primavera (novembro e dezembro – estação Z4, e novembro – estação 47B), com valores superiores a 4,50°C (Anexo 5.1-1). As variações térmicas registradas nas estações localizadas no Saco Piraquara de Fora estão associadas ao lançamento do efluente térmico das Unidades 1 e 2. As variações térmicas registradas, no atual período de amostragem, estão compatíveis com as encontradas em estudos anteriores realizados na mesma área (Dias *et al.*, 1999; Dias & Bonecker, 2008).

- **Salinidade**

A salinidade é um dos principais parâmetros avaliados na oceanografia física, juntamente com a temperatura. Em regiões costeiras, a variação da salinidade no tempo e no espaço é de grande importância, principalmente em regiões de plataforma continental sob influência de aporte regular de água doce proveniente da drenagem continental (Schettini *et al.*, 2005). A salinidade influencia na distribuição dos organismos de modo geral e pode, em alguns casos, se tornar uma barreira ecológica para os organismos considerados estenoalinos (Fonseca *et al.*, 2002).

A salinidade registrada nesse estudo na superfície variou de 31,0 (dezembro – Enseada de Itaorna – estação Z3) a 37,2 (setembro – Saco Piraquara de Fora – estação 47B) (Anexo 5.1-1). A 5 m de profundidade a salinidade variou de 32,0 (dezembro – Enseada de Itaorna – estação Z3) a 37,2°C (setembro – Enseada de Itaorna – estação Z3 e Saco Piraquara de Fora – estação Z4) (Anexo 5.1-1).

As salinidades observadas ao longo de 2015 evidenciaram a influência da água costeira na região de estudo, com temperatura superior a 20,0°C e salinidade inferior a 34,5 (Castro & Miranda, 1998; Piola *et al.*, 2000). Foram registradas também águas mais salinas, nas três estações de amostragem, nas duas profundidades de coleta.

A Enseada de Itaorna (estação Z3) teve valor médio de salinidade de  $34,74 \pm 1,60$  na superfície, e de  $35,64 \pm 1,39$  a 5 metros de profundidade. No Saco Piraquara de Fora, a estação Z4 teve valor médio de salinidade de  $35,85 \pm 0,94$  na superfície, e de  $35,92$

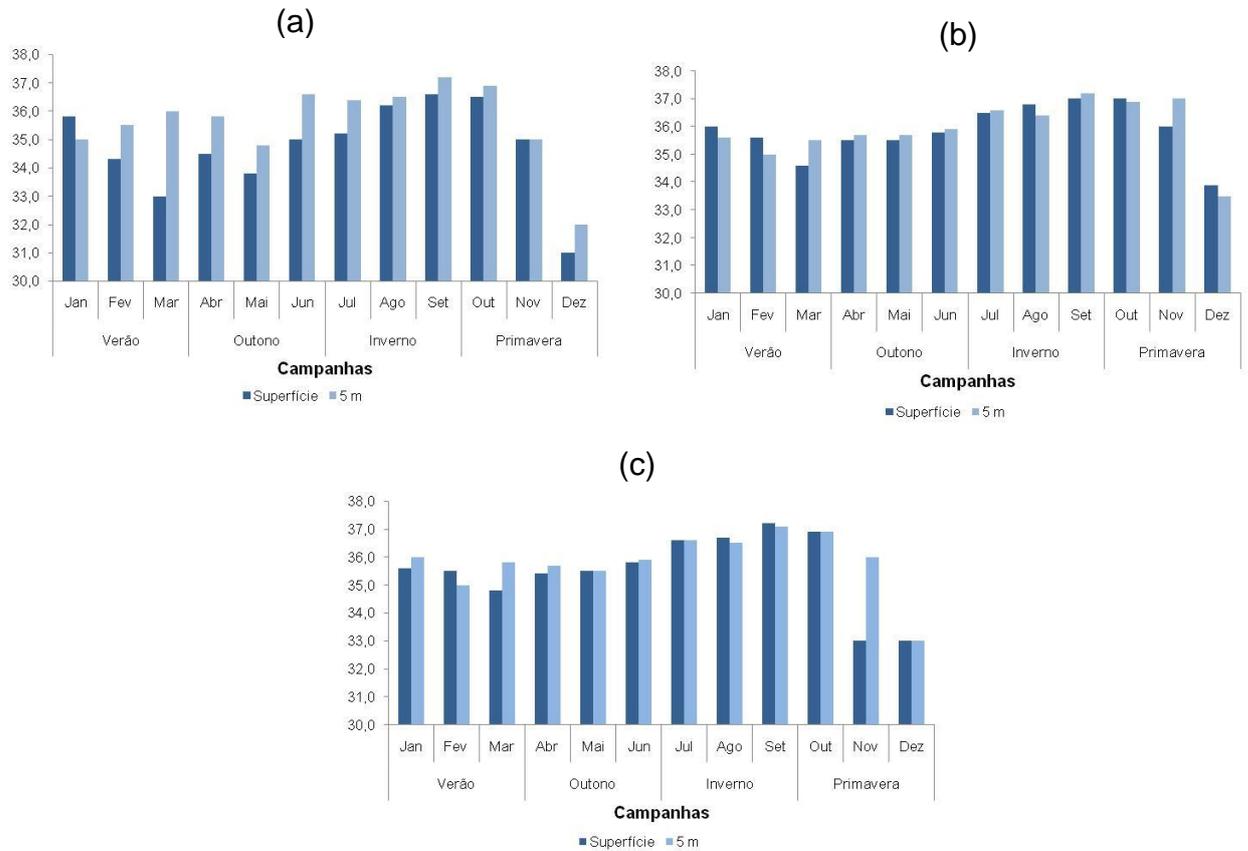
$\pm 1,02$  a 5 metros de profundidade. Na estação 47B o valor médio de salinidade foi  $35,50 \pm 1,37$  na superfície, e  $35,83 \pm 1,07$  a 5 metros de profundidade.

Nas três estações de coleta houve um padrão de distribuição da salinidade com menores valores de salinidade observados durante o mês de dezembro (final da primavera), e maiores valores durante o mês de setembro (final do inverno) (Figura 5.1-6). Esse resultado provavelmente está associado aos menores índices de pluviosidade observados no inverno.

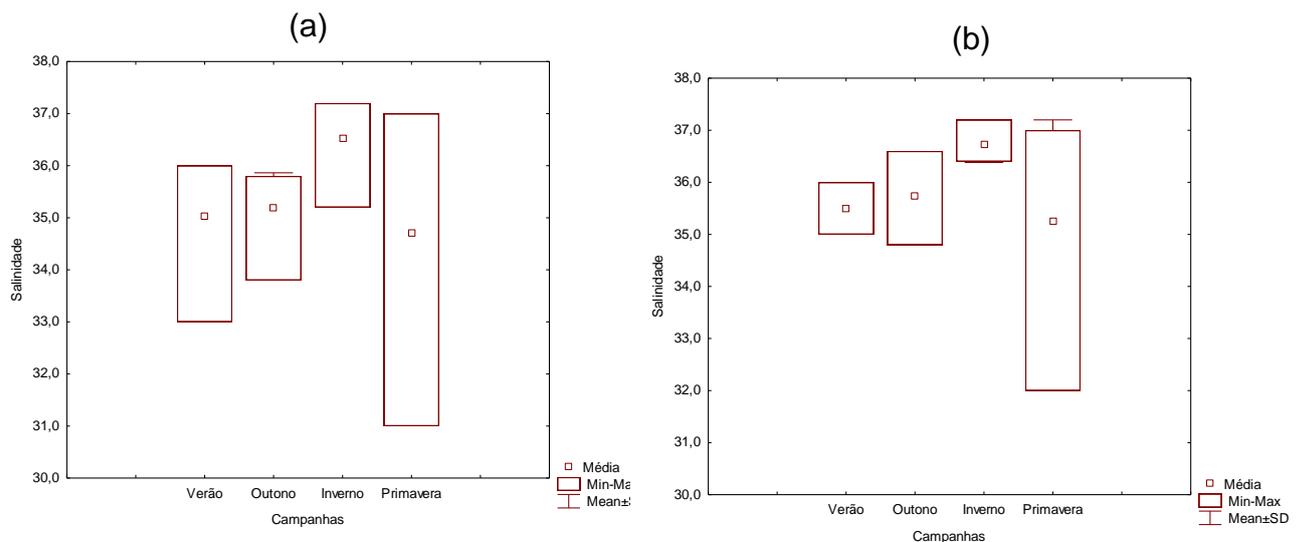
De maneira geral, as maiores salinidades foram registradas durante o inverno nas duas profundidades de coleta (Figura 5.1-7). As maiores variações de valores foram obtidas durante a primavera (Figura 5.1-7). Houve diferença significativa de salinidade entre os quatro períodos de amostragem tanto na superfície ( $H = 11,56023$ ;  $p = 0,0091$ ) quanto a 5 m de profundidade ( $H = 12,70840$ ;  $p = 0,0053$ ). Na superfície a salinidade no verão foi significativamente diferente do inverno ( $p = 0,025431$ ). Nessa profundidade os resultados obtidos no outono foram significativamente diferentes do inverno ( $p = 0,020964$ ). A 5 m de profundidade as salinidades do inverno foram diferentes do verão ( $p = 0,005147$ ) e do outono ( $p = 0,039385$ ).

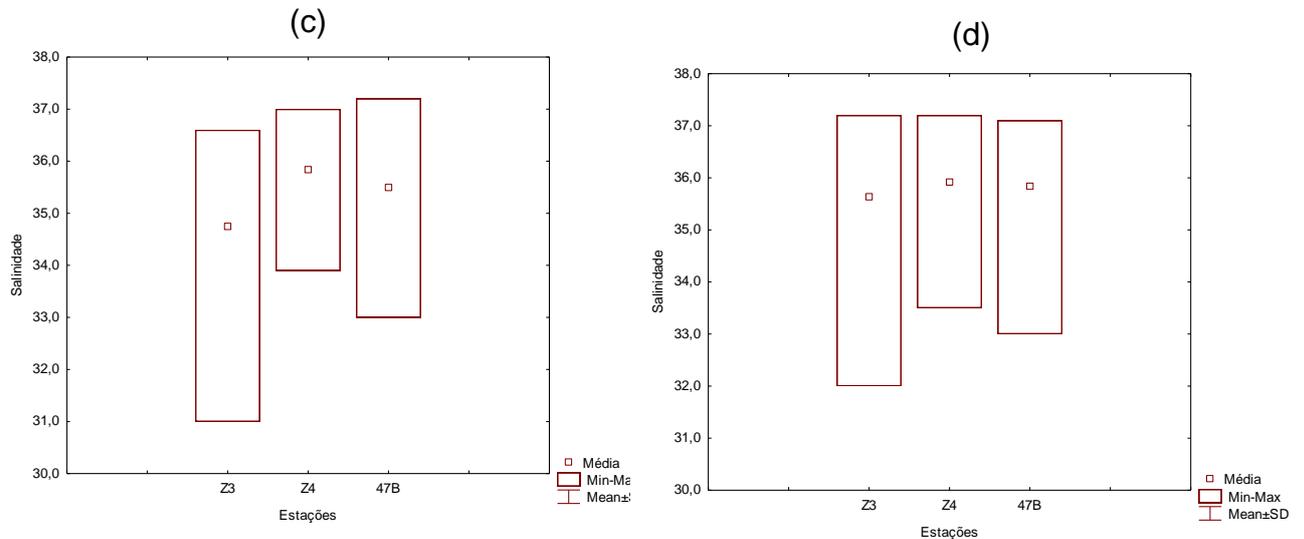
A maior salinidade média ao longo do monitoramento foi observada na estação Z4, mas as maiores variações foram obtidas na estação Z3 (Figura 5.1-7). Não foram encontradas diferenças significativas de salinidade entre as duas profundidades de amostragem ( $U = 516,50$ ;  $p > 0,05$ ), e entre as estações de coleta (Superfície  $H = 4,08$ ,  $p > 0,05$ ; 5 m  $H = 0,19$ ,  $p > 0,05$ ).

O padrão registrado nesse estudo foi semelhante ao obtido no monitoramento realizado em 2014, com maiores valores no inverno e menores no verão (ELETRONUCLEAR, 2014). Entretanto, a menor salinidade média em 2015 ocorreu na primavera, provavelmente associada à alta pluviosidade.



**Figura 5.1-6** - Valores de salinidade registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a), estação Z4 (b) e estação 47B (c).





**Figura 5.1-7** - Valores de salinidade registrados ao longo do monitoramento de 2015: sazonalidade na superfície (a) e a 5 m de profundidade (b); estações de amostragem na superfície (c) e a 5 m de profundidade (d).

### • **Transparência**

A distribuição espacial da transparência pode ser atribuída a um conjunto de fatores tais como a profundidade local, distância da costa e proximidade das estações com foz de rios. Este parâmetro, associado a outros fatores hidrológicos como a estrutura térmica da coluna de água, o grau de mistura e a dinâmica dos nutrientes inorgânicos, possui importância fundamental no controle da produção primária dos ecossistemas aquáticos (Machado *et al.*, 2007).

A profundidade de desaparecimento do disco de Secchi indicou que a transparência da água do mar durante o ano de 2015 variou entre 6,0 m (maio e novembro – Saco Piraquara de Fora – estação Z4) e 11,1 m (julho – Saco Piraquara de Fora – estação 47B) (Anexo 5.1-1).

A Enseada de Itaorna (estação Z3) teve valor médio de transparência de 8,76 m  $\pm$  0,94 m, com o valor mínimo sendo registrado em janeiro (7,5 m) e o máximo em julho (11,0 m) (Figura 5.1-8).

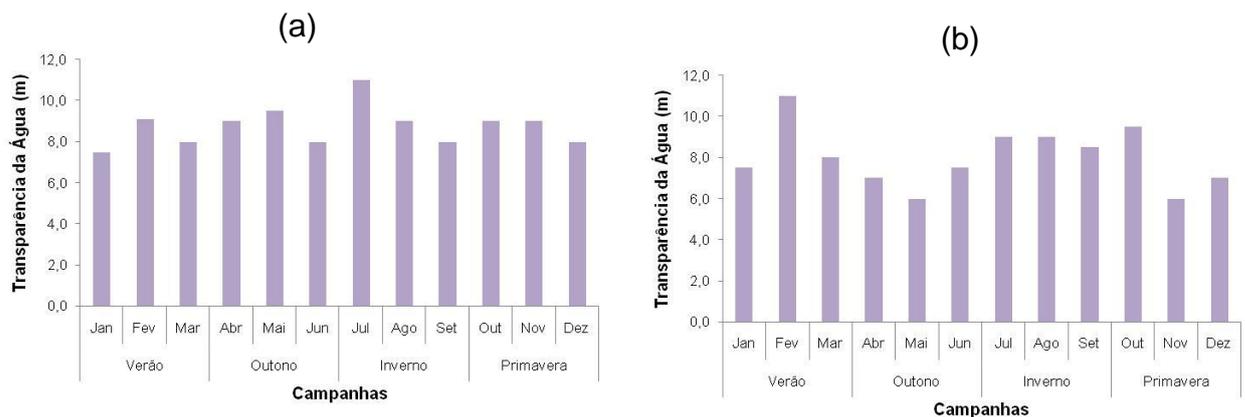
Na região do Saco Piraquara de Fora, a estação Z4 teve valor médio de transparência de 8,0 m  $\pm$  1,48 m, com o valor mínimo registrado em maio e novembro (6,0 m) e o máximo em fevereiro (11,0 m) (Figura 5.1-8).

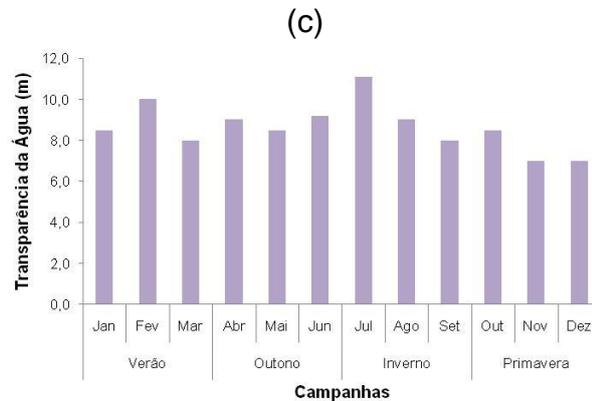
A estação 47B teve valor médio de transparência de 8,65 m  $\pm$  1,16 m, com o valor mínimo registrado em novembro e dezembro (7,0 m) e a máxima em julho (11,1 m; Figura 5.1-8).

O maior valor médio de transparência da água na área de estudo foi registrado durante o inverno (Figura 5.1-9). Não houve diferença significativa desse parâmetro entre os quatro períodos de amostragem ( $H = 3,93$ ;  $p = 0,2687$ ).

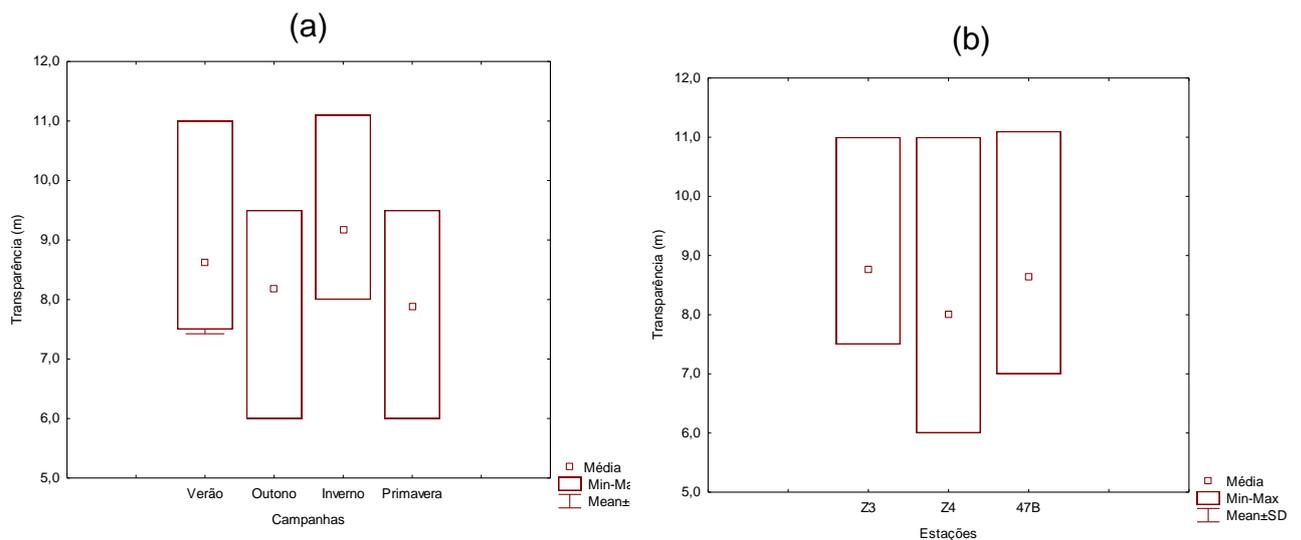
Em relação às estações de amostragem a menor média foi registrada na estação Z4 (Figura 5.1-9). Entretanto, não foram encontradas diferenças significativas entre as estações ( $H = 2,67$ ;  $p > 0,05$ ).

No monitoramento realizado em 2014 o padrão observado foi diferente do presente estudo, pois os maiores valores ocorreram na primavera (ELETRONUCLEAR, 2014).





**Figura 5.1-8** - Valores de transparência (m) registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a), estação Z4 (b) e estação 47B (c).



**Figura 5.1-9** - Valores de transparência (m) registrados ao longo do monitoramento de 2015: sazonalidade (a) e estações de amostragem (b).

## • Oxigênio dissolvido

A concentração de oxigênio dissolvido, juntamente com a salinidade e a temperatura, é um dos constituintes da água do mar mais comumente determinado (Grasshoff *et al.*, 1999). Esse parâmetro é um indicador sensível de processos químicos e biológicos que ocorrem no mar. Os níveis de oxigênio dissolvido são o resultado do balanço entre os processos de disponibilização e de consumo deste gás na água. Dentre os processos de entrada do oxigênio estão a liberação deste gás pelos organismos

fotossintetizantes e o processo de difusão que ocorre na interface ar-água. Já o consumo deste gás pode ser associado basicamente à sua utilização durante a degradação da matéria orgânica (respiração e reações químicas). O oxigênio é um gás essencial para os organismos e um excelente indicador das condições ambientais, e o seu ciclo no ecossistema aquático é governado por vários processos bióticos e abióticos que produzem ou consomem o oxigênio dissolvido (Bastos *et al.*, 2011).

Os valores de oxigênio dissolvido registrados durante o ano de 2015 na superfície variaram de 7,5 mg.L<sup>-1</sup> (março – Enseada de Itaorna – estação Z3) a 10,22 mg.L<sup>-1</sup> (julho – Saco Piraquara de Fora – estações Z4 e 47B). A 5 m de profundidade os valores de oxigênio dissolvido variaram entre 6,75 mg.L<sup>-1</sup> (abril – Saco Piraquara de Fora – estação 47B) e 9,77 mg.L<sup>-1</sup> (julho – Enseada de Itaorna – estação Z3) (Anexo 5.1-1). Na área de estudo, ao longo do ano de 2015, todos os valores registrados ficaram acima do mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 (> 6,0 mg.L<sup>-1</sup>) para Águas Salinas de Classe 1 (Figura 5.1-10).

A Enseada de Itaorna (estação Z3) teve valor médio de oxigênio dissolvido de 8,3 ± 0,48 mg.L<sup>-1</sup> na superfície, e de 8,22 ± 0,65 mg.L<sup>-1</sup> a 5 metros de profundidade. No Saco Piraquara de Fora, a estação Z4 teve valor médio de oxigênio dissolvido de 8,68 ± 0,64 mg.L<sup>-1</sup> na superfície, e de 7,96 ± 0,68 mg.L<sup>-1</sup> a 5 metros de profundidade. A estação 47B, teve valor médio de oxigênio dissolvido de 8,57 ± 0,65 mg.L<sup>-1</sup> na superfície, e de 8,04 ± 0,69 mg.L<sup>-1</sup> a 5 metros de profundidade.

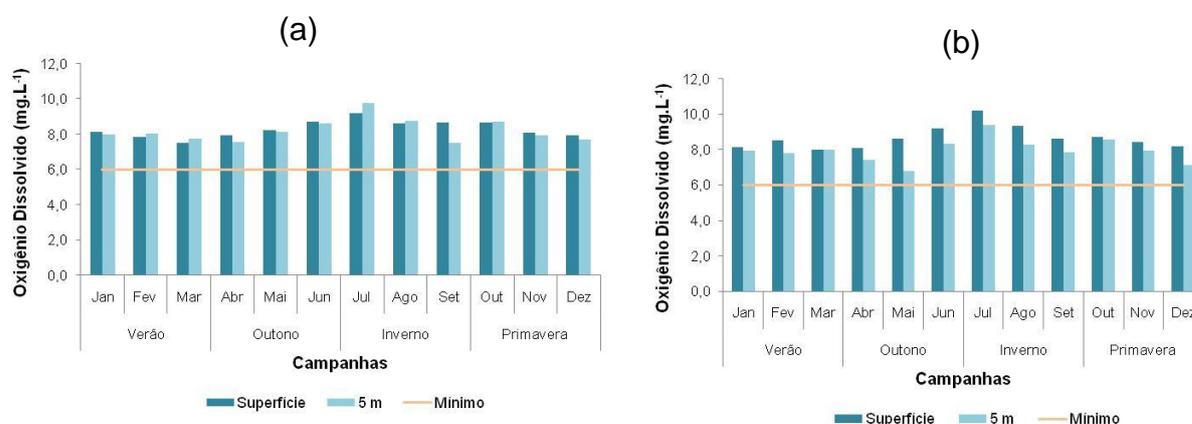
Na região da CNAAA, houve diferença significativa de concentração de oxigênio dissolvido entre as profundidades de amostragem (U = 360,50; p < 0,05). Em termos gerais, os maiores valores de oxigênio dissolvido foram registrados na superfície (Figura 5.1-10).

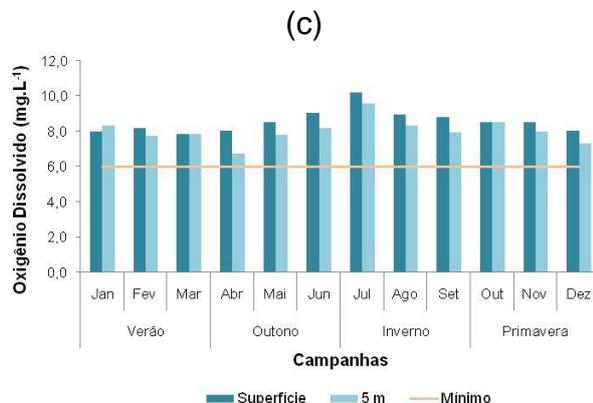
O menor valor médio de oxigênio dissolvido foi observado durante o verão na superfície e no outono a 5 m de profundidade; e a maior média foi observada no inverno nas duas profundidades (Figura 5.1-11). Houve diferença significativa de oxigênio dissolvido entre os quatro períodos de amostragem somente na superfície (H

= 18,20789;  $p = 0,0004$ ). Nessa profundidade a concentração de oxigênio dissolvido no inverno foi diferente do verão ( $p = 0,000156$ ) e da primavera ( $p = 0,040737$ ).

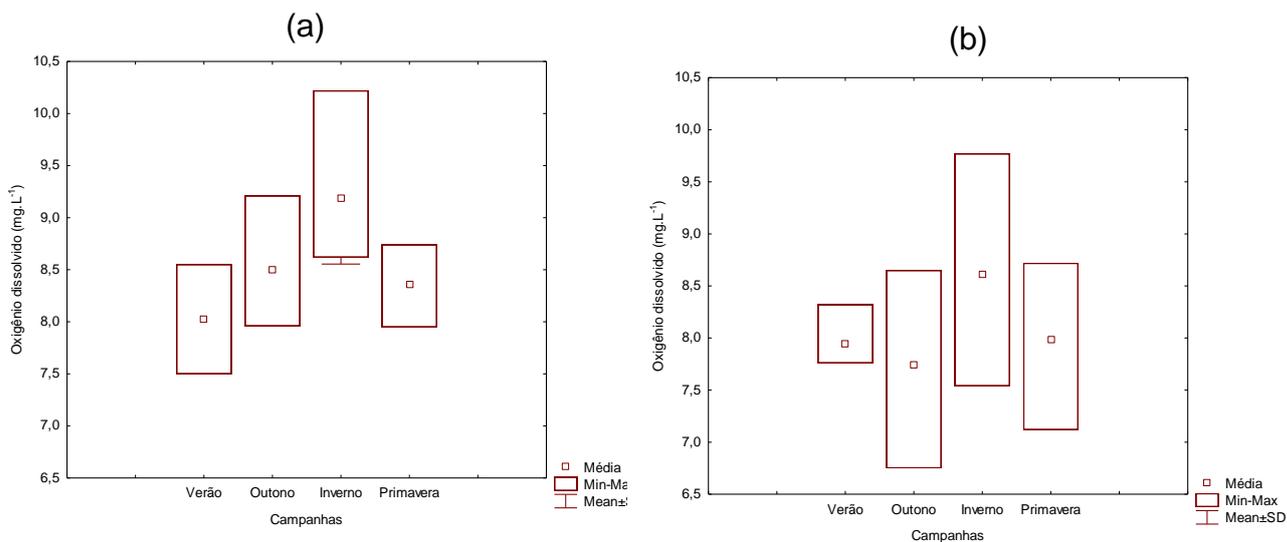
Em relação às estações de amostragem, o maior valor médio na superfície foi observado na estação Z4; enquanto a 5 m de profundidade a maior média foi registrada na estação Z3. Não houve diferença significativa entre as estações de coleta nas duas profundidades de amostragem (superfície –  $H = 2,03$ ,  $p > 0,05$ ; 5 m –  $H = 0,50$ ,  $p > 0,05$ ).

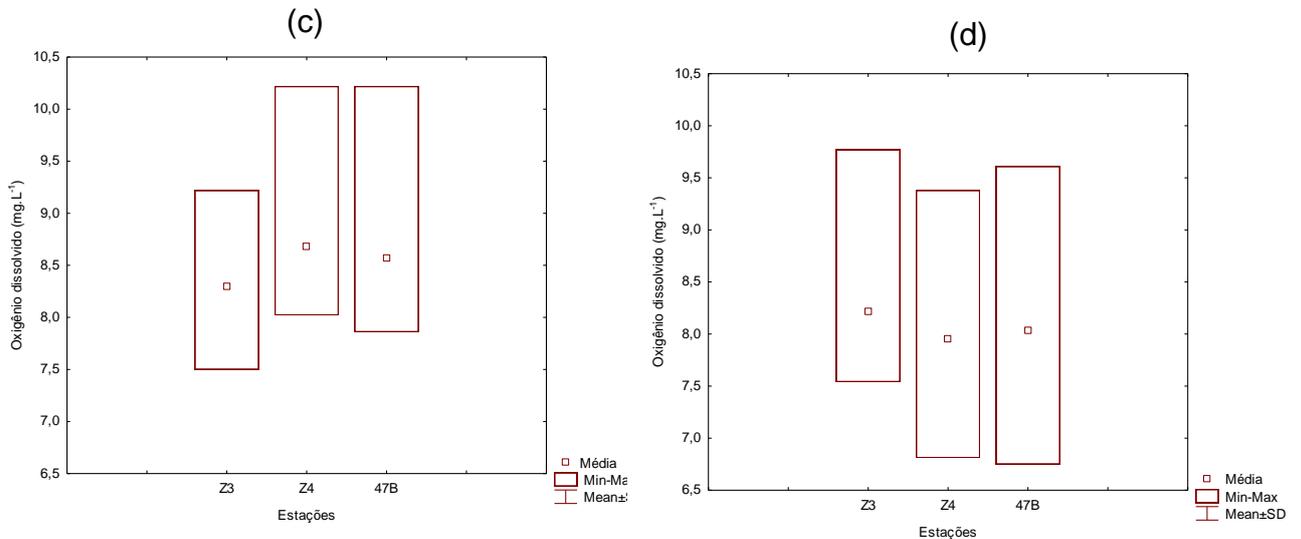
As concentrações de oxigênio dissolvido registradas nesse período de estudo estão dentro da faixa dos teores observados em anos anteriores (3,5 a 9,9 mg.L<sup>-1</sup>) (FURNAS, 1992; 1993; 1994; 1996; 1997; ELETROBRAS, 1998; 1999; 2000; 2001; 2002; ELETRONUCLEAR, 2014). Entretanto, no monitoramento realizado em 2014 alguns valores de oxigênio dissolvido ficaram abaixo do mínimo estabelecido na Resolução CONAMA 357/05 (CONAMA, 2005), o que não ocorreu no presente estudo.





**Figura 5.1-10** - Valores de oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>) registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a), estação Z4 (b) e estação 47B (c).





**Figura 5.1-11** - Valores de oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>) registrados ao longo do monitoramento de 2015: sazonalidade na superfície (a) e a 5 m de profundidade (b); estações de amostragem na superfície (c) e a 5 m de profundidade (d).

## • Nitrito

A análise das concentrações de nutrientes inorgânicos na água do mar é importante para avaliar a fertilidade desse compartimento (Rezende *et al.*, 2006). A distribuição dos nutrientes no mar é determinada por vários fatores: aporte continental, circulação oceânica, processos biológicos de ressuspensão e mineralização, deposição de fragmentos de matéria orgânica na coluna de água e posterior regeneração de nutrientes (Rezende *et al.*, 2006).

Em todos os meses de amostragem em 2015 as concentrações de nitrito na área de estudo ficaram abaixo dos limites de detecção dos métodos utilizados nas três estações de amostragem (Anexo 5.1-1). Por esse motivo, não foram confeccionados gráficos para esse parâmetro. Dessa forma, as concentrações de nitrito na área de estudo estão dentro do máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para Águas Salinas de classe 1 (< 0,07 mg.L<sup>-1</sup>).

As baixas concentrações de nitrito encontradas mantiveram-se no padrão já observado na região em estudos anteriores, cujos valores foram inferiores a  $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$  (ELETROBRAS, 2002; ELETRONUCLEAR, 2014). Este fato evidencia a influência das águas oligotróficas, provenientes da corrente do Brasil na Baía da Ribeira (Soares, 1983).

- **Nitrato**

As concentrações de nitrato na área de estudo em todos os meses de amostragem em 2015 ficaram abaixo dos limites de detecção dos métodos utilizados nas três estações de amostragem (Anexo 5.1-1). Por esse motivo, não foram confeccionados gráficos e nem realizados testes estatísticos para esse parâmetro. Sendo assim, as concentrações de nitrato na área de estudo estão dentro do máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para Águas Salinas de classe 1 ( $< 0,40 \text{ mg.L}^{-1}$ ).

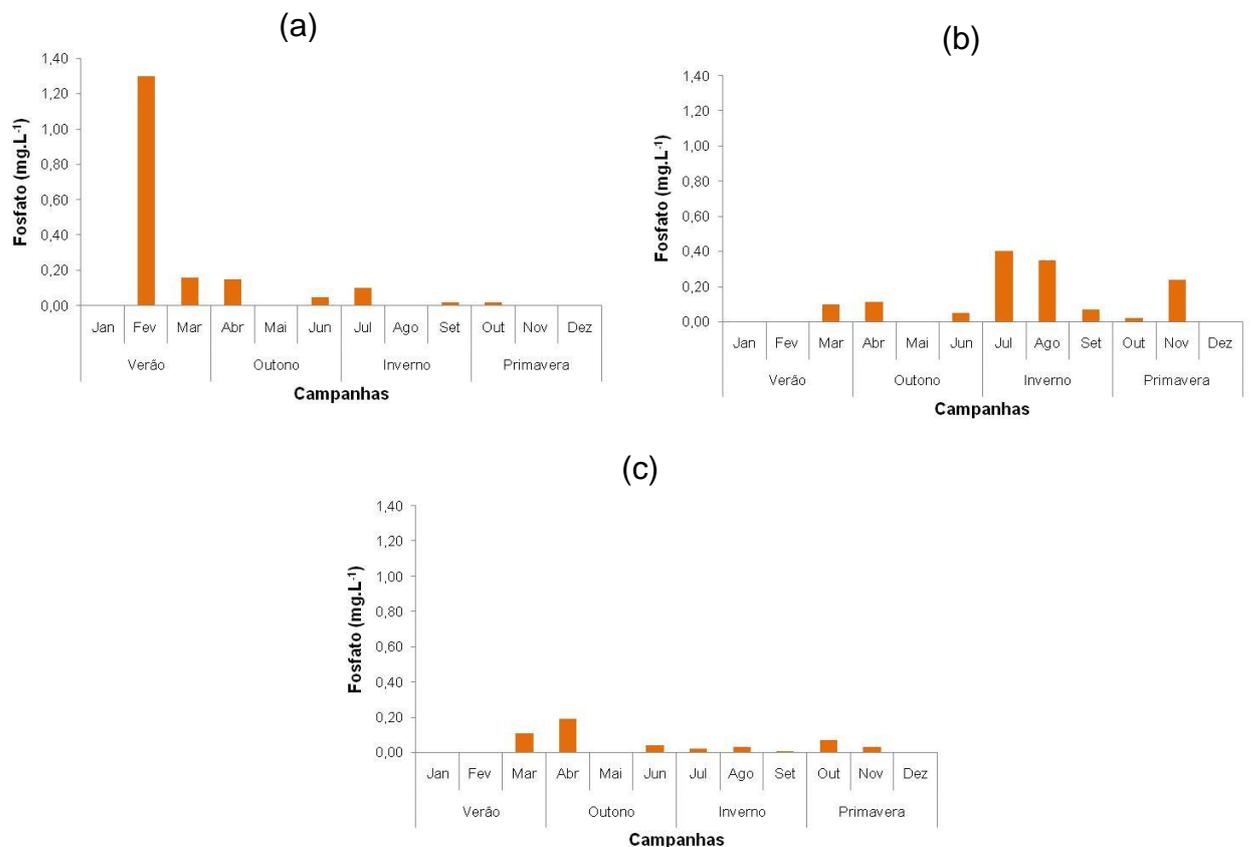
As concentrações de nitrato observadas no presente estudo ficaram abaixo das obtidas no monitoramento realizado em 2014, quando alguns valores ficaram acima do estabelecido na Resolução CONAMA 357/05 nas três estações amostradas (ELETRONUCLEAR, 2014).

- **Fosfato**

A concentração de fosfato durante o ano de 2015 na área de estudo variou entre  $< 0,01 \text{ mg.L}^{-1}$  (dezembro – Enseada de Itaorna – estação Z3; e setembro – Saco Piraquara de Fora – estação 47B) e  $1,30 \text{ mg.L}^{-1}$  (fevereiro – estação Z3) (Anexo 5.1-1). Como vários resultados ficaram abaixo do limite de detecção do método, para esse parâmetro não foram confeccionados gráficos de *box-plot* e nem realizados testes estatísticos.

Na Enseada de Itaorna (estação Z3) foi registrada a maior concentração de fosfato (Figura 5.1-12). Na Resolução CONAMA 357/05 para Águas Salinas de classe 1 não existe valor máximo estipulado para concentração de fosfato.

As baixas concentrações registradas nesse estudo para o fosfato ficaram de acordo com o padrão já observado na região em estudos anteriores (valores inferiores a  $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$ ) (ELETROBRAS, 2002; ELETRONUCLEAR, 2014). Esses resultados evidenciam a influência das águas oligotróficas, provenientes da corrente do Brasil na Baía da Ribeira (Soares, 1983). A única exceção a este padrão foi o valor observado para este nutriente ( $>1,0 \text{ mg.L}^{-1}$ ) durante o mês de fevereiro, na Enseada de Itaorna no monitoramento de 2014 (ELETRONUCLEAR, 2014).



**Figura 5.1-12** - Valores de fosfato ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a), estação Z4 (b) e estação 47B (c).

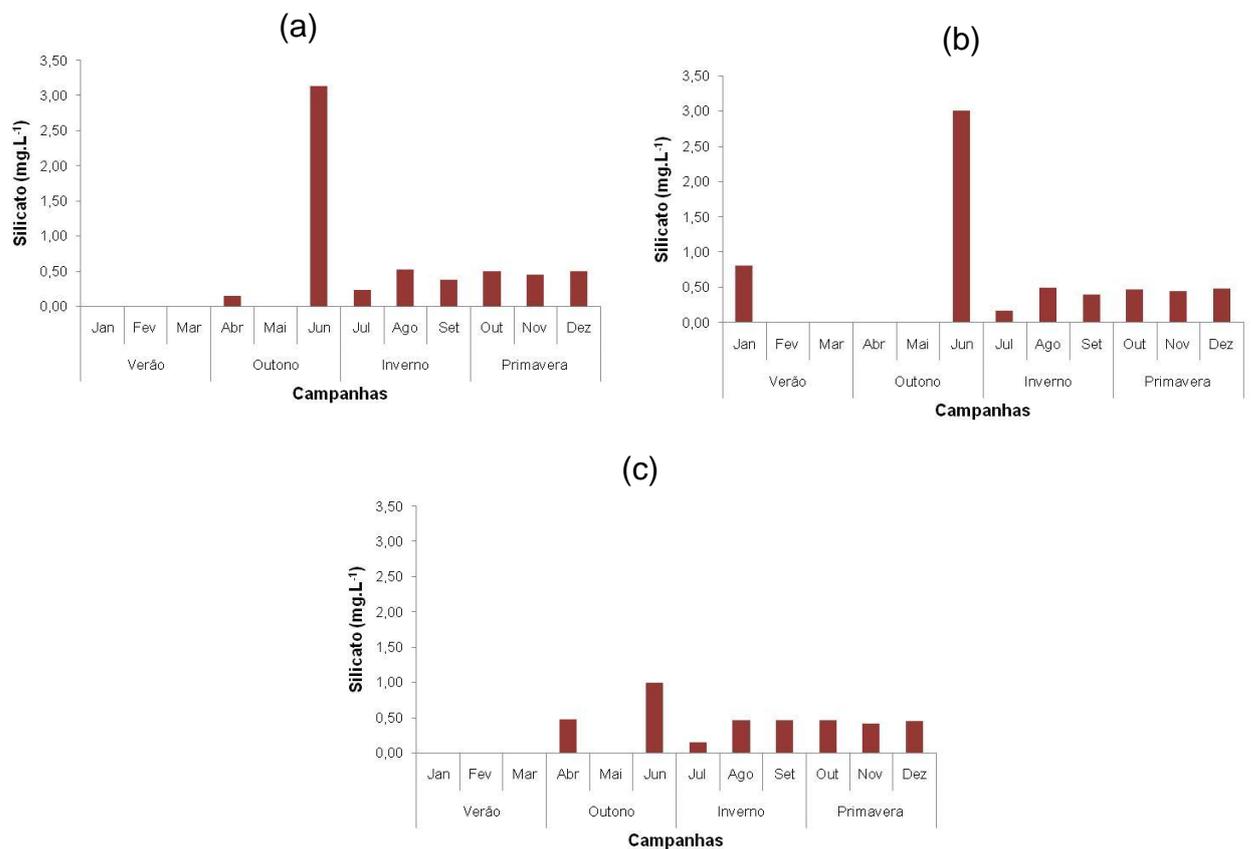
### • Silicato

A concentração de silicato durante o ano de 2015 variou de  $< 0,02 \text{ mg.L}^{-1}$  (janeiro a março – estações Z3 e 47B, e fevereiro a abril – estação Z4B) a  $3,14 \text{ mg.L}^{-1}$  (junho – estação Z3) (Anexo 5.1-1). Como vários resultados ficaram abaixo do limite de

detecção do método, para esse parâmetro não foram confeccionados gráficos de *box-plot* e nem realizados testes estatísticos.

As maiores concentrações de silicato foram registradas nas estações Z3 e Z4 (Figura 5.1-13). Na Resolução CONAMA 357/05 para Águas Salinas de classe 1 não existe valor máximo estipulado para concentração de silicato.

Em termos gerais, os valores de silicato registrado nesse estudo foram inferiores ao observado para região no monitoramento realizado em 2014 (ELETRONUCLEAR, 2014), com exceção dos valores registrados durante o mês de junho.



**Figura 5.1-13** - Valores de silicato (mg.L<sup>-1</sup>) registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a), estação Z4 (b) e estação 47B (c).

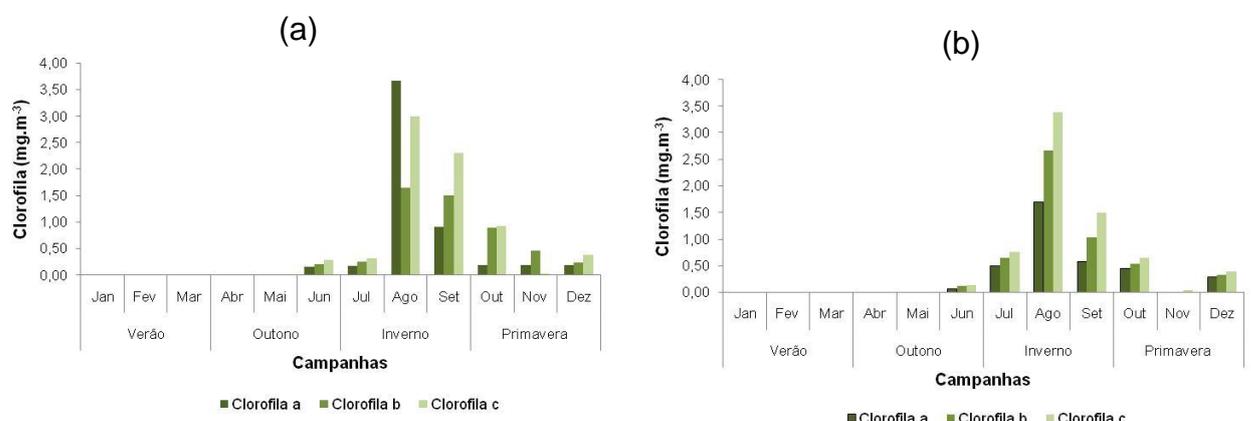
## • Clorofilas

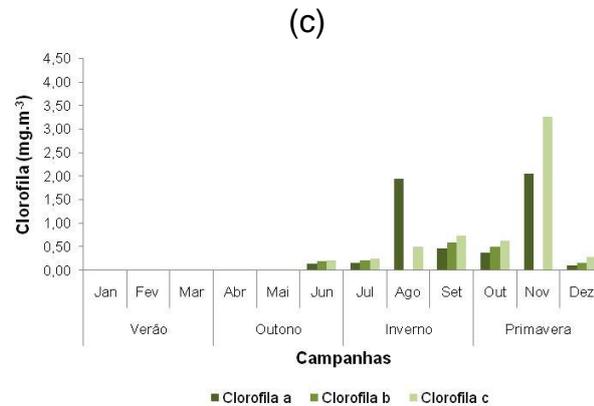
A análise de pigmentos é utilizada para estimar a biomassa planctônica e pode ser utilizada para determinar a produtividade primária (Paranhos, 1996). A clorofila *a* é o único pigmento responsável pela captura da energia da luz para a realização da fotossíntese e por esse motivo é muito importante em estudos ambientais (Paranhos, 1996). Outros pigmentos, chamados de acessórios, também são importantes, pois absorvem energia luminosa em outros comprimentos de onda e passam essa energia para a clorofila *a* que está no centro de reação da fotossíntese (Paranhos, 1996).

Entre os meses de janeiro e abril de 2015 as concentrações de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila *c* ficaram abaixo do limite de detecção do método utilizado (Anexo 5.1-1). Por esse motivo, para clorofilas não foram confeccionados gráficos de *box-plot* e nem realizados testes estatísticos.

Os maiores valores de clorofila *a* foram observados em agosto nas estações Z3 e Z4 e em novembro no Saco Piraquara de Fora – estação 47B (Figura 5.1-14). Os maiores valores de clorofila *b* e clorofila *c* foram registrados na estação Z4 na campanha de agosto (Figura 5.1-14). Na Resolução CONAMA 357/05 para Águas Salinas de classe 1 não existe valor de referência para clorofilas.

Os resultados de clorofilas observados no monitoramento realizado em 2014 também foram muito baixos (ELETRONUCLEAR, 2014).





**Figura 5.1-14** - Valores de clorofilas ( $\text{mg.m}^{-3}$ ) registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a) estação Z4 (b) e estação 47B (c).

## 5.2. FITOPLÂNCTON

O fitoplâncton é composto por microalgas unicelulares eucariontes do reino Protista e é o principal produtor primário dos oceanos sendo fundamental na teia trófica marinha (Yoneda, 1999; Bonecker *et al.*, 2009). Alterações significativas na constituição da comunidade fitoplanctônica refletem em toda a estrutura da cadeia trófica marinha. Devido a pouca mobilidade dos organismos fitoplânctônicos e à rápida resposta às alterações que ocorrem no ambiente, os mesmos são considerados excelentes bioindicadores da saúde dos ecossistemas marinhos (Magalhães, 2012).

- **Composição específica**

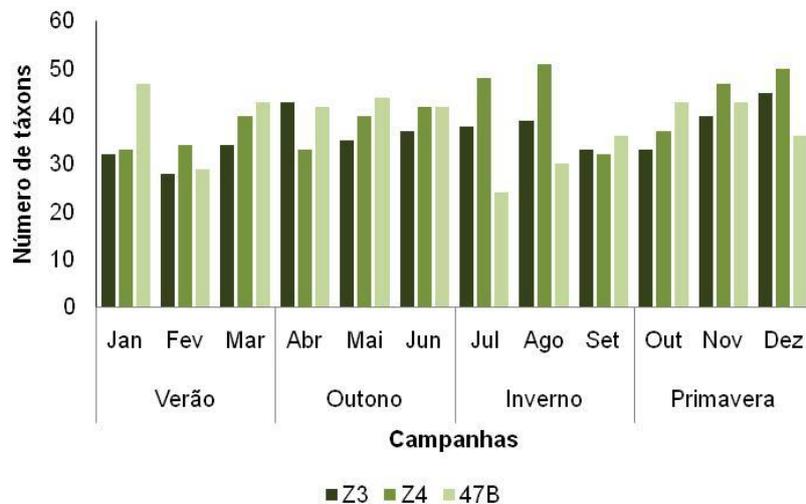
Na área de estudo a maior parte do nanoplâncton permaneceu como não identificado, mas também foram registradas cianobactérias, diatomáceas e dinoflagelados (Anexo 5.2-1). O pequeno tamanho do nanoplâncton inviabiliza a identificação em nível específico durante as análises de rotina (Leroi & Hallegraeff, 2004).

No caso do microfitoplâncton foram registrados 165 táxons (Anexo 5.2-1) distribuídos da seguinte forma: cianobactérias (4), diatomáceas (88), dinoflagelados (60), silicoflagelados (2), ebríideas (2), cocolitoforídeos (9) e euglenofíceas não identificadas em nível específico. Nesse monitoramento, observou-se uma maior contribuição de táxons de diatomáceas seguidas pelos dinoflagelados. Resultados semelhantes foram

observados anteriormente na mesma área de estudo (ELETRONUCLEAR, 2014). Esse resultado é característico de regiões costeiras (Barnes & Hughes, 1982). O maior número de táxons registrados para diatomáceas provavelmente está relacionado ao maior conhecimento sobre as espécies desse grupo, mas há também um aumento para outros grupos como dinoflagelados e nanoflagelados (Villac & Tenenbaum, 2010).

A dominância destas categorias taxonômicas é comum e ocorre em função da alta riqueza de táxons destes organismos no ambiente marinho (Sournia *et al.*, 1991; Lalli & Parsons, 1993; Nybakken, 2001). Segundo a literatura, no Oceano Atlântico Sul, mais de 60% do microfitoplâncton é composto por diatomáceas e dinoflagelados (Tenenbaum *et al.*, 2007; Olguín *et al.*, 2006). O predomínio de diatomáceas já foi observado ao longo da costa brasileira (Brandini *et al.*, 1997; Villac *et al.*, 2008). As diatomáceas dominam em áreas costeiras e de plataforma, em termos de riqueza de espécies, e a dominância diminui aos poucos em direção às águas mais oceânicas, onde a contribuição de dinoflagelados aumenta significativamente (Fernandes & Brandini, 2004). A presença de diatomáceas em ambientes marinhos indica uma coluna de água instável e que está sujeita a muita mistura (Souza *et al.*, 2013).

A maioria dos táxons registrados em 2015 já havia sido relatada para a área de estudo (ELETRONUCLEAR, 2014). Não houve um padrão de distribuição do número de táxons de microfitoplâncton ao longo do monitoramento (Figura 5.2-1). O maior número de táxons (51) foi registrado na estação Z4, na campanha de agosto e o menor (24) ocorreu na estação 47B em julho de 2015 (Figura 5.2-1).



**Figura 5.2-1** – Número de táxons do microfitoplâncton registrado na área de estudo, durante o monitoramento de 2015 nas estações Z3, Z4 e 47B.

Alguns táxons ocorreram apenas em um período do ano e o maior número de táxons exclusivos foi observado durante o verão (20 táxons) e no grupo dos dinoflagelados (13 táxons):

- Verão - *Trichodesmium thiebautii*, *Climacodium frauenfeldianum*, *Hemiaulus sinensis*, *Chaetoceros dydimus*, *Chaetoceros pendulus*, *Corethron criophilum*, *Cylindrotheca closterium*, Gymnodiniales 2 (100-150 µm), Gymnodiniales 4 (100-150 µm), *Pyrophacus steinii*, *Torodinium teredo*, *Tripos lineatus*, *Tripos macroceros*, *Tripos trichoceros*, *Oxytoxum laticeps*, *Oxytoxum sceptrum*, *Podolampas bipes*, *Phalacroma* sp., *Prorocentrum triestinum*, Dinoflagelado tecido não identificado 3 (50-100 µm).
- Outono - *Detonula pumila*, *Chaetoceros dadayi*, *Grammatophora* spp., Diatomacea penata 1 (100-150 µm), *Cochlodinium* spp., *Oxytoxum longiceps*, *Prorocentrum rostratum*.
- Inverno - *Rhizosolenia castracanei*, *Chaetoceros gracilis*, *Chaetoceros tenuissimus*, *Asterionella notata*, Naviculaceae 1 (50-100 µm), Naviculaceae 1 (> 150 µm), *Nitzschia* spp., Diatomacea penata 7 (> 150 µm), *Pyrocystis obtusa*,

*Tripos teres*, *Podolampas elegans*, *Dinophysis hastata*, *Dinophysis* spp.,  
*Phalacroma rapa*, *Phalacroma oxytoxoides*, *Dictyocha* sp.

- Primavera - *Isthmia* spp., *Corethron pennatum*, *Dactyliosolen* spp., *Guinardia delicatula*, *Guinardia flaccida*, *Chaetoceros peruvianus*, *Amphora* spp., *Tripos muelleri*, *Dissodinium* spp., *Dinophysis acuminata*.

Algumas espécies observadas nesse estudo são típicas de regiões neríticas como as diatomáceas do gênero *Leptocylindrus* e os dinoflagelados dos gêneros *Prorocentrum* e *Scrippsiella*. Essas ocorrências são evidências de processos de mistura entre a Água Tropical e a Água Costeira (Hendey, 1964; Wood, 1968; Tomas, 1997).

Outras espécies registradas na área de estudo são possíveis indicadoras de águas da Corrente do Brasil, como por exemplo: *Thalassionema nitzschioides*, *Chaetoceros dadayi*, *Ceratoneis closterium*, *Nitzschia longissima* (diatomáceas); *Tripos macroceros*, *Oxytoxum gracile*, *Pronoctiluca pelagica* (dinoflagelados); *Dictyocha fibula* (silicoflagelado); *Calciosolenia brasiliensis*, *C. murrayi*, *Halopappus adriaticus*, *Ophiaster hydroideus* (cocolitoforídeos) (Wood, 1968; Chrétiennot-Dinet, 1990; Hasle & Syverstsen, 1997; Steidinger & Tangen, 1997; Heimdal, 1997, Tomas, 1997).

Entre as espécies observadas na área de estudo algumas são consideradas pela literatura como espécies formadoras de "blooms" e são potencialmente tóxicas: DIATOMÁCEAS *Ceratoneis closterium*, *Cerataulina pelagica*, *Leptocylindrus danicus*, *Leptocylindrus minimus*, *Asterionellopsis glacialis*, *Guinardia delicatula*, DINOFLAGELADOS *Phalacroma oxytoxoides* (*Oxyphysis oxytoxoides*), *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum triestinum*, *Prorocentrum balticum*, *Dinophysis acuminata*, *Dinophysis caudata*, SILICOFLAGELADO *Dictyocha fibula* e CIANOBACTÉRIA *Trichodesmium thiebautii* (Sunensen *et al.*, 2009; Bonecker *et al.*, 2009; Villac & Tenenbaum, 2010).

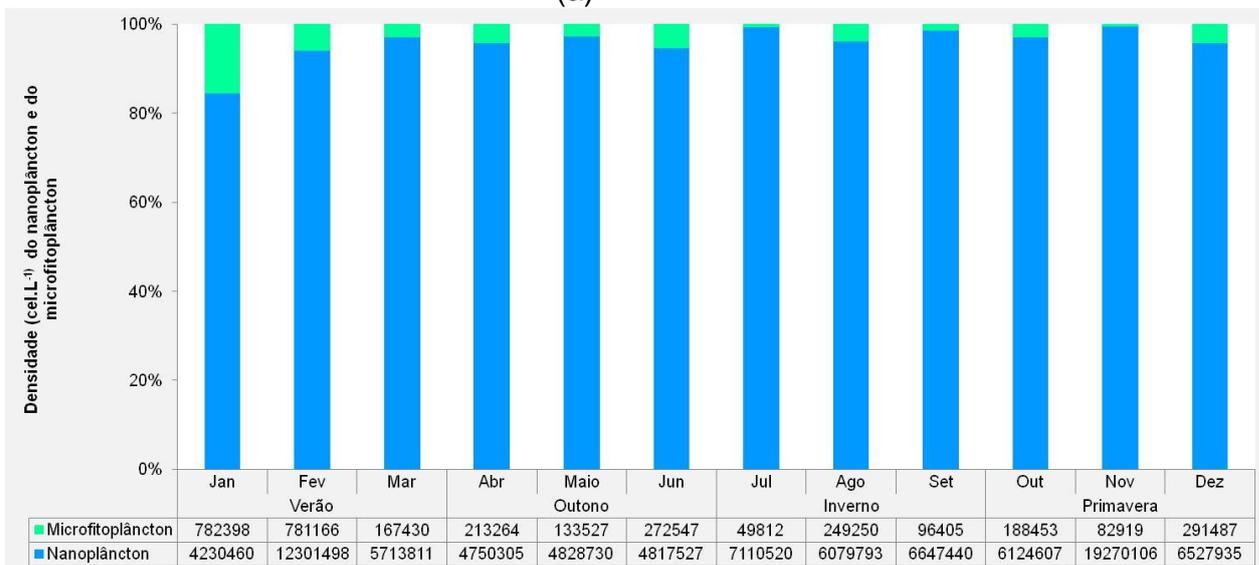
- **Densidade celular**

A densidade do nanoplâncton total variou de  $4,2 \cdot 10^6$  (estação Z3 em janeiro) a  $2,3 \cdot 10^7$  cel.L<sup>-1</sup> (estação Z4 em agosto) e o microfitoplâncton variou entre  $3,9 \cdot 10^4$  (estação Z4 em julho) e  $7,8 \cdot 10^5$  (estação Z3 em janeiro) (Anexo 5.2-1). Nas três estações de coleta houve dominância do nanoplâncton, que correspondeu a mais de 80% da densidade fitoplanctônica total em cada mês de coleta (Figura 5.2-2). A maior contribuição do microfitoplâncton foi observada no mês de janeiro na estação Z3 (Figura 5.2-2).

A dominância do nanoplâncton está diretamente ligada aos seguintes fatores: alta relação de superfície e volume das células do nanoplâncton, organismos com curto tempo de geração, altas taxas de crescimento e maior eficiência na assimilação de nutrientes (Dugdale & Goering, 1967; Eppley *et al.*, 1969; Malone, 1971). Esses fatores fazem com que o nanoplâncton seja um dos componentes mais relevantes da comunidade planctônica marinha, exercendo papel fundamental na teia trófica e na alça microbiana (Azam *et al.*, 1983; Huang *et al.*, 2008).

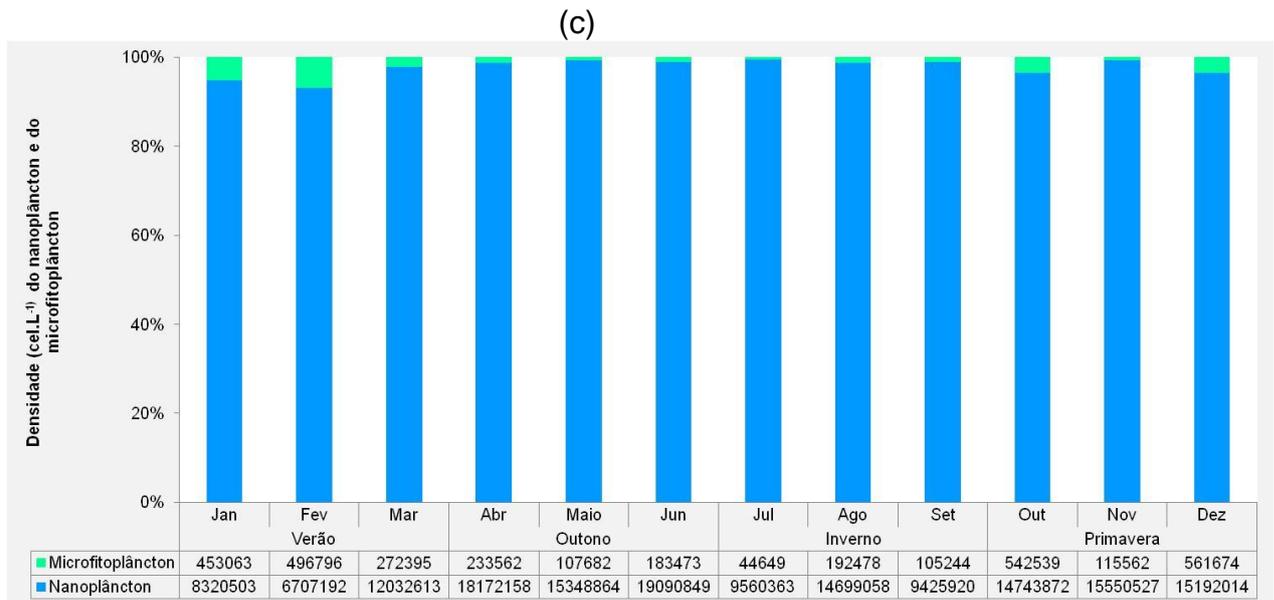
Segundo a literatura, o predomínio numérico do nanoplâncton é típico de áreas oligotróficas (Yoneda, 1999). Na área de estudo as concentrações dos nutrientes avaliados na maior parte do ano ficaram abaixo do limite de detecção do método ou foram muito baixas. Esse resultado indica uma oligotrofia da área estudada.

(a)



(b)

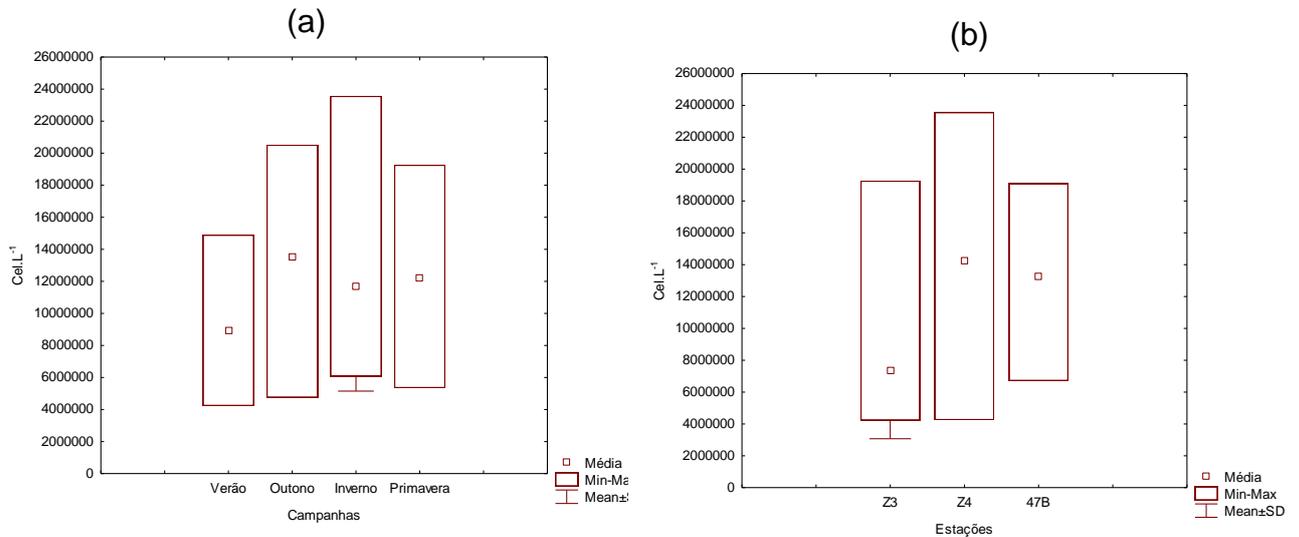




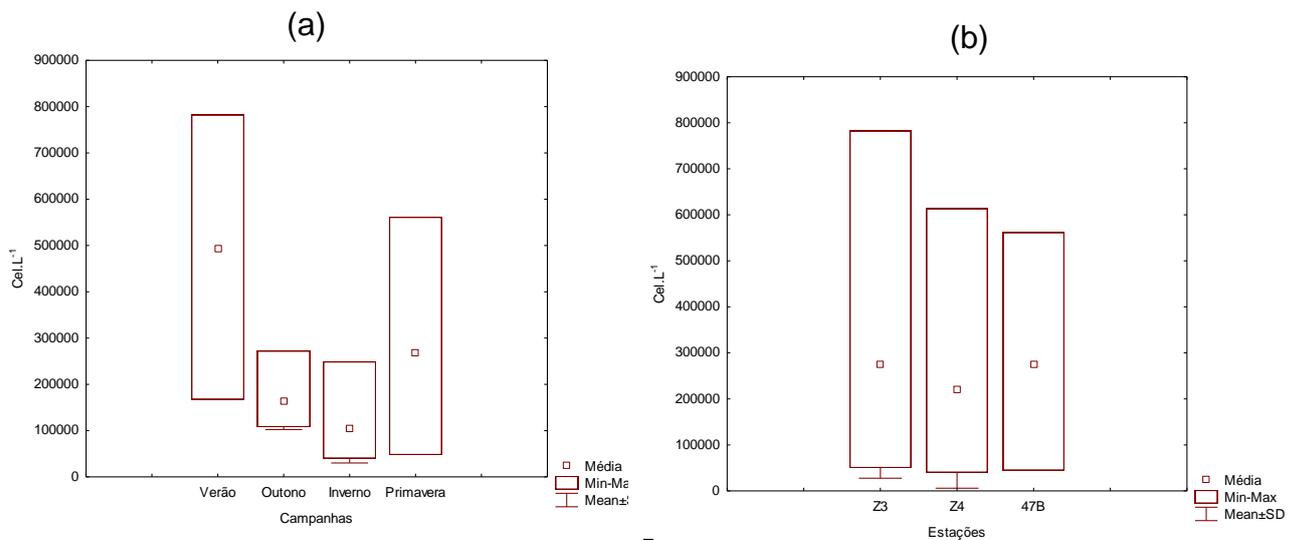
**Figura 5.2-2** – Densidade total ( $\text{cel.L}^{-1}$ ) do nanoplâncton e do microfitoplâncton registrados na área de estudo, durante o monitoramento de 2015 nas estações Z3 (a), Z4 (b) e 47B (c).

A maior densidade média de nanoplâncton foi observada durante o outono (Figura 5.2-3). Entretanto, as diferenças de densidades observadas em cada período de estudo não foram significativas ( $H = 2,949829$ ;  $p = 0,3994$ ). Em relação às estações de amostragem, a maior densidade média foi obtida no ponto Z4 (Figura 5.2-3). As densidades médias nas três estações foram significativamente diferentes ( $H = 10,61548$ ;  $p = 0,0050$ ). A estação Z3 foi significativamente diferente da Z4 ( $p = 0,0117$ ) e da 47B ( $p = 0,0178$ ).

Analisando o microfitoplâncton observou-se que a maior densidade média foi obtida durante o verão (Figura 5.2-4). Houve diferença significativa entre as densidades observada nos quatro períodos de estudo ( $H = 16,66166$ ;  $p = 0,0008$ ). Os resultados obtidos no verão foram significativamente diferentes do inverno ( $p = 0,000373$ ). Espacialmente, as maiores densidades médias foram obtidas nas estações Z3 e 47B (Figura 5.2-4). Entretanto, as diferenças de densidades nas três estações de coleta não foram significativamente diferentes ( $H = 1,2267$ ;  $p = 0,5415$ ).



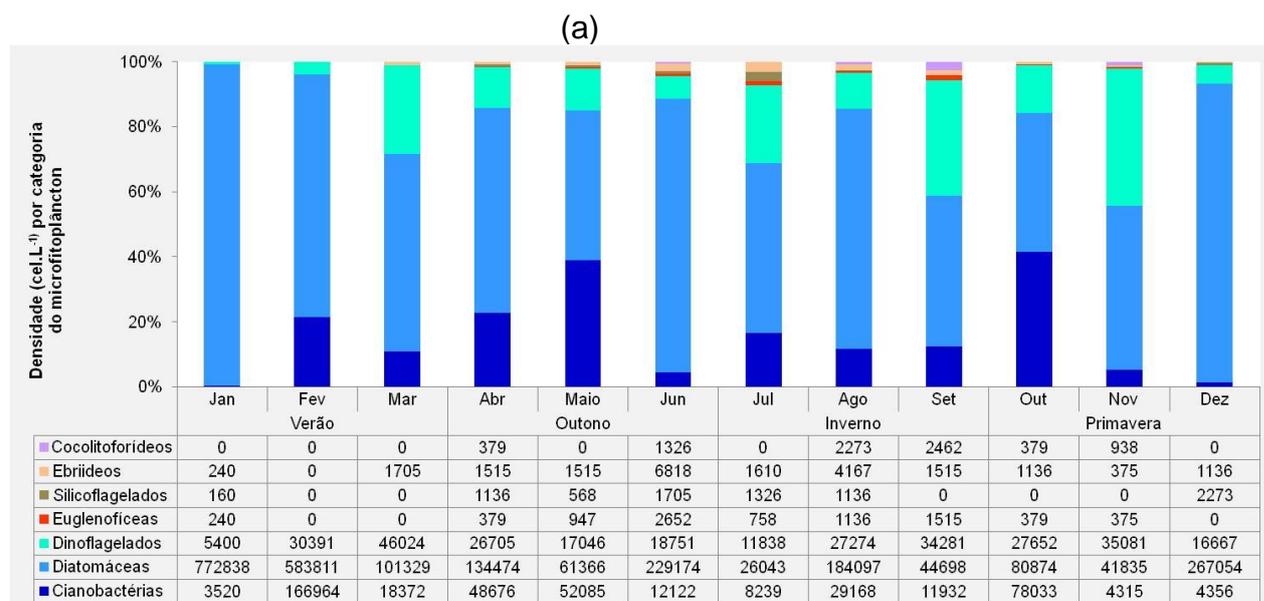
**Figura 5.2-3** – Variação sazonal (a) e espacial (b) na densidade celular (cel.L<sup>-1</sup>) do nanoplâncton registrado na área de estudo, durante o monitoramento de 2015.

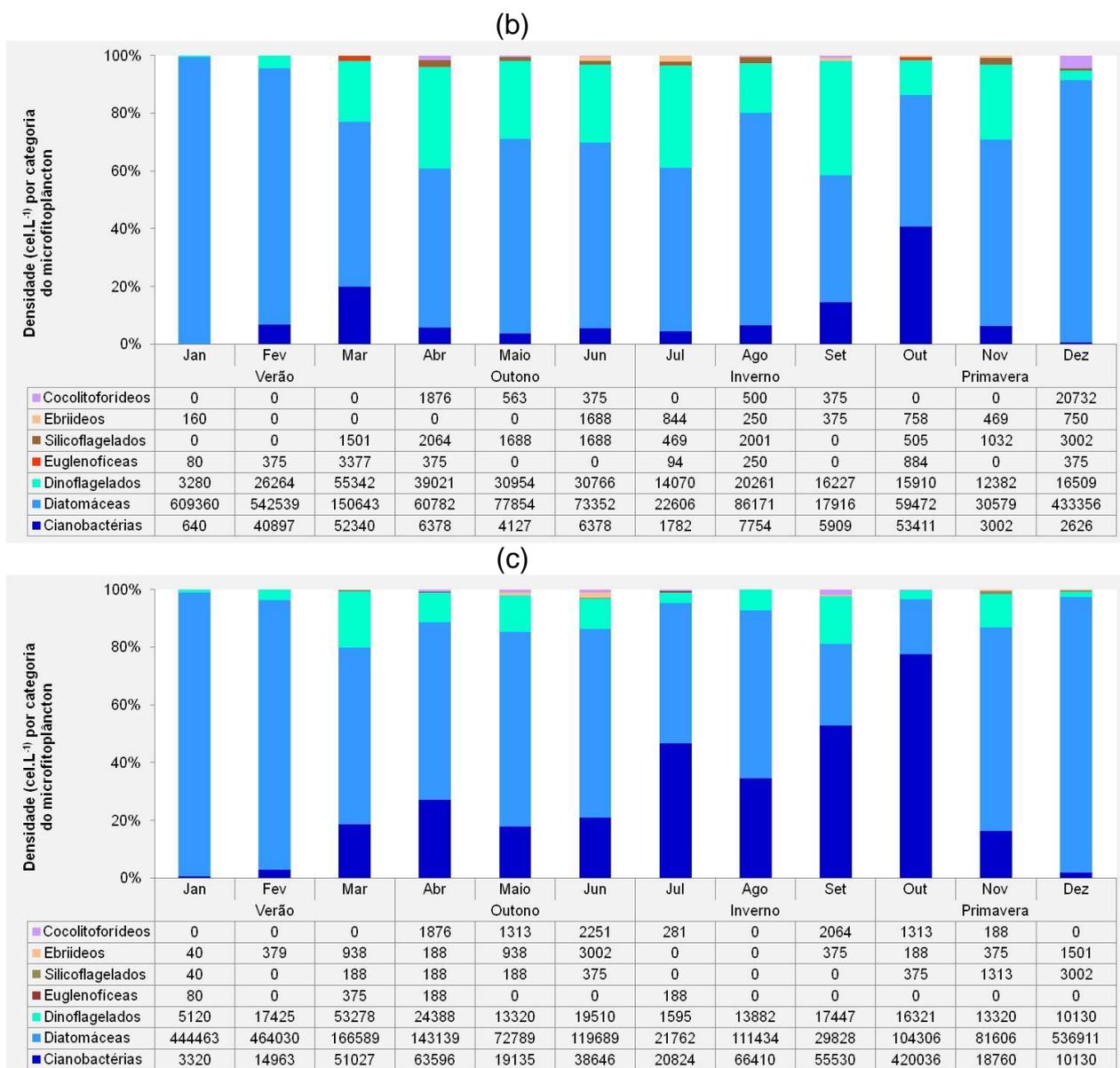


**Figura 5.2-4** – Variação sazonal (a) e espacial (b) na densidade celular (cel.L<sup>-1</sup>) do microfitoplâncton registrado na área de estudo, durante o monitoramento de 2015.

No microfitoplâncton houve uma dominância numérica de diatomáceas ao longo do monitoramento, nas três estações de amostragem, com exceção da estação 47B nas campanhas de setembro e outubro, quando houve um predomínio de cianobactérias (Figura 5.2-5). A dominância de diatomáceas também já foi observada em outros ecossistemas do Brasil (Souza *et al.*, 2013; Aquino *et al.*, 2015).

Ao longo do monitoramento algumas espécies foram consideradas dominantes, pois contribuíram com mais de 50% da densidade da amostra. A espécie de diatomácea *Dactyliosolen fragilissimus* contribuiu com 68,52% da densidade total da estação 47B em janeiro. A espécie de diatomácea *Ceratoneis closterium* representou 51,60% e 53,03% nas estações Z4 e 47B, respectivamente, da campanha de março. Essa mesma espécie contribuiu com 51,08% da densidade total na estação 47B em abril e com 54,48% do total na estação Z3 em junho. Essa espécie também apareceu como uma das mais frequentes (80% de ocorrência) na Baía de Guanabara (Villac & Tenenbaum, 2010) e em um estudo realizado no nordeste do Brasil (Souza *et al.*, 2013). A Ordem Nostocales (cianobactérias) foi dominante na estação 47B na campanha de outubro e contribuiu com 77,39% da densidade total.





**Figura 5.2-5** – Densidade total ( $\text{cel.L}^{-1}$ ) das categorias do microfitoplâncton registradas na área de estudo, durante o monitoramento de 2015 nas estações Z3 (a), Z4 (b) e 47B (c).

Entre as cianobactérias registradas no presente monitoramento, a Ordem Nostocales foi a mais frequente ocorrendo nas três estações de amostragem em todos os meses de estudo (100%). A Ordem Oscillatoriales foi a segunda mais frequente ocorrendo em 66,7% das amostras analisadas (Tabela 5.2-1).

O grupo das diatomáceas teve 17 táxons frequentes (Tabela 5.2-1), sendo o grupo Diatomacea penata 7 (20-50 µm) o mais representativo ocorrendo em 69,4% das amostras. Entre as diatomáceas classificadas como constantes (Tabela 5.2-1) o grupo Diatomacea penata 1 (20-50 µm) foi o mais frequente (97,2%).

Entre os dinoflagelados identificados nove foram classificados como frequentes e sete como constantes (Tabela 5.2-1). Entre os frequentes a espécie *Prorocentrum gracile* ocorreu em 69,4% das amostras; o grupo Gymnodiniales 4 (20-50 µm) classificado como constante foi registrado em todas as amostras (100%).

As euglenófitas foram classificadas como frequentes (Tabela 5.2-1) e ocorreram em 58,3% das amostras. Entre os silicoflagelados a espécie *Dictyocha fibula* foi considerada frequente (Tabela 5.2-1) e ocorreu em 66,7% das amostras. O eubriódeo *Hermesinium adriaticum* foi constante (Tabela 5.2-1) sendo registrado em 77,8% das amostras. Ao longo do monitoramento os cocolitoforídeos não foram muito frequentes e ocorreram em menos de 30% das amostras e por isso não foram contemplados na tabela. Entre eles os mais frequentes foram as espécies *Halopappus adriaticus* e *Michaelsarsia elegans* que ocorreram em 27,8% das amostras.

**Tabela 5.2-1** – Classificação dos táxons do microfitoplâncton registrados durante o monitoramento de 2015 quanto à frequência de ocorrência (Ocor.). F = frequente (>30% e ≤ 70% das amostras); C = constante (> 70% das amostras).

Táxon	Ocor.	Táxon	Ocor.
<b>Cianobactérias</b>		Diatomacea penata 1 (50-100 µm)	F
Oscillatoriales	F	Diatomacea penata 5 (20-50 µm)	F
Nostocales	C	Diatomacea penata 7 (20-50 µm)	F
<b>Diatomáceas</b>		<b>Dinoflagelados</b>	
Coscinodiscophyceae (20-50 µm)	C	Gymnodiniales 1 (20-50 µm)	C
<i>Thalassiosira</i> spp.	F	Gymnodiniales 2 (20-50 µm)	C
<i>Skeletonema costatum</i>	F	Gymnodiniales 3 (20-50 µm)	C
<i>Cerataulina pelagica</i>	F	Gymnodiniales 4 (20-50 µm)	C
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	F	Gymnodiniales 4 (50-100 µm)	F
<i>Rhizosolenia setigera</i>	F	<i>Heterocapsa</i> spp.	F
<i>Chaetoceros danicus</i>	F	<i>Tripos fusus</i>	F
<i>Chaetoceros</i> spp.	F	<i>Protoperidinium</i> spp.	C
<i>Leptocylindrus danicus</i>	F	<i>Dinophysis caudata</i>	F
<i>Leptocylindrus minimus</i>	F	<i>Prorocentrum balticum</i>	F
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	F	<i>Prorocentrum gracile</i>	F
Thalassionemataceae (>150 µm)	F	<i>Prorocentrum micans</i>	C

continua

continuação

Táxon	Ocor.	Táxon	Ocor.
Naviculaceae 1 (20-50 µm)	F	<i>Tryblionella compressa</i>	C
Complexo Tropiconeis	F	Dinoflagelado tecado não identificado 1 (20-50 µm)	F
Complexo <i>Pleurosigma/Gyrosigma</i>	F	Dinoflagelado tecado não identificado 3 (20-50 µm)	F
<i>Ceratoneis closterium</i>	C	Dinoflagelado tecado não identificado 4 (20-50 µm)	F
<i>Nitzschia longissima</i>	C	<b>Euglenophyceae</b>	F
<i>Pseudo-nitzschia</i> complexo " <i>delicatissima</i> "	C	<b>Silicoflagelados</b>	
<i>Pseudo-nitzschia</i> complexo " <i>seriata</i> "	C	<i>Dictyocha fibula</i>	F
Diatomacea penata 1 (20-50 µm)	C	<b>Ebriídeos</b>	
		<i>Hermesinum adriaticum</i>	C

### • Estrutura das populações

A diversidade específica de Shannon-Wiener na estação Z3 variou entre 3,78 e 4,55; na estação Z4 variou entre 3,42 e 4,42; e na estação 47B variou entre 3,56 e 4,50 (Tabela 5.2-2). O índice de equitabilidade de Pielou variou entre 0,98 e 1,00 na área de estudo (Tabela 5.2-2).

Não foi observada diferença significativa entre as três estações de coleta para riqueza ( $H = 1,380520$ ;  $p = 0,5014$ ), diversidade ( $H = 1,596096$ ;  $p = 0,4502$ ) e equitabilidade ( $H = 3,965465$ ;  $p = 0,1377$ ).

Comparando os quatro períodos do ano também não foram observadas diferenças significativas para riqueza ( $H = 3,858017$ ;  $p = 0,2772$ ) e para diversidade ( $H = 3,980981$ ;  $p = 0,2635$ ). Entretanto, houve diferença na equitabilidade nos quatro períodos de estudo ( $H = 10,30330$ ;  $p = 0,0162$ ) e a campanha do verão foi diferente da primavera ( $p = 0,0203$ ).

Os valores de diversidade observados ao longo do monitoramento considerando apenas os táxons do microfitoplâncton identificados até espécie foram altos (>3,0), refletindo uma complexidade estrutural da comunidade fitoplanctônica (Irigoien *et al.*, 2004).

**Tabela 5.2-2** – Riqueza de espécies (S), índices de diversidade (H') e equitabilidade (J') registrados na área de estudo, durante o monitoramento de 2015.

Estação/ Campanha		Z3			Z4			47B		
		S	H'	J'	S	H'	J'	S	H'	J'
Verão	Jan	17	3,99	0,98	18	4,07	0,98	22	4,36	0,98
	Fev	15	3,88	0,99	18	4,14	0,99	18	4,13	0,99
	Mar	21	4,36	0,99	19	4,22	0,99	19	4,21	0,99
Outono	Abr	21	4,37	0,99	12	3,55	0,99	15	3,86	0,99
	Mai	20	4,30	0,99	15	3,88	0,99	23	4,50	0,99
	Jun	20	4,30	0,99	15	3,88	0,99	22	4,44	0,99
Inverno	Jul	22	4,44	1,00	17	4,06	0,99	8	2,96	0,99
	Ago	20	4,30	1,00	22	4,42	0,99	12	3,56	0,99
	Set	18	4,16	1,00	11	3,42	0,99	13	3,68	0,99
Primavera	Out	18	4,14	0,99	19	4,23	1,00	21	4,37	0,99
	Nov	14	3,78	0,99	21	4,36	0,99	22	4,44	0,99
	Dez	24	4,55	0,99	21	4,37	0,99	20	4,30	0,99

A análise de similaridade (ANOSIM) mostrou que houve diferença significativa entre a composição específica do microfitoplâncton entre as quatro épocas do ano (R Global = 0,317; nível de significância 0,1%). De acordo com o R Global a diferença foi pouco representativa. As únicas campanhas que não foram diferentes entre si (nível de significância 14,9%) foram outono e inverno.

Analisando as três estações de amostragem a análise de similaridade evidenciou que houve diferença significativa na composição do microfitoplâncton (R Global = 0,079; nível de significância 1,9%). Entretanto, o R Global mostrou que a diferença não foi representativa. A composição da estação Z3 foi diferente da estação Z4 (nível de significância 2,5%).

A análise de SIMPER evidenciou os táxons que foram mais representativos em cada período do ano (Tabela 5.2-3). Durante o verão as espécies *Nitzschia longissima* e *Leptocylindrus minimus* contribuíram com 12,75% e 10,60% para a composição desse grupo, respectivamente. No outono três espécies contribuíram juntas com mais de 35% da composição: *Ceratoneis closterium* (17,94%), *Tryblionella compressa*

(10,49%) e *Dictyocha fibula* (10,36%) (Tabela 5.2-3). No inverno as espécies *Ceratoneis closterium* e *Nitzschia longissima* contribuíram com 22,65% e com 13,43% da composição de espécies, respectivamente. Durante a primavera três espécies contribuíram com quase 30% juntas para a composição desse grupo: *Ceratoneis closterium* (12,51%), *Prorocentrum micans* (8,61%) e *Hermesinum adriaticum* (8,24%) (Tabela 5.2-3).

Em relação à variação sazonal, a análise de SIMPER evidenciou os táxons que foram mais representativos em cada estação de coleta (Tabela 5.2-4). Nas três estações o táxon *Ceratoneis closterium* foi o mais representativo contribuindo com 10,03% na estação Z3, com 15,64% na estação Z4 e com 14,32% na estação 47B (Tabela 5.2-4). Na estação Z3 as espécies *Nitzschia longissima* e *Leptocylindrus minimus* contribuíram com 9,77% e 9,28%, respectivamente, para a composição desse grupo. Na estação Z4 as espécies *Tryblionella compressa* e *Prorocentrum micans* representaram, respectivamente, 13,15% e 11,85% da composição (Tabela 5.2-4). A espécie *Nitzschia longissima* representou 13,54% da composição de espécies na estação 47B (Tabela 5.2-4).

**Tabela 5.2-3** – Resultado do SIMPER baseado nas densidades dos táxons do microfitoplâncton coletados na área de estudo nos quatro períodos do ano durante o monitoramento de 2015. SM = similaridade média do grupo.

Verão SM = 41,31%		Outono SM = 48,88%	
Táxons	%	Táxons	%
<i>Nitzschia longissima</i>	12,75	<i>Ceratoneis closterium</i>	17,94
<i>Leptocylindrus minimus</i>	10,6	<i>Tryblionella compressa</i>	10,49
<i>Tryblionella compressa</i>	8,55	<i>Dictyocha fibula</i>	10,36
<i>Leptocylindrus danicus</i>	6,51	<i>Nitzschia longissima</i>	8,66
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	6,25	<i>Prorocentrum micans</i>	8,47
<i>Skeletonema costatum</i>	6,15	<i>Hermesinum adriaticum</i>	5,93
<i>Cylindrotheca closterium</i>	6,06	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	5,75
<i>Prorocentrum micans</i>	5,35	<i>Prorocentrum gracile</i>	5,64
<i>Hemiaulus hauckii</i>	5,19	<i>Tripos fusus</i>	2,98
<i>Hermesinum adriaticum</i>	3,91	<i>Leptocylindrus danicus</i>	2,98
<i>Prorocentrum gracile</i>	2,89	<i>Skeletonema costatum</i>	2,86
<i>Proboscia alata</i>	2,89	<i>Halopappus adriaticus</i>	2,6
<i>Chaetoceros pendulus</i>	2,77	<i>Leptocylindrus minimus</i>	1,82
<i>Chaetoceros dydimus</i>	2,33	<i>Cerataulina pelagica</i>	1,7
<i>Cerataulina pelagica</i>	1,84	<i>Tripos hircus</i>	1,63

continua

continuação

Verão SM = 41,31%		Outono SM = 48,88%	
Táxons	%	Táxons	%
<i>Ceratoneis closterium</i>	1,69	<i>Chaetoceros decipiens</i>	0,89
<i>Prorocentrum triestinum</i>	1,64		
<i>Rhizosolenia setigera</i>	1,51		
<i>Dictyocha fibula</i>	1,49		
Inverno SM = 40,37%		Primavera SM = 52,01%	
Táxons	%	Táxons	%
<i>Ceratoneis closterium</i>	22,65	<i>Ceratoneis closterium</i>	12,51
<i>Nitzschia longissima</i>	13,43	<i>Prorocentrum micans</i>	8,61
<i>Tryblionella compressa</i>	9,03	<i>Hermesinum adriaticum</i>	8,24
<i>Leptocylindrus minimus</i>	7,01	<i>Tryblionella compressa</i>	6,28
<i>Prorocentrum gracile</i>	6,37	<i>Guinardia flaccida</i>	5,54
<i>Prorocentrum micans</i>	5,71	<i>Nitzschia longissima</i>	5,06
<i>Hermesinum adriaticum</i>	4,98	<i>Dictyocha fibula</i>	4,98
<i>Dinophysis caudata</i>	4,58	<i>Leptocylindrus minimus</i>	4,8
<i>Prorocentrum balticum</i>	4,42	<i>Prorocentrum gracile</i>	4,76
<i>Leptocylindrus danicus</i>	3,75	<i>Leptocylindrus danicus</i>	4,34
<i>Skeletonema costatum</i>	2,53	<i>Rhizosolenia setigera</i>	4,29
<i>Michaelsarsia elegans</i>	2,43	<i>Prorocentrum balticum</i>	4,15
<i>Ebria tripartita</i>	2,13	<i>Skeletonema costatum</i>	4,12
<i>Dictyocha fibula</i>	2,07	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	3,98
		<i>Eucampia cornuta</i>	3,24
		<i>Guinardia striata</i>	3,17
		<i>Dinophysis caudata</i>	1,95

**Tabela 5.2-4** – Resultado do SIMPER baseado nas densidades dos táxons do microfitoplâncton registrados na área de estudo nas três estações de coleta durante o monitoramento de 2015. SM = similaridade média do grupo.

Z3 SM = 44,43%		Z4 SM = 37,51%		47B SM = 41,59%	
Táxons	%	Táxons	%	Táxons	%
<i>Ceratoneis closterium</i>	10,03	<i>Ceratoneis closterium</i>	15,64	<i>Ceratoneis closterium</i>	14,32
<i>Nitzschia longissima</i>	9,77	<i>Tryblionella compressa</i>	13,15	<i>Nitzschia longissima</i>	13,54
<i>Leptocylindrus minimus</i>	9,28	<i>Prorocentrum micans</i>	11,85	<i>Leptocylindrus minimus</i>	7,89
<i>Hermesinum adriaticum</i>	8,83	<i>Prorocentrum gracile</i>	9,94	<i>Skeletonema costatum</i>	7,43
<i>Tryblionella compressa</i>	8,69	<i>Nitzschia longissima</i>	8,74	<i>Tryblionella compressa</i>	7,2
<i>Prorocentrum micans</i>	6,96	<i>Dictyocha fibula</i>	8,59	<i>Hermesinum adriaticum</i>	6,86
<i>Leptocylindrus danicus</i>	5,65	<i>Hermesinum adriaticum</i>	3,88	<i>Prorocentrum micans</i>	5,6
<i>Prorocentrum gracile</i>	4,1	<i>Leptocylindrus danicus</i>	3,37	<i>Leptocylindrus danicus</i>	5,56
<i>Chaetoceros danicus</i>	3,94	<i>Tripos fusus</i>	2,79	<i>Prorocentrum balticum</i>	4,63
<i>Skeletonema costatum</i>	3,92	<i>Dinophysis caudata</i>	2,4	<i>Dictyocha fibula</i>	3,83
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	3,49	<i>Leptocylindrus minimus</i>	2,2	<i>Prorocentrum gracile</i>	3,47
<i>Prorocentrum balticum</i>	3,45	<i>Skeletonema costatum</i>	2,01	<i>Michaelsarsia elegans</i>	2,92
<i>Dictyocha fibula</i>	3,08	<i>Ebria tripartita</i>	1,98	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	2,86
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	2,29	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	1,87	<i>Haslea wawriake</i>	2,23
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	1,97	<i>Rhizosolenia setigera</i>	1,4	<i>Halopappus adriaticus</i>	1,84
<i>Chaetoceros decipiens</i>	1,74	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1,29		
<i>Rhizosolenia setigera</i>	1,65				
<i>Dinophysis caudata</i>	1,51				

### 5.3. ZOOPLÂNCTON

O zooplâncton é um dos grupos mais diversos e abundante de organismos encontrados em ecossistemas aquáticos, e inclui as espécies de diferentes filos (Raymont, 1983). Estes organismos são considerados excelentes bioindicadores de impactos que ocorrem em ecossistemas aquáticos, devido à sua sensibilidade e à resposta rápida as alterações no ambiente. Estas respostas podem incluir alterações na composição e da diversidade de comunidades, bem como a abundância destes organismos (Souza Júnior *et al.*, 2013).

Os resultados obtidos a partir da análise das amostras do zooplâncton revelaram uma diferenciação entre as estações de amostragem (Anexo 5.3-1). No ponto Z3 (Enseada de Itaorna), foi observada a ocorrência de 50 unidades taxonômicas, com 28 identificadas em nível de espécie (Anexo 5.3-2). Na estação Z4 (Piraquara de Fora), houve uma diminuição no número de unidades taxonômicas, com a ocorrência de 47 táxons, com 25 identificados em nível de espécie (Anexo 5.3-3). O número de táxons do zooplâncton em um determinado sistema pode variar consideravelmente (Stanwell-Smith *et al.*, 1999; Bowden *et al.*, 2009), sendo que esta variação pode ser afetada por fatores metodológicos ou pelas características intrínsecas de cada sistema.

Entre os organismos holoplanctônicos, Copepoda (22 espécies na estação Z3, e 19 espécies na Z4) foi o grupo com a maior riqueza, nas duas estações de amostragem. Esse grupo foi seguido por Branchiopoda (4 espécies em cada estação), Chaetognatha e Doliolidae (1 espécie cada nas duas estações de amostragem). A subclasse Copepoda está bem representada em termos de riqueza de espécies em todos os ambientes aquáticos, sendo uma das mais ricas e taxonomicamente conhecidas (Muelbert *et al.*, 2008). Além disso, a distribuição não homogênea dos organismos zooplanctônicos é um evento natural que evidencia as variações na composição da comunidade.

Além desses grupos holoplanctônicos, outros grupos com baixa abundância relativa como Tintinnina, Cnidaria (Hydrozoa), Mollusca (Bivalvia, Gastropoda e Thecosomata - Pterópodes), Polychaeta, Decapoda, Cirripedia, Echinodermata (Asteroidea),

Appendicularia e Actinopteri (ovos e larvas de peixes), também foram registrados na estação Z3 (Anexo 5.3-2). Os grupos Mollusca (Bivalvia e Gastropoda), Polychaeta, Decapoda, Cirripedia, Ostracoda, Appendicularia e Actinopteri (ovos e larvas de peixes), tiveram baixa abundância relativa na estação Z4 (Anexo 5.3-3).

Entre os táxons registrados para a área de estudo, na estação Z3, 18 foram classificados como muito frequentes (frequência de ocorrência > 70%). Sete foram identificados ao nível específico: *Penilia avirostris*, *Pseudevadne tergestina* (branquiópodes), *Paracalanus quasimodo*, *Oithona hebes*, *Oithona plumifera*, *Onychocorycaeus giesbrechti* (copépodes) e *Parasagitta friderici* (quetognato). Doze táxons foram classificados como frequentes (ocorrência ≤ 70% e > 40%), sendo nove identificados ao nível de espécie: *Evadne spinifera* (branquiópode), *Paracalanus parvus*, *Parvocalanus crassirostris*, *Temora stylifera*, *Pseudodiaptomus acutus*, *Dioithona oculata*, *Oithona similis*, *Oncaea curta* e *Oncaea venusta* (copépodes) (Anexo 5.3-2).

Para a estação Z4, 23 táxons foram classificados como muito frequentes (frequência de ocorrência > 70%), sendo dez identificados ao nível específico: *Penilia avirostris*, *Pleopis polyphaemoides*, *Pseudevadne tergestina* (branquiópodes), *Acartia* (*Odontacartia*) *lilljeborgi*, *Paracalanus quasimodo*, *Parvocalanus crassirostris*, *Pseudodiaptomus acutus*, *Oithona hebes*, *Oithona plumifera* e *Onychocorycaeus giesbrechti* (copépodes). Onze táxons foram classificados como frequentes (ocorrência ≤ 70% e > 40%), sendo sete identificados ao nível de espécie: *Evadne spinifera* (branquiópode), *Centropages velificatus*, *Calocalanus pavoninus*, *Temora turbinata*, *Corycaeus speciosus*, *Oncaea curta* (copépodes) e *Doliolum nationalis* (doliólideo) (Anexo 5.3-3).

Com exceção de *Penilia avirostris*, *Pleopis polyphaemoides*, *Acartia* (*Odontacartia*) *lilljeborgi*, *Centropages velificatus*, *Parvocalanus crassirostris*, *Pseudodiaptomus acutus*, *Dioithona oculata*, *Oithona hebes* e de *Parasagitta friderici*, que são espécies costeiras ou com ocorrência em águas costeiras, todas as demais espécies, com alta frequência, já foram encontradas em águas oceânicas da costa brasileira (Cavalcanti & Larrazábal, 2004; Avila *et al.*, 2006; Bonecker & Carvalho, 2006; Bonecker &

Quintas, 2006a; 2006b; Dias & Araujo, 2006; Larrazábal *et al.*, 2009; Domingos-Nunes & Resgalla Júnior, 2012).

Em relação à abundância relativa, na estação Z3 (Enseada de Itaorna), apenas as espécies *Penilia avirostris* (branquiópode) e *Oikopleura* spp. (apendiculária) foram classificadas como abundantes (abundância relativa entre 50% e 30%) e pouco abundantes (abundância relativa entre 30% e 10%), respectivamente. Todos os demais táxons zooplanctônicos (48 táxons) tiveram uma baixa abundância relativa sendo classificados como raros (abundância relativa inferior a 10%) (Anexo 5.3-2).

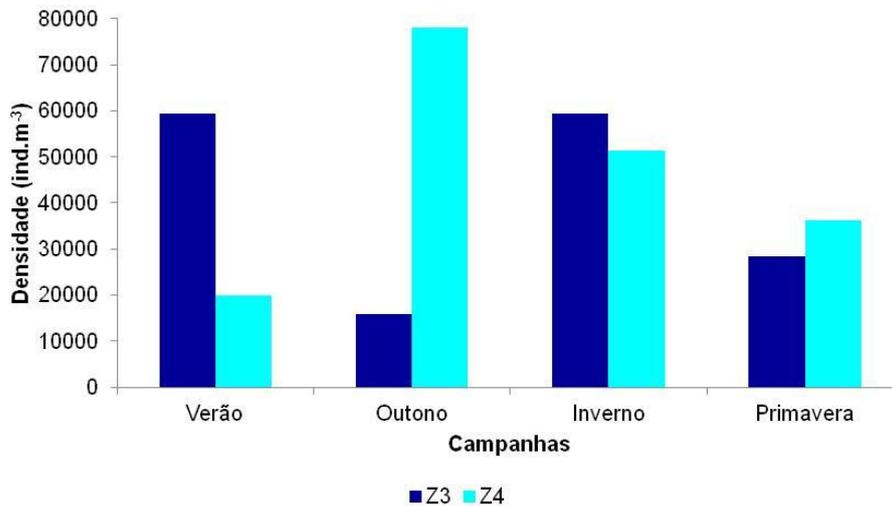
Na estação Z4 (Saco Piraquara de Fora), apenas a espécie *Penilia avirostris* (branquiópode) e copépodes (danificados) foram classificadas como abundantes e pouco abundantes, respectivamente. Todos os demais táxons zooplanctônicos (45 táxons) tiveram uma baixa abundância relativa sendo classificados como raros (Anexo 5.3-3).

### • **Análise Quantitativa**

Em relação às épocas de amostragem (verão, outono, inverno e primavera), a estação Z3 teve valores de densidade de zooplâncton inferiores aos registrados para a estação Z4. Na estação Z3 (Enseada de Itaorna) a densidade variou de 16.000 ind.m<sup>-3</sup>, durante a campanha realizada em maio (outono), a 59.434 ind.m<sup>-3</sup>, durante a campanha de fevereiro de 2015 (verão), com densidade média de 40.776 ind.m<sup>-3</sup> ± 22.071 ind.m<sup>-3</sup> (Figura 5.3-1). Durante as campanhas realizadas nos meses de fevereiro (verão) e agosto de 2015 (inverno) foram observados os maiores valores de densidade zooplanctônica, superiores a 50.000 ind.m<sup>-3</sup> (Figura 5.3-1).

Na estação Z4 (Saco Piraquara de Fora), a densidade do zooplâncton variou de 19.975 ind.m<sup>-3</sup>, durante a campanha de fevereiro (verão), a 77.941 ind.m<sup>-3</sup>, em maio de 2015 (outono), com densidade média de 46.356 ind.m<sup>-3</sup> ± 24.651 ind.m<sup>-3</sup> (Figura 5.3-1). Durante as campanhas realizadas nos meses de maio (outono) e agosto de 2015

(inverno) foram observados os maiores valores de densidade zooplanctônica, superiores a 50.000 ind.m<sup>-3</sup> (Figura 5.3-1).

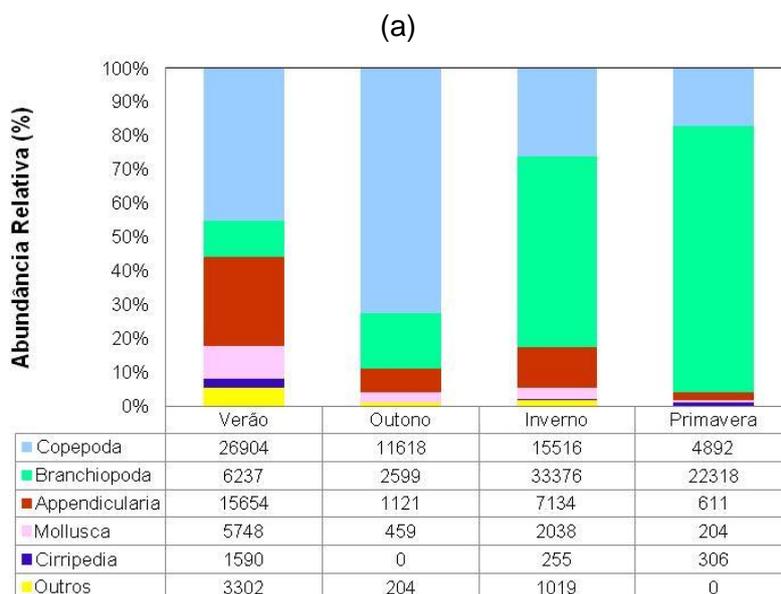


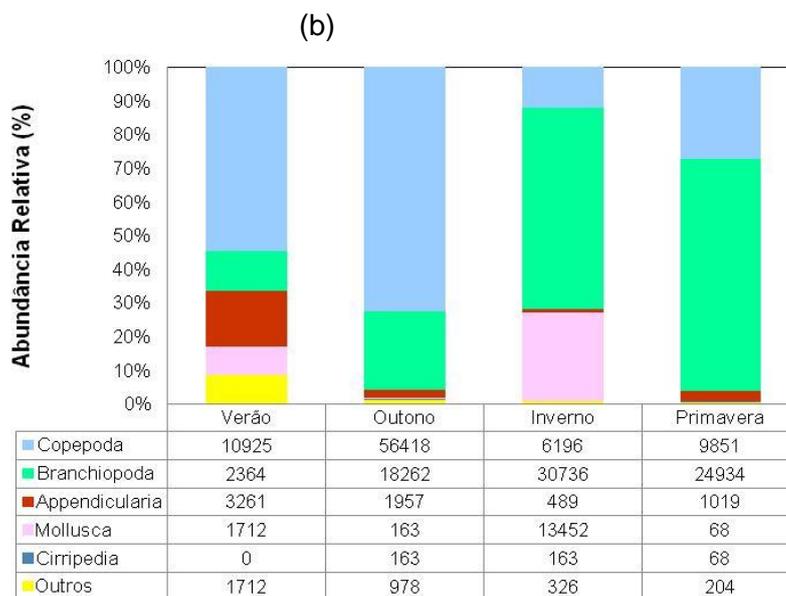
**Figura 5.3-1** – Densidade total do zooplâncton (ind.m<sup>-3</sup>) registrado nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015 nas estações Z3 e Z4.

O aumento da temperatura na água nos estuários ou em baías no entorno de um local de descarte dos efluentes aquecidos é particularmente crítico (Nogueira *et al.*, 1991). O principal efeito na temperatura de água em estuários é causar a depleção das populações do plâncton e dos peixes (Hoffmeyer *et al.*, 2005). O fato da estação Z4 apresentar valores de densidade superiores a estação Z3, demonstra que apesar da existência de um impacto térmico na área de estudo, aparentemente o mesmo não está afetando os valores de densidade da população zooplanctônica. Quando comparamos os valores da densidade zooplanctônica com as campanhas realizadas durante o período Pré-Operacional (Nogueira *et al.*, 1987, 1991), nas mesmas épocas de amostragem, verificamos que apesar dos valores médios de densidade do zooplâncton encontrados entre as duas estações serem semelhantes, a estação Z3 (média de 3.620 ind.m<sup>-3</sup>, DP = 2.418 ind.m<sup>-3</sup>) teve densidade superior à registrada na estação Z4 (média de 3.546 ind.m<sup>-3</sup>, DP = 2.542 ind.m<sup>-3</sup>). Esse resultado foi diferente do encontrado na atual campanha de amostragem.

A variação sazonal observada nas estações de amostragem durante o ano de 2015 foi um pouco diferente do padrão relatado para a região, em estudos anteriores, nos quais valores maiores de densidade zooplanctônica sempre foram observados durante os meses de primavera/verão (Nogueira *et al.*, 1987, 1991; Dias *et al.*, 1999; NATRONTEC, 1999). Entretanto, altos valores de densidade do zooplâncton foram relatados por Dias & Bonecker (2008) durante o outono de 2005 na estação Z3 e durante o outono dos anos de 2004 e 2005 e inverno dos anos de 2002 e 2005 na estação Z4.

Em relação à abundância dos grupos zooplanctônicos, foi observado uma alternância na dominância entre as estações e entre os meses de amostragem. As duas estações de amostragem tiveram o mesmo padrão de comportamento. O grupo dos Copepoda foi o mais abundante nos meses de fevereiro (verão) e maio (outono) de 2015, enquanto que os Branchiopoda (Cladocera) foram dominantes nos meses de agosto (inverno) e novembro (primavera) de 2015 (Figura 5.3-2).





**Figura 5.3-2** – Abundância (%) dos grupos zooplânctônicos registrada nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a) e estação Z4 (b).

Houve uma diferenciação, entre as estações de amostragem, em relação aos grupos mais abundantes. Na estação Z3 (Enseada de Itaorna), os branquiópodes tiveram densidade média de  $16.132 \text{ ind.m}^{-3}$  ( $DP = 14.337 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e abundância relativa de 40% do total do zooplâncton coletado. A menor densidade ocorreu no mês de maio ( $2.599 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e a maior foi registrada em agosto de 2015 ( $33.376 \text{ ind.m}^{-3}$ ) (Figura 5.3-2). A este grupo seguiu-se o dos copépodes, que tiveram densidade média de  $14.732 \text{ ind.m}^{-3}$  ( $DP = 9.225 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e abundância relativa de 36% do total do zooplâncton coletado (Figura 5.3-2). O intervalo de mínima e máxima densidade variou entre  $4.892 \text{ ind.m}^{-3}$  (primavera) e  $26.904 \text{ ind.m}^{-3}$  (verão). Outros grupos abundantes foram apendiculárias (média  $6.130 \text{ ind.m}^{-3}$ ;  $DP = 7.006 \text{ ind.m}^{-3}$ ), moluscos (média  $2.112 \text{ ind.m}^{-3}$ ;  $DP = 2.556 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e cirripédios (média  $578 \text{ ind.m}^{-3}$ ;  $DP = 514 \text{ ind.m}^{-3}$ ).

Em relação à estação Z4 (Saco Piraquara de Fora), os copépodes tiveram densidade média de  $20.848 \text{ ind.m}^{-3}$  ( $DP = 23.800 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e abundância relativa de 45% do total do zooplâncton coletado (Figura 5.3-2). A menor densidade ocorreu no inverno ( $6.196 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e a maior no outono ( $56.418 \text{ ind.m}^{-3}$ ) (Figura 5.3-2). A este grupo seguiu-se o dos branquiópodes, que tiveram densidade média de  $19.074 \text{ ind.m}^{-3}$  ( $DP = 12.250$

ind.m<sup>-3</sup>) e abundância relativa de 41% do total do zooplâncton coletado. O intervalo de mínima e máxima densidade variou entre 2.364 ind.m<sup>-3</sup> (fevereiro) e 30.736 ind.m<sup>-3</sup> (agosto). Semelhante à estação Z3, os outros grupos abundantes foram apendiculárias (média 1.682 ind.m<sup>-3</sup>; DP = 1.215 ind.m<sup>-3</sup>), moluscos (média 3.849 ind.m<sup>-3</sup>; DP = 6.446 ind.m<sup>-3</sup>) e cirripédios (média 99 ind.m<sup>-3</sup>; DP 80 ind.m<sup>-3</sup>).

O zooplâncton do sistema oceânico na região da CNAAA foi composto, principalmente, por organismos epipelágicos holoplanctônicos: Copepoda e Branchiopoda, representando 78 e 86% do zooplâncton coletado, respectivamente, nas estações Z3 e Z4. Os copépodes tiveram o maior número de espécies nas duas estações analisadas. Essa alternância na dominância entre o grupo dos copépodes e branquiópodes já tinha sido registrada em estudos pretéritos por Nogueira *et al.* (1987; 1991), Dias *et al.* (1999), NATRONTEC (1999), Dias *et al.* (1999) e Dias & Bonecker (2008). Os copépodes e os branquiópodes são os mais importantes representantes do holoplâncton costeiro (Omori & Ikeda, 1984), por terem altas frequências de ocorrência e abundância (Nunes, 2010).

A comunidade zooplânctonica foi caracterizada pela presença de espécies estuarino-costeiras e oceânicas. Segundo Tundisi (1970), podem ocorrer muitas espécies no zooplâncton estuarino, mas apenas cinco ou seis constituem a maior parte da população.

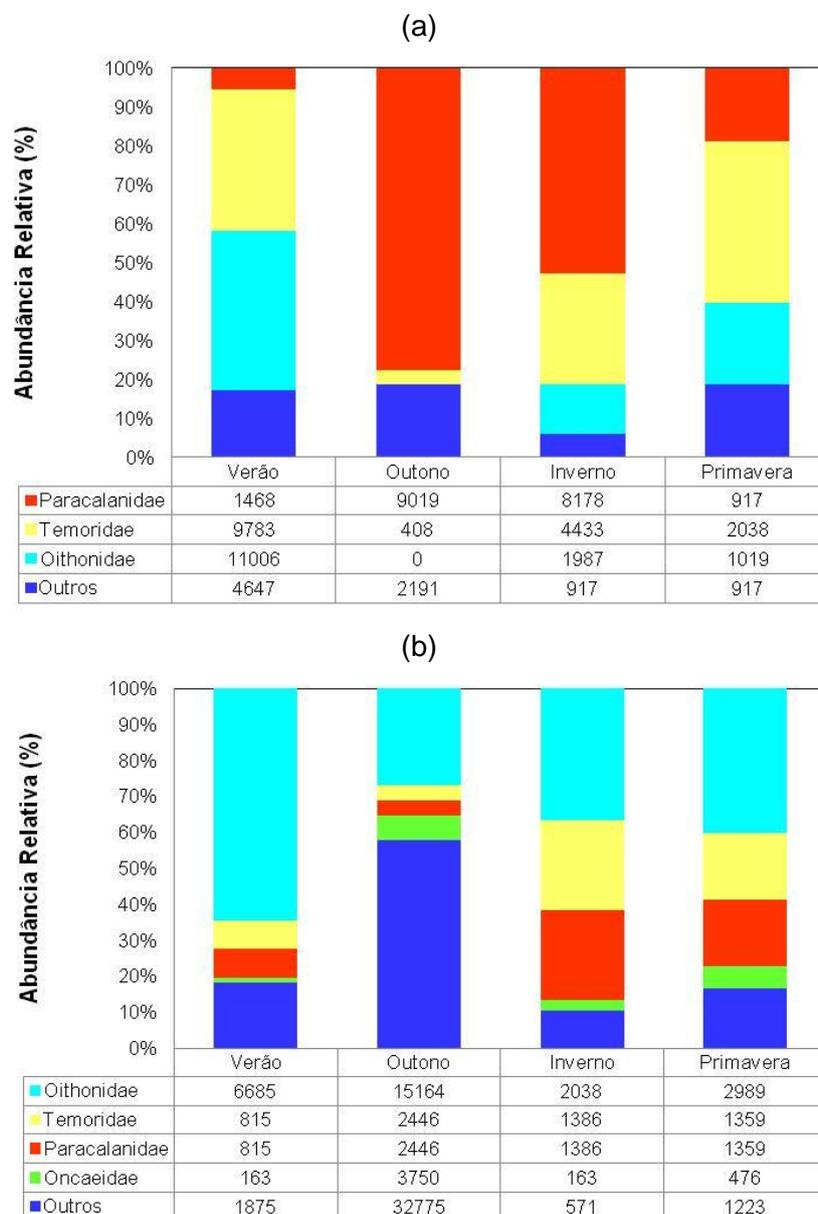
Foi registrada a ocorrência de quatro espécies de branquiópodes na região da CNAAA. A espécie *Penilia avirostris* foi a mais frequente e abundante, nas duas estações de amostragem, com total de 56.958 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z3 (média 14.240 ind.m<sup>-3</sup> ± 13.640 ind.m<sup>-3</sup>). As densidades dessa espécie nessa estação variaram entre 2.191 ind.m<sup>-3</sup> (outono) e 29.554 ind.m<sup>-3</sup> (inverno). Na estação Z4 a densidade total dessa espécie foi 71.541 ind.m<sup>-3</sup> (média 17.885 ind.m<sup>-3</sup> ± 12.588 ind.m<sup>-3</sup>), com valores variando entre 1.223 ind.m<sup>-3</sup> (verão) e 30.003 ind.m<sup>-3</sup> (inverno). Esta espécie ocorreu em todos os meses de amostragem, nas duas estações de coleta (Anexo 5.3-2 e Anexo 5.3-3).

A espécie *P. avirostris* é tipicamente costeira, considerada como euri térmica e eurihalina. Possui distribuição cosmopolita em regiões tropicais e subtropicais (Ramírez, 1981; Johns *et al.*, 2005), com ampla distribuição na costa brasileira (Rocha, 1982). A dominância desta espécie em relação a outros cladóceros marinhos também tem sido registrada em diversos trabalhos (Gomes *et al.*, 2000; Marazzo & Valentin, 2004; Paranaguá *et al.*, 2005; Della Posta & Leme, 2015). A abundância de *P. avirostris* em baías costeiras tem sido associada à presença de itens alimentares como nanoplâncton, bactérias, flagelados, dinoflagelados e diatomáceas (Della Posta & Leme, 2015); assim como a temperatura tem sido apontada como o principal regente da sua distribuição espacial e sazonal (Miyashita, 2010). A abundância dos branquiópodes na região da CNAAA, registrada durante os meses de agosto (inverno) e novembro (primavera), coincide com o pico de abundância do nanoplâncton, que constitui um dos itens de sua dieta alimentar.

Foram encontradas 24 espécies de Copepoda, sendo registrada a presença de todas as fases do ciclo de vida, fato citado para vários estuários (Porto Neto *et al.*, 1999). Os táxons mais abundantes foram os seguintes (Figura 5.3-3):

- Família Paracalanidae - principalmente as formas jovens do gênero *Paracalanus* (11.450 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z3 e 2.677 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z4), e as espécies *Paracalanus quasimodo* (5.055 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z3 e 775 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z4) e *Parvocalanus crassirostris* (484 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z3 e 1.237 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z4);
- Família Temoridae - principalmente as formas jovens do gênero *Temora* (15.710 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z3 e 9.199 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z4);
- Família Oithonidae - principalmente as formas jovens do gênero *Oithona* (2.762 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z3 e 7.229 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z4) e da espécie *Oithona hebes* (8.510 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z3 e 1.445 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z4);
- Família Oncaeidae - principalmente as formas jovens do gênero *Oncaea* (397 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z3 e 2.269 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z4) e a espécie *Oncaea curta* (331 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z3 e 1.957 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z4).

Estes táxons somados representaram 31 e 23% do zooplâncton coletado na área de estudo, nas estações Z3 e Z4, respectivamente.



**Figura 5.3-3** – Abundância (%) dos copépodes dominantes registrada nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a) e estação Z4 (b).

Os táxons de Copepoda considerados como mais abundantes ocorreram em todos os meses de amostragem, sendo que para a estação Z3, os representantes da família

Oithonidae não ocorreram em maio (outono) (Anexo 5.3-2 e Anexo 5.3-3). Durante este mês de amostragem, os representantes da família Paracalanidae foram os mais abundantes (Figura 5.3-3). Na estação Z4, a espécie *P. crassirostris* e as formas jovens do gênero *Oncaea* não ocorreram em fevereiro de 2015 (verão), e a espécie *O. curta* não foi registrada nos meses de agosto (inverno) e novembro (primavera) de 2015 (Anexo 5.3-2 e Anexo 5.3-3).

As formas jovens dos copépodes (náuplios e copepoditos) foram muito representativas (35.786 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z3 e 26.429 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z4), constituindo 22 e 14% do zooplâncton total, respectivamente. Sua abundância foi mais expressiva em fevereiro (estação Z3) e maio de 2015 (estação Z4) (Anexo 5.3-2 e Anexo 5.3-3). De acordo com Magris (2007), altas abundâncias de indivíduos na fase de copepodito indicam uma contribuição importante para a produção anual do zooplâncton no local. Os copépodes danificados constituíram 15% do total do zooplâncton amostrado na estação Z4. Este fato pode ser atribuído ao estresse mecânico, devido à pressão exercida sobre os organismos durante a passagem pelas tubulações.

Entre os copépodes, as espécies *O. hebes* (nas duas estações de amostragem) e *P. quasimodo* (na estação Z3) destacaram-se em termos de abundância e frequência. *Oithona hebes* é uma espécie comum em águas estuarinas, sendo indicadora de áreas com manguezal (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve *et al.*, 1999). No Brasil essa espécie tem sido encontrada em outros estuários nas costas norte (Bonecker & Dias, 2011), nordeste (Porto Neto *et al.*, 1999), central (Dias & Bonecker, 2008) e sul (Lopes *et al.*, 1998). *Paracalanus quasimodo* é uma espécie epipelágica, encontrada em águas neríticas e costeiras, termófila, com ampla distribuição em águas tropicais no Oceano Atlântico (costa brasileira e norte do Atlântico – 33°N). No Brasil já foi encontrada nas costas nordeste, central e sul (Bradford-Grieve *et al.*, 1999; Dias & Araujo, 2006).

O quetognato *Parasagitta friderici* (581 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z3 e 68 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z4) foi classificado como muito frequente na estação Z3 e pouco frequente na estação Z4. Na estação Z3 *P. friderici* não ocorreu em novembro (primavera), enquanto que na estação Z4, ocorreu apenas em novembro (Anexo 5.3-2 e Anexo 5.3-3). *Parasagitta friderici* é a espécie mais comum e bem representada nas baías e enseadas da costa

sudeste brasileira. Embora prefira baixas salinidades próximo à costa, é capaz de tolerar salinidades oceânicas (Mc Lelland, 1980). O taliáceo *Doliolum nationalis* (2.079 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z3 e 1.304 ind.m<sup>-3</sup> na estação Z4) ocorreu apenas em fevereiro nas duas estações de coleta e em maio na estação Z4 (Anexo 5.3-2 e Anexo 5.3-3). *Doliolum nationalis* é indicadora de águas tropicais, sendo comumente encontradas em regiões costeiras e oceânicas (Bonecker & Quintas, 2006a; 2006b).

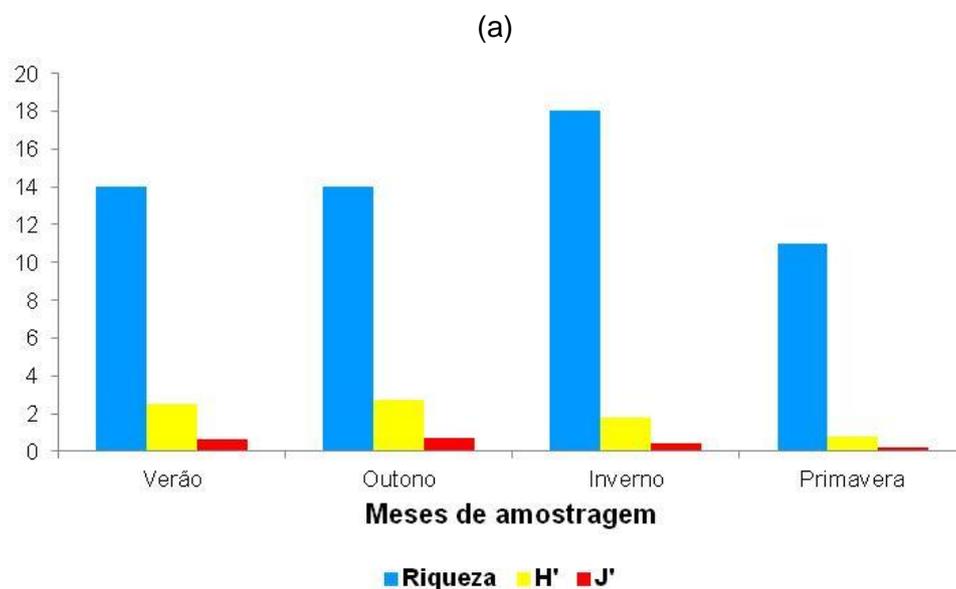
- **Estrutura da Comunidade**

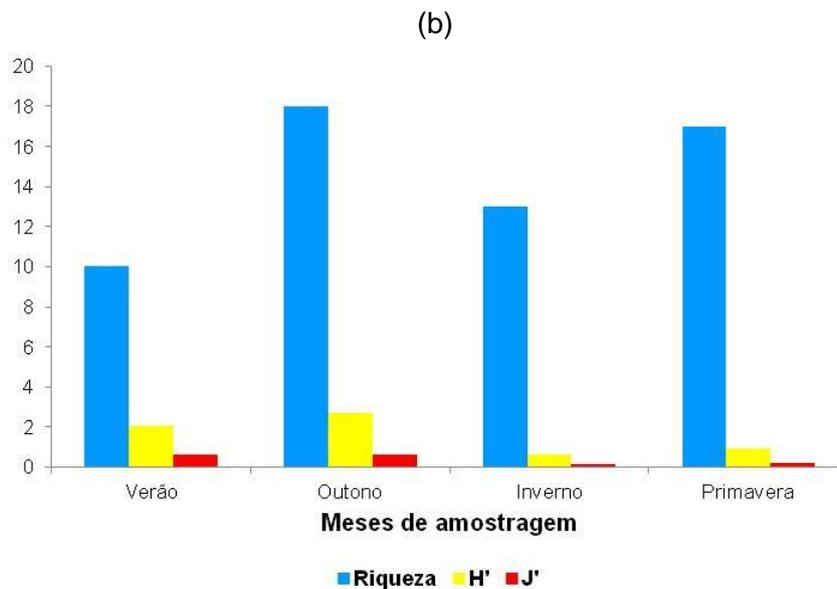
Durante o presente monitoramento, os valores do índice de diversidade específica variaram de 0,79 (novembro) a 2,69 (maio), na estação Z3; e de 0,65 (agosto) a 2,71 (maio), na estação Z4. Os valores de equitabilidade acompanharam a variação da diversidade específica (Tabela 5.3-1). Os menores valores de diversidade, nas duas estações de amostragem, foram devidos à dominância do branquiópode *P. avirostris* sobre as demais espécies. O caráter euritérmico e eurihalino de *P. avirostris*, associado à capacidade de reproduzir-se por partenogênese, permite que esta espécie explore rapidamente os mais diversos biótipos, desde que ricos em alimento (Ramírez, 1981). Este fato pode ter contribuído para o incremento da densidade desta espécie.

**Tabela 5.3-1** – Valores de Riqueza de espécies, Diversidade (H') e de Equitabilidade (J') registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015.

Estações/Campanha		Riqueza	H'	J'
Z3	Verão	14	2,49	0,66
	Outono	14	2,69	0,71
	Inverno	18	1,77	0,42
	Primavera	11	0,79	0,23
Z4	Verão	10	2,06	0,62
	Outono	18	2,71	0,65
	Inverno	13	0,65	0,18
	Primavera	17	0,95	0,23

Deve-se destacar, também, a ocorrência de uma pequena diferença na composição específica, observada entre os meses de amostragem (Tabela 5.3-1). Na estação Z3, durante o mês de novembro (primavera) foi registrado o menor valor de diversidade e o menor número de espécies (11). O mês de maio (outono) teve a maior diversidade, mas apresentou o segundo menor valor de riqueza de espécies identificadas (18) (Figura 5.3-4). Na estação Z4, durante o mês de agosto (inverno) foi registrado o menor valor de diversidade e o segundo menor número de espécies (13). Em maio (outono) foi registrada a maior riqueza de espécies identificadas (18) e o maior valor de diversidade (Figura 5.3-4).



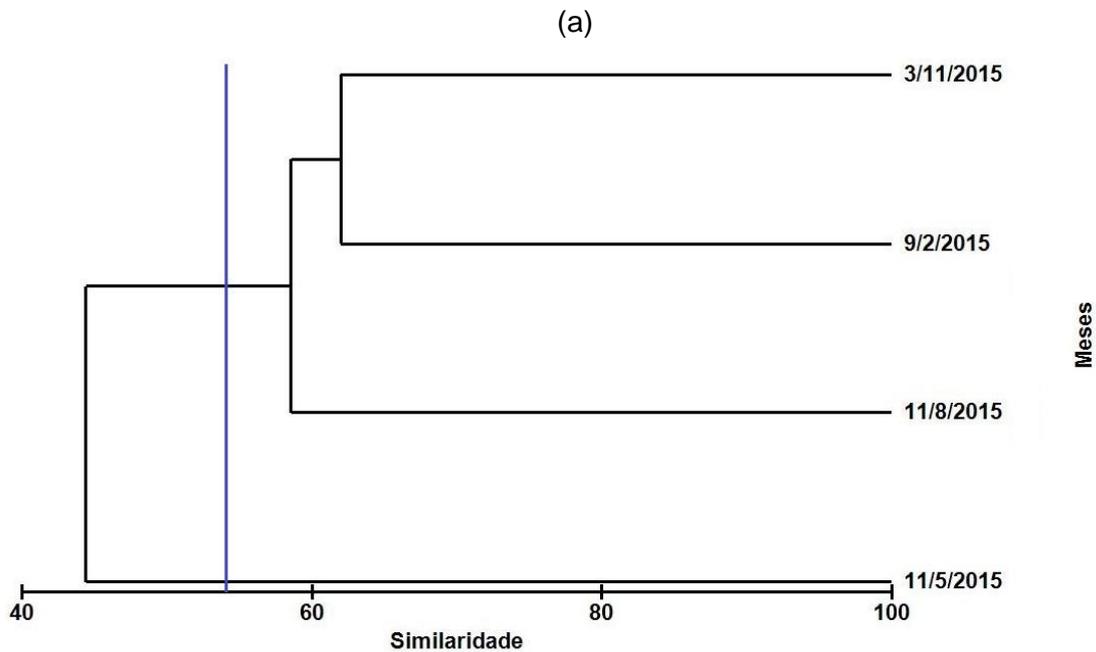


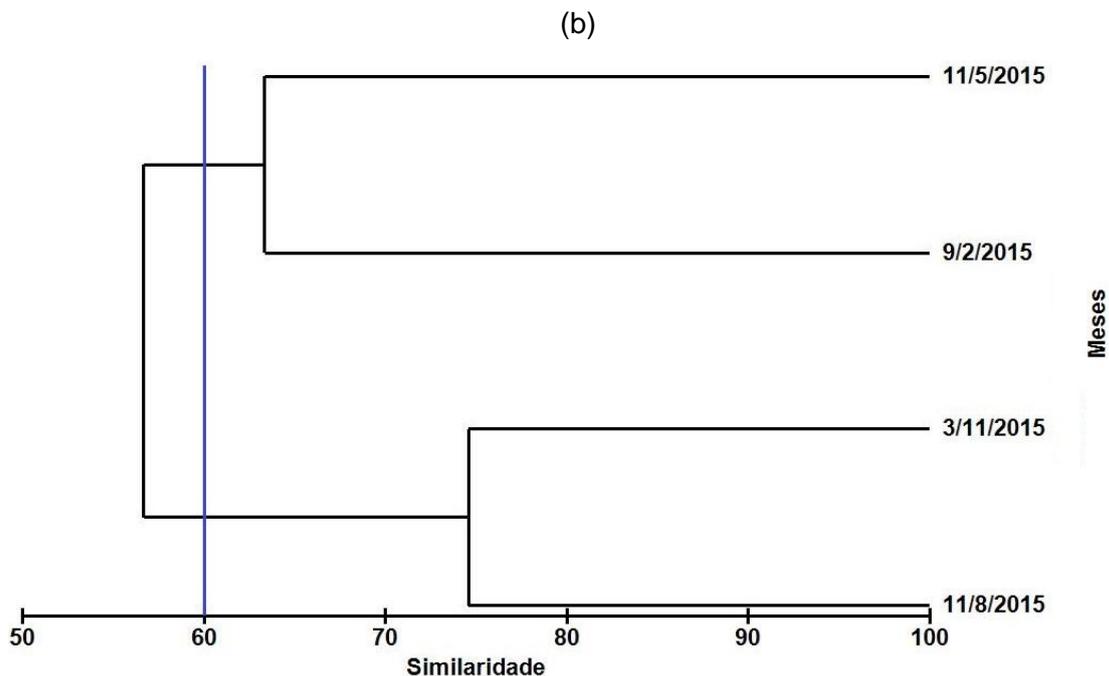
**Figura 5.3-4** – Riqueza de espécies (R), Diversidade específica (H') e Equitabilidade (J) registrados nas estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015: estação Z3 (a) e estação Z4 (b).

Durante os meses de agosto (inverno) e novembro (outono), foram registrados os menores valores de diversidade específica, em ambas as estações de amostragem (Figura 5.3-4). Nestes meses de amostragem, na estação Z3 foram encontrados valores inferiores a 1,80; enquanto que na estação Z4 foram registrados valores inferiores a 1,00. A diversidade sofreu uma redução (média estação Z3  $1,93 \pm 0,86$ ; média estação Z4  $1,59 \pm 0,96$ ), quando comparada com o período 2001-2005 (Dias & Bonecker, 2008). A redução nos valores de diversidade específica tanto pode ser atribuída à dominância de uma determinada espécie quanto à diferença no nível de identificação das amostras entre os anos de amostragem, o que também se reflete na diminuição da riqueza de táxons e de espécies no presente monitoramento.

Os períodos de amostragem desse estudo foram agrupados de modo diferenciado, quando comparamos as duas estações de amostragem. Na análise de agrupamento, a coleta realizada em maio (outono) se separou dos demais meses que tiveram 55% de similaridade. Os meses de fevereiro (verão), agosto (inverno) e novembro (primavera) agruparam-se provavelmente devido a maiores valores de densidade de organismos (Figura 5.3-5). Na estação Z4, os meses de fevereiro (verão) e maio (outono) se

separaram de agosto (inverno) e novembro (primavera) ao nível de 60% de similaridade, em função dos valores de densidade de organismos (Figura 5.3-5).





**Figura 5.3-5** – Dendrograma de similaridade para as estações de amostragem, durante o monitoramento de 2015, com base na matriz de similaridade (Bray-Curtis) calculada para as espécies zooplancônicas: estação Z3 (a), com similaridade superior a 55% e estação Z4 (b), com similaridade superior a 60%.

Os táxons que contribuíram para a similaridade das amostras de cada bloco de amostragem foram destacados pela análise SIMPER (Tabela 5.3-2).

**Tabela 5.3-2** – Táxons que contribuíram para a similaridade das amostras coletadas, durante o monitoramento da CNAAA no ano de 2015.

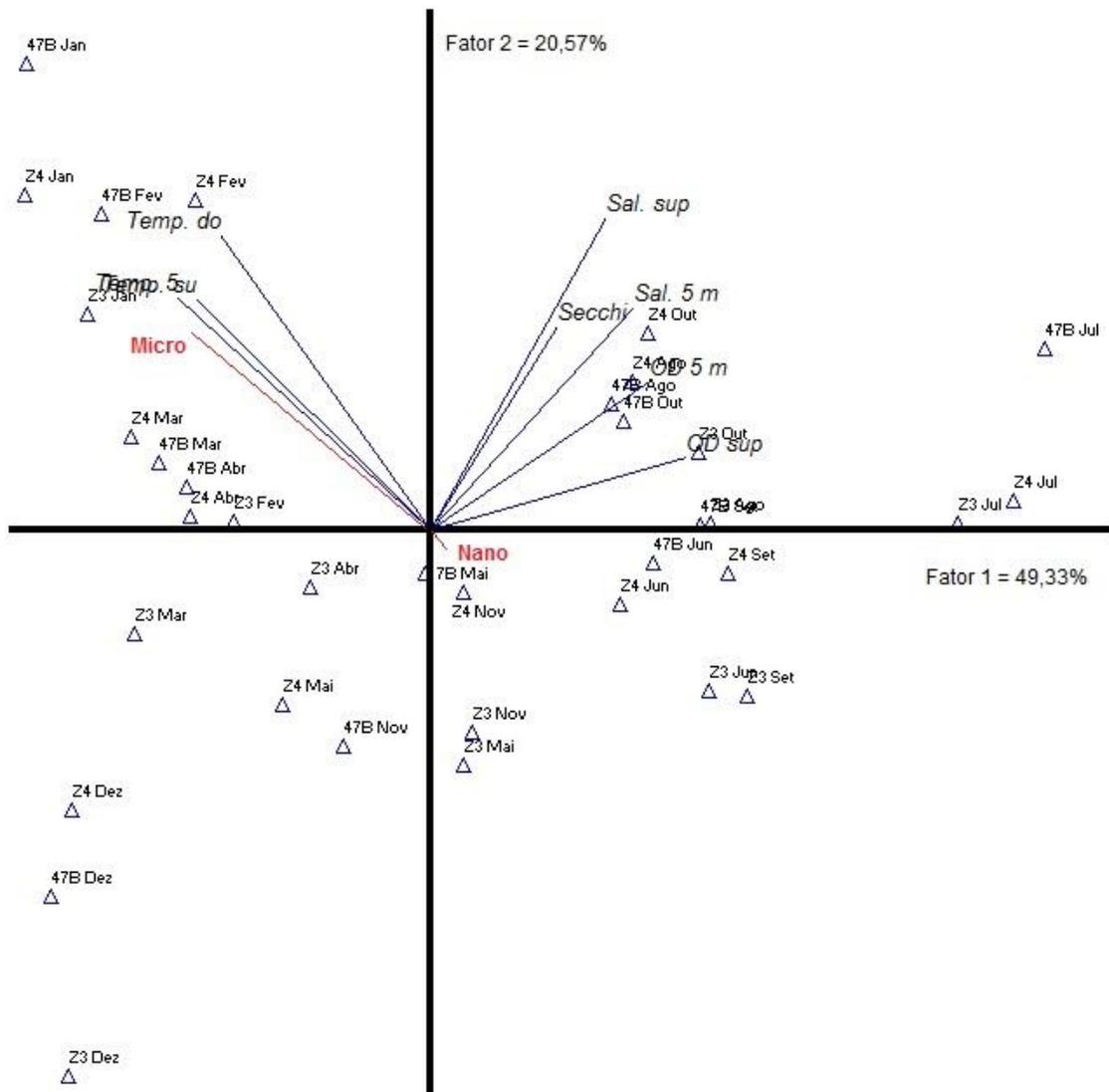
Z3		Z4			
Fev-Ago-Nov		Fev-Mai		Ago-Nov	
Espécies	Similaridade (%)	Espécies	Similaridade (%)	Espécies	Similaridade (%)
<i>Penilia avirostris</i>	17,14	<i>Oithona hebes</i>	15,33	<i>Penilia avirostris</i>	17,14
<i>Pseudevadne tergestina</i>	12,34	<i>Penilia avirostris</i>	12,78	<i>Oithona hebes</i>	11,36
<i>Oithona plumifera</i>	12,04	<i>Pseudevadne tergestina</i>	12,66	<i>Parvocalanus crassirostris</i>	9,33
<i>Paracalanus quasimodo</i>	10,79	<i>Oithona plumifera</i>	9,17	<i>Pseudevadne tergestina</i>	9,02
<i>Temora turbinata</i>	10,11	<i>Oncaea curta</i>	9,17	<i>Paracalanus quasimodo</i>	8,64
<i>Oithona hebes</i>	9,96	<i>Doliolum nationalis</i>	9,17	<i>Onychocorycaeus giesbrechti</i>	8,64
<i>Onychocorycaeus giesbrechti</i>	9,60	<i>Acartia lilljeborgi</i>	7,93	<i>Pleopis polyphaemoides</i>	7,17
<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	4,01	<i>Paracalanus quasimodo</i>	7,93	<i>Centropages velificatus</i>	7,17
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	2,98	<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	7,93	<i>Temora turbinata</i>	7,17
<i>Temora stylifera</i>	2,80			<i>Oithona plumifera</i>	7,17

## 5.4. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

Na Análise dos Componentes Principais (ACP), o cumulativo percentual de explicação dos dois primeiros eixos retidos foi de 69,90% (Figura 5.4-1).

O eixo 1 (Explicação da variância = 49,33%), no lado negativo, associou diretamente os maiores valores de temperatura (temperatura do ar = -0,35, temperatura da água na superfície = -0,39 e temperatura da água a 5 m = -0,42) observados nos meses de verão (dezembro a abril) ao microplâncton (-0,61). No lado positivo do eixo relacionou inversamente a salinidade (na superfície = 0,29 e a 5 m = 0,33), ao oxigênio dissolvido (na superfície = 0,42 e a 5 m = 0,36) e a transparência da água (0,21), durante o inverno (julho).

O eixo 2 (Explicação = 20,57%) ficou associado diretamente aos valores de temperatura (temperatura do ar = 0,46, temperatura da água na superfície = 0,36 e temperatura da água a 5 m = 0,36) e salinidade na superfície (0,49) ao microfitoplâncton (0,29), separando as estações de amostragem do Saco de Piraquara de Fora (estação de impacto – Z4 e estação 47), durante os meses de janeiro e fevereiro (verão), da estação da Praia de Itaorna (estação controle – Z3), durante o mês de dezembro (verão).



**Figura 5.4-1** – Análise de Componentes Principais (PCA) para os dados ambientais. Variáveis ambientais (Temp. do = temperatura do ar; Temp. su = temperatura da água na superfície; Temp. 5 = temperatura da água a 5 m; Sal. sup = salinidade da água na superfície; Sal. 5 m = salinidade da água a 5 m; OD sup = oxigênio dissolvido na superfície; OD 5 m = oxigênio dissolvido a 5 m; Secchi = transparência) e variáveis suplementares (Micro = microfitoplâncton; Nano = nanoplâncton).

## 6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos para pluviosidade e para temperatura do ar ao longo de 2015 refletem o padrão climático da região: maior índice pluviométrico e temperaturas mais altas durante o verão e menor índice pluviométrico e temperaturas mais baixas no inverno. Esse padrão tem sido observado desde o início do monitoramento, com exceção de alguns anos com sazonalidade atípica. A temperatura da água refletiu as condições climáticas com maiores valores no verão e menores no inverno.

A salinidade, transparência da água e concentração média de oxigênio dissolvido foram maiores durante as campanhas realizadas no período do inverno. Os maiores valores de salinidade observados no inverno estão relacionados aos menores índices pluviométricos registrados nesse período. As baixas concentrações de nutrientes e de clorofilas refletem uma condição oligotrófica da área estudada.

A comunidade fitoplânctônica teve dominância do nanoplâncton o que é típico de áreas oligotróficas. A maior densidade média do microfitoplâncton foi observada durante o verão e esse grupo foi dominado pelas diatomáceas.

Foram registrados 166 táxons de microfitoplâncton e o maior número foi obtido dentro do grupo das diatomáceas. A maioria das espécies observadas no presente estudo já havia sido registrada anteriormente na área de estudo.

Os valores de diversidade observados ao longo do monitoramento considerando apenas os táxons do microfitoplâncton identificados até espécie foram altos (>3,0). Não houve diferença significativa entre as três estações de amostragem em relação à riqueza de espécies, à diversidade específica e à equitabilidade. Entre os quatro períodos do ano só houve diferença significativa em relação à equitabilidade observada entre o verão e a primavera.

Em relação à comunidade microfitoplanctônica registrou-se diferença significativa entre os períodos do ano, e apenas outono e inverno não foram diferentes entre si. As comunidades observadas nas estações Z3 e Z4 também foram significativamente diferentes. Nas três

estações houve uma maior representatividade da espécie de diatomácea *Ceratoneis closterium*, mas com variação no percentual de contribuição em cada ponto amostral.

Em relação à comunidade zooplanctônica, os valores de densidade encontrados mostraram que, semelhante a monitoramentos anteriores, a estação localizada no Saco Piraquara de Fora (Z4) teve valores de densidade zooplanctônica superiores aos registrados para a Enseada de Itaorna (Z3). Este fato demonstra que apesar da existência de um impacto térmico na área de estudo (estação Z4 – Saco Piraquara de Fora), aparentemente o mesmo não está afetando os valores de densidade da população zooplanctônica.

Não foi registrado um padrão de sazonalidade durante o ano de 2015. As maiores densidades foram observadas durante o mês de fevereiro (verão) e agosto (inverno), para a estação Z3, e em maio (outono) e agosto (inverno) para a estação Z4. Em estudos anteriores, os maiores valores para densidade zooplanctônica foram observados durante os meses de primavera e verão. Apesar da variação da densidade, nesse estudo, fugir do padrão relatado para a região, altos valores de densidade do zooplâncton já foram relatados para o outono de 2005, na estação Z3; e para o outono dos anos de 2004 e 2005 e inverno dos anos de 2002 e 2005, na estação Z4.

A análise dos grupos zooplanctônicos mostrou que a região da Baía da Ribeira é composta por espécies estuarino-costeiras e oceânicas. Os organismos holoplanctônicos Branchiopoda, Copepoda e Appendicularia, e os meroplânctônicos Mollusca e Cirripedia foram dominantes.

Em relação à abundância, foi observada uma alternância na dominância dos grupos zooplanctônicos com Copepoda e Branchiopoda (Cladocera) dividindo a dominância durante todo o período analisado, nas duas estações de amostragem. O grupo Copepoda foi o mais abundante nos meses de fevereiro (verão) e maio (outono) de 2015, enquanto que o grupo Branchiopoda foi dominante nos meses de agosto (inverno) e novembro (primavera).

As espécies de copépodes mais abundantes e frequentes foram *Paracalanus quasimodo*, *Parvocalanus crassirostris*, *Oithona hebes* e *Oncaea curta*, típicas de regiões costeiras

tropicais, e também registradas anteriormente na região da Baía da Ribeira. As formas jovens dos copépodes (náuplios e copepoditos) foram muito representativas na região; assim como os copépodes danificados que constituíram 15% do total do zooplâncton amostrado na estação Z4. Este fato pode ser atribuído ao estresse mecânico, causado pela pressão exercida sobre os organismos, durante a passagem nas tubulações.

Dentre o grupo dos branquiópodes, *Penilia avirostris* foi a espécie mais abundante e frequente. Estudos relatam um padrão de sazonalidade no inverno, para espécies de branquiópodes. A abundância de *P. avirostris* em baías costeiras tem sido associada à presença de itens alimentares, e a temperatura também tem sido apontada como o principal regente da sua distribuição espacial e sazonal. A abundância de *P. avirostris* no inverno e na primavera coincide com o pico de abundância do nanoplâncton, um dos itens que compõem a sua dieta alimentar.

A estação Z3 teve valor médio de diversidade específica e de riqueza de espécies superior ao registrado na estação Z4. Os valores de diversidade registrados durante o atual período de amostragem (2015) foram inferiores aos encontrados em estudos anteriores. A redução nos valores de diversidade específica tanto pode ser atribuída à dominância de uma determinada espécie (*P. avirostris*) quanto à diferença no nível de identificação das amostras entre os anos de amostragem. Nos últimos anos a identificação de alguns grupos zooplanctônicos que antes chegavam ao nível de espécie tem ficado somente como grupo (p. ex. classe Appendicularia). Este fato também se reflete na diminuição da riqueza de táxons e de espécies do atual período de coleta.

Na região da CNAAA as diferenças registradas para o grupamento dos meses de amostragem não parece estar relacionadas a uma possível variação sazonal, mas sim à variação da densidade zooplanctônica registrada para os períodos de coleta.

## 7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2005. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. ANEEL. 2ª edição. Cap. 10. Outras fontes, p. 139-144. Disponível em: [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/10-Outras\\_fontes%282%29.pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/10-Outras_fontes%282%29.pdf). Acesso em 15/01/2016.

AQUINO, E.P.; BORGES, G.C.P.; HONORATO-DA-SILVA, M.; PASSAVANTE, J.Z.O. & CUNHA, M.G.G.S., 2015. **Check List** 11(3): 1633.

AVILA, L.R.M.; ARRUDA, M.R. & BONECKER, S.L.C., 2006. Chaetognatha In: BONECKER, S.L.C. (Ed.). **Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**, Série de livros: 165-185.

AZAM, F.; FENCHEL, T.; FIELD, J.G.; GRAY, J.S.; MEYER-REIL, L.A. & THINGSTAD, F., 1983. The ecological role of water-column microbes in the sea. **Marine Ecology Progress Series**, 10: 257-263.

BALECH, E., 1988. Los dinoflagelados del Atlântico Suddocidental. **Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía N°1** Madrid, Spain, 310p.

BARNES, R.S.K. & HUGHES, R.N. 1982. **An Introduction to Marine Ecology**. Blackwell Scientific Publication, London. 351p.

BASTOS, R.B.; FEITOSA, F.A.N.; KOENING, M.L.; MACHADO, R.C. & MUNIZ, K., 2011. Caracterização de uma zona costeira tropical (Ipojuca-Pernambuco-Brasil): produtividade fitoplanctônica e outras variáveis ambientais. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, 15(1): 1-10.

BJÖRNBERG, T.K.S., 1981. Copepoda, In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Atlas del zooplancton del Atlantico sudoccidental y metodos de trabajos con el zooplankton marino**. Mar del Plata, INIDEP: 587-679.

BONECKER, A.C.T.; BONECKER, S.L.C. & BASSANI, C. 2009. Capítulo 9 Plâncton Marinho. In: PEREIRA, R.C. & SOARES-GOMES, A. (Orgs.). **Biologia Marinha**. 2a Edição. Editora Interciência. Rio de Janeiro: 213-239.

BONECKER, S.L.C. & CARVALHO, P.F., 2006. Appendicularia. In: BONECKER, S.L.C. (Ed.). **Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**, Museu Nacional, Série de livros: 185-203.

BONECKER, S.L.C. & QUINTAS, M.C.C., 2006a. Doliolidae. In: BONECKER, S.L.C. (Ed.). **Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**, Museu Nacional, Série de livros: 215-221.

BONECKER, S.L.C. & QUINTAS, M.C.C., 2006b. Salpidae. In: BONECKER, S.L.C. (Ed.). **Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**, Museu Nacional, Série de livros: 203-213.

BONECKER, S.L.C. & DIAS, C.O., 2011. Zooplankton composition in a estuarine area of the state of Maranhão, Northeastern Brazil. **Animal Biology Journal**, 1(2): 69-80.

BOWDEN, D.A.; CLARKE, A. & PECK, L.S., 2009. Seasonal variation in the diversity and abundance of pelagic larvae of Antarctic marine invertebrates. **Marine Biology**, 156: 2033-2047.

BRADFORD-GRIEVE, J.M.; MARKHASEVA, E.I.; ROCHA, C.E.F. & ABIAHY, B., 1999. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.), **South Atlantic Zooplankton**. Backhuys Publishers, Leiden: 869–1098.

BRANDINI, F.P.; LOPES, R.M; GUTSEIT, K. S.; SPACH, H.L & SASSI, R., 1997. **Planctonologia na Plataforma Continental do Brasil** - Diagnose e Revisão Bibliográfica. Publicação do Min. Meio Ambiente, CIRM e Fundação de Estudos do Mar. 196 p.

CARBONEL, C.A.A., 2008. Capítulo 10. Poluição Térmica. **In:** NETO, J.A.B.; WALLNER-KERSANACH, M.; PATCHINEELAM, S. M. (Orgs.). **Poluição Marinha**. Interciência: 287-307.

CASTRO, B.M. & MIRANDA, L.B., 1998. Physical oceanography of the western atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S. **In:** ALLAN, R.R. & BRINK, K.H. (Eds.). **The sea**. John Willey & Sons, Inc.: 209-251.

CAVALCANTI, E.A.H. & LARRAZÁBAL, M.E.L. de., 2004. Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica– REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea). **Revista Brasileira de Zoologia**, 21(3): 467-515.

CHRÉTIENNOT-DINET, M.J., 1990. **Atlas du phytoplancton Marin. Chlorarachnoiphycées, Chlorophycées, Chrysophycées, Cryptophycées, Euglénophycées, Eustigmatophycées, Prasinophycées, Prymnésiophycées, Rhodophycées et Tribophycées**. Paris, Centre National de la Recherche Scientifique, v. 3.

CHUANG, Y.; YANG, H. & Lin, H. 2009. Effects of a thermal discharge from a nuclear power plant on phytoplankton and periphyton in subtropical coastal waters. **Journal of Sea Research**, 61: 197-205.

CHOI, K.; KIM, Y.; LEE, J.; WANG, S.; LEE, M.; LEE, P.; AHN, D.; HONG, J. & SOH, H. 2012. Thermal impacts of a coal power plant on the plankton in an open coastal water environment. **Journal of marine Science and Technology**, 20(2): 187-194.

CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M., 1994. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.** Natural Environmental Council, Plymouth Laboratories, Plymouth.

CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M., 2001. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.** Second Edition. Primer-E Ltd., Plymouth Marine Laboratories, Plymouth, UK.

CLARKE, K.R. & GORLEY, R.N., 2006. **PRIMER v6: User Manual/Tutorial.** PRIMER-E, Plymouth.

CUPP, E.E., 1943. Marine plankton diatom of the West coast of North America. **Bulletins of the Scripps Institution of Oceanography.** Berkeley, CA: University of California techn. series, 6(1): 1- 238.

DELLA POSTA, P & LEME, M.H.A., 2015. Variação temporal de cladóceros marinhos em uma região estuarina de Ubatuba, SP, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca,** São Paulo, 41(2): 327–334.

DIAS, C.O.; BONECKER, S.L.C. & NOGUEIRA, C.R. 1999. Variações na estrutura da comunidade Zooplanctônica próxima a Usina I da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAAA) – (Angra dos Reis-RJ-Brasil) – Ciclo 1980/81 e 1991/93. **Brazilian Archives Biology and Technology,** 42(2): 223-232.

DIAS, C.O. & ARAUJO, A.V., 2006. Copepoda. In: BONECKER, S.L.C. (Ed.). **Atlas da Região Central da Zona Econômica Exclusiva brasileira,** Museu Nacional, Série de livros: 23-101.

DIAS, C.O. & BONECKER, S.L.C., 2008. Inter-annual Variability of Planktonic Copepods in a Tropical Bay in Southeastern Brazil. **Brazilian Archives Biology and Technology,** 51(4): 731-742.

DOMINGOS-NUNES, R. & RESGALLA JÚNIOR., C., 2012. The zooplankton of Santa Catarina continental shelf in southern Brazil with emphasis on Copepoda and Cladocera and their relationship with physical coastal processes. **Latin American Journal of Aquatic Research**, 40: 893-913.

DUGDALE, R.C. & GOERING, J.J., 1967. Uptake of new and regenerated forms of nitrogen in primary productivity. **Limnology and Oceanography**, 12: 196-206.

ELETROBRAS TERMONUCLEAR S.A. - ELETRONUCLEAR, 1998. Análise do fitoplâncton da área sob influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra dos Reis, RJ (Janeiro a Dezembro 1997). **Eletronuclear**, 41p.

ELETROBRAS TERMONUCLEAR S.A. - ELETRONUCLEAR, 1999. Análise do fitoplâncton da área sob influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra dos Reis, RJ (Janeiro a Dezembro 1998). **Eletronuclear**, 42p.

ELETROBRAS TERMONUCLEAR S.A. - ELETRONUCLEAR, 2000. Análise do fitoplâncton da área sob influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra dos Reis, RJ (Janeiro a Dezembro 1999). **Eletronuclear**, 43p.

ELETROBRAS TERMONUCLEAR S.A. - ELETRONUCLEAR, 2001. Análise do fitoplâncton da área sob influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra dos Reis, RJ (Janeiro a Dezembro 2000). **Eletronuclear**, 39p.

ELETROBRAS TERMONUCLEAR S.A. - ELETRONUCLEAR, 2002. Análise do fitoplâncton da área sob influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra dos Reis, RJ (Janeiro a Dezembro 2001). **Eletronuclear**, 39p.

ELETROBRAS TERMONUCLEAR S.A. - ELETRONUCLEAR, 2014. Relatório Técnico Ne 13/0902\_2014: Relatório Integrado do monitoramento de Fitoplâncton, Zooplâncton e

Nutrientes da área de influência das Unidades 1 e 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA do ano de 2014, 123p.

ELETROBRAS TERMONUCLEAR S.A. - ELETRONUCLEAR Disponível em:  
<http://www.eletronuclear.gov.br/Aempresa.aspx>. Acesso em 26/01/2016.

EPPLEY, R.W., ROGERS, J.N. & MACCARTHY, 1969. Half-saturation constants for uptake of nitrate and ammonium by marine phytoplankton. **Limnology and Oceanography**, 14: 912-920.

FENSOME, R.A.; TAYLOR, F.J.R.; NORRIS, G.; SARJEANT, W. A. S.; WHARTON, D. I.; WILLIAMS, G. L., 1993. **A classification of living and fossil dinoflagellates**. Sheridan Press, Hanover. 350p.

FERNANDES, L.F. & BRANDINI, F.P., 2004. Diatom associations in the shelf waters off Paraná State, Southern Brazil: Annual variations in relation to environmental factors. **Brazilian Journal of Oceanography**, 52(1): 19-34.

FONSECA, R.S.; PASSAVANTE, J.Z.O.; MARANHÃO, G.M.B. & MUNIZ, K., 2002. Ecosistema recifal da praia de Porto de Galinhas (Ipojuca, Pernambuco): biomassa fitoplanctônica e hidrologia. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, Tamandaré, 10(1): 9-26.

FRONTIER, S., 1986. L'échantillonnage de la diversité spécifique. In: PERES, J.-M., (Ed.), **Stratégies d'Echantillonnage en Écologie** Les Press de L'Université Laval de Québec, Québec. 416-436.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A., 1992. Análise do Fitoplâncton da Área sob influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (outubro 1989 a setembro 1991) – **Relatório Final**. Furnas, 99p.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A., 1993. Análise do Fitoplâncton da Área sob influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra dos Reis,RJ (outubro 1991 a dezembro 1992) – **Relatório Final**. Furnas, 65p.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A., 1994. Análise do Fitoplâncton da Área sob influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra dos Reis,RJ (janeiro a dezembro 1993) – **Relatório Final**. Furnas, 58p.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A., 1996. Análise do Fitoplâncton da Área sob influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra dos Reis,RJ (Janeiro a Dezembro 1995) – **Relatório Final**. Furnas, 47p.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A., 1997. Análise do Fitoplâncton da Área sob influência da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – Angra dos Reis,RJ (janeiro a dezembro 1996) – **Relatório Final**. Furnas, 55p.

GOMES, C.L.; MARAZZO, A. & VALENTIN, J.L., 2000 Temporal and spatial distribution of Cladocera in the coast of Rio de Janeiro city, Brazil. **Nauplius**, 8(2): 205-214.

GONÇALVES, C.P.; PIMENTA, C.M.M.; TENENBAUM, D.R.; GOMES, E.A.T.; EDUARDO, J.; MENDES, M.C. de Q.; MENEZES, M. HATHERLY, M.M.F. & VIANA, S. de C., 2006. Dinoflagelados e Tintínídeos da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira: guia de identificação. In: TENENBAUM, D.R. (Org.). **Série Livros Documentos REVIZEE/Score-Central**. Museu Nacional. Rio de Janeiro: 288p.

GRASSHOFF, K.; ERHARDT, M. & KREMLING, K., 1999. Methods of seawater analysis. **VerlagChemie, Weinhein**, 600p.

GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M., 2016. **AlgaeBase**. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Disponível em: <http://www.algaebase.org>. Acesso em 18/02/2016.

HASLE, G.A. & SYVERTSEN, E.E., 1997. Marine diatoms. In: TOMAS, C.R. (Ed.). **Identifying Marine Phytoplankton**. U.S.A., Academic Press, 583p.

HEIMDAL, B. R. 1997. Modern Coccolithoforids. In: TOMAS, C.R. (Ed.) **Identifying Marine Phytoplankton**. U.S.A., Academic Press, 583p.

HENDEY, N.I., 1964. **An Introductory Account of the Smaller Algae of British Coastal Waters, Part V: Bacillariophyceae (Diatoms)**. Her Majesty's Stationery Office, London. 317p.

HOFFMEYER, M.S.; BIANCALANA, F. & BERASATEGUI, A., 2005. Impact of a power plant cooling system on copepod and meroplankton survival (Bahía Blanca estuary, Argentina). **Iheringia**, 95(3): 311-318.

HUANG, B.; LAN, W.; CAO, Z.; DAI, M.; HUANG, L.; JIAO, N. & HONG, H., 2008. Spatial and temporal distribution of nanoflagellates in the northern South China Sea. **Hydrobiologia**, 605: 143-157.

HWANG, J.; TU, Y.; TSENG, L.; FANG, L.; SOUISSI, S.; FANG, T.; LO, W.; TWAN, W.; HSIAO, S.; WU, C.; PENG, S.; WEI, T. & CHEN, Q., 2004. Taxonomic composition and seasonal distribution of copepod assemblages from waters adjacent to nuclear power plant I and II in northern Taiwan. **Journal of Marine Science and Technology**, 12(5): 380-391.

IRIGOIEN, X.; HUISMAN, J. & HARRIS, R.P., 2004. Global biodiversity patterns of marine phytoplankton and zooplankton. **Nature**, 429: 863-867.

JACKSON, D.A., 1993. Stopping rules in principal components-analysis - a comparison of heuristic and statistical approaches. **Ecology**, 74(8): 2204-2214.

JIANG, Z.; ZENG, J.; CHEN, Q.; HUANG, Y.; LIAO, Y.; XU, X. & ZHENG, P., 2009. Potential impact of rising seawater temperature on copepods due to coastal power plants in subtropical areas. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 368: 196-201.

JOHNS, D.G.; EDWARDS, M.; GREVE, W. & JOHN, A.W.G.S., 2005 Increasing prevalence of the marine cladoceran *Penilia avirostris* (Dana, 1852) in the North Sea. **Helgoland Marine Research**, 59(3): 214-218.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K., 1989. Modern approach to the classification system of cyanophytes (Nostocales). **Archiv für Hydrobiologie Supplement**, 82(3): 247-345.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K., 2005. **SüBwasserflora von Mitteleuropa**. Bd. 19. 2. Oscillatoriales. München, Elsevier, 759p.

LALLI, C.M. & PARSONS, T.R. 1993. **Biological Oceanography: an introduction**. Pergamon Press, Estados Unidos. 301p.

LARRAZÁBAL, M.E. de; CAVALCANTI, E.A.H.; VIEIRA, D.A. do N.; OLIVEIRA-KOBLITZ, V.S.; ARAÚJO, E.M. de; BARRETO, T.M.dos S. & NUNES, T.R., de S., 2009. Macrozooplâncton na Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (REVIZEE NE II e NE III). In: HAZIN, F.H.V. (Ed.), **Biomassa fitoplanctônica, zooplanctônica, macrozooplâncton, Avaliação espacial e temporal do ictioplâncton, Estrutura da comunidade de larvas de peixes e distribuição e abundância do ictionêuston**. Fortaleza. Editora Martins & Cordeiro. (Programa REVIZEE-Score Nordeste): 48-102.

LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P., 1998. **Numerical Ecology**. 2<sup>nd</sup> English edition. Developments in environmental Modelling, 20, Elsevier, New York, 853p.

LEROI, J-M. & HALLEGRAEFF, G.M., 2004. Scale-bearing nanoflagellates from southern Tasmanian coastal waters, Australia. II. Species of Chrysophyceae (Chrysophyta),

Prymnesiophyceae (Haptophyta, excluding *Chrysochromulina*) and Prasinophyceae (Chlorophyta). **Botanica Marina**, 49: 216-235.

LO, W.; HWANG, J.; HSU, P.; HSIEH, H.; TU, Y.; FANG, T. & HWANG, J., 2004. Seasonal and Spatial distribution of phytoplankton in the waters off nuclear power plants, north of Taiwan. **Journal of marine Science and Technology**, 12(5): 372-379.

LOBO, E. & LEIGHTON, G., 1986. Estructuras Comunitarias de las Fitocenosis Planctónicas de los Sistemas de Desembocaduras de Rios y Esteros de la Zona Central de Chile. **Revista Biología Marina**, 22: 1-29.

LOPES, R. M.; DO VALE, R. & BRANDINI, F.P., 1998. Composição, abundância e distribuição espacial do zooplâncton no complexo estuarino de Paranaguá durante o Inverno de 1993 e o Verão de 1994. **Revista Brasileira de Oceanografia**, 46: 195-211.

MACHADO, R.C.A.; FEITOSA, F.A.N; BASTOS, R.B. & TRAVASSOS, R.K., 2007. Dinâmica da biomassa fitoplanctônica e parâmetros hidrológicos no ecossistema recifal de Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, Tamandaré, 15(2): 17-29.

MAGALHÃES, F. dos S., 2012. **Utilização do fitoplâncton como instrumento de avaliação em programas de monitoramento nos ecossistemas aquáticos costeiros. Estudo de caso: Laguna de Araruama/RJ.** Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 160p.

MAGRIS, R.A., 2007. **Variabilidade Interanual e Sazonal na Comunidade de Copepoda Relacionada ao Regime de Marés em um Estuário Tropical (Rio Mucuri, Brasil).** Dissertação, Universidade Federal do Espírito Santo, 35p.

MALONE, T.C., 1971. The relative importance of nanoplankton and netplankton as primary producers in tropical oceanic and neritic phytoplankton communities. **Limnology and Oceanography**, 16(4): 633-639.

MARAZZO, A. & VALENTIN, J.L., 2004. Reproductive aspects of marine cladocerans *Penilia avirostris* and *Pseudevadne tergestina* (Crustacea, Branchiopoda) in the outer part of Guanabara Bay, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 64(3): 543-549.

MARCON, E.H., 2003. **As Assembléias de Larvas de Peixes da Plataforma Continental do Sul do Brasil e sua Variação Sazonal e Interanual**. Dissertação de Mestrado, Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, 154p.

MATTEUCCI, S.D. & COLMA, A., 1982. La Metodología para el Estudio de la Vegetación. **Colección de Monografías Científicas, Série Biología**, 22, 168p.

MC LELLAND, J.A., 1980. Notes on the northern Gulf of Mexico occurrence of *Sagitta friderici* Ritter-Záhony (Chaetognatha). **Gulf Research Reports**, 6(4): 343-348.

MIYASHITA, L.K., 2010. **Dinâmica populacional de Appendicularia e Cladorera na plataforma interna de Ubatuba(SP): um estudo sazonal e multianual**. Dissertação, Instituto Oceanográfico, 67p.

MUELBERT, J.H.; ACHA, M.; MIANZAN, H.; GUERRERO, R.; RETA, R.; BRAGA, E.S.; GARCIA, V.M.T.; BERASATEGUI, A.; GOMEZ-ERACHE, M. & RAMÍREZ, F., 2008. Shelf Biological, physical and chemical properties at the Subtropical Front Zone in the SW Atlantic. **Continental Shelf Research**, 28: 1662-1673.

NATRONTEC ESTUDOS E ENGENHARIA DE PROCESSOS LTDA., 1999. **Projeto Básico Ambiental da Unidade 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto - Angra 2**. Rio de Janeiro: 244-267.

NOGUEIRA, C.R.; SILVA, V.M.A.P. DA; BONECKER, S.L.C.; BONECKER, A.C.T. & NETO, G.S., 1987. Zooplankton da baía da Ribeira (Angra dos Reis – RJ), **Avulso do Departamento de Zoologia**, UFRJ, 34: 1-20.

NOGUEIRA, C.R.; BONECKER, A.C.T.; BONECKER, S.L.C. & SANTOS, C.C., 1991. Studies of zooplankton near the Nuclear Power Plant – Angra I. Preoperational conditions (RJ-Brazil).

In: MAGOON, O. (Ed.). **Coastal Zone** `91, Beach, 4: 3221-3233.

NUNES, R.D., 2010. **O zooplâncton da plataforma continental de Santa Catarina. Ênfase em Copepoda e Cladocera e suas relações com os processos físicos costeiros.**

Dissertação. Universidade do Vale do Itajaí, 71p.

NYBAKKEN, J.W., 2001. **Marine biology: an ecological approach.** Benjamim Commungs (Ed). 5ª edição. Estados Unidos. 516p.

OLGUÍN, H. F.; BOLTOVSKOY, D.; LANGE, C. B. & BRANDINI, F. 2006. Distribution of spring phytoplankton (mainly diatoms) in the upper 50 m of the Southwestern Atlantic Ocean (30° to 61°S). **Journal of Plankton Research**, 13: 1-45.

OMORI, M. & IKEDA, T., 1984: **Methods in Marine Zooplankton Ecology.** Wiley Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 332p.

PARANAGUÁ, M.N.; NEUMANN-LEITÃO, S.; NOGUEIRA-PARANHOS, J.D.; SILVA, T.A. & MATSUURA-TUNDISI, T., 2005 Cladocerans (Branchiopoda) of a tropical estuary in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 65(1): 107-115.

PARANHOS, R., 1996. **Alguns Métodos para Análise da Água. Cadernos Didáticos UFRJ.** 200p.

PASSOS, A.C.dos; CONTENTE, R.F.; ABBATEPAULO, F.V.; SPACH, H.L.; VILAR, C.C.; JOYEUX, J.C.; CARTAGENA, B.F.C. & FÁVARO, L.F., 2013. Analysis of fish assemblages in sectors along a salinity gradient based on species, families and functional groups. **Brazilian Journal of Oceanography**, 61(4): 251-264.

PIOLA, A.R; CAMPOS, E.J.D.; MÜLLER, JR.; CHARO, O.O. & MARTINEZ, C., 2000. The subtropical shelf front off eastern South America. **Journal of Geophysical Research**, 105(3): 6565-6578.

POORNIMA, E.H.; RAJADURAI, M.; RAO, T.S.; ANUPKUMAR, B.; RAJAMOHAN, R.; NARASIMHAN, S.V.; RAO, V.N.R. & VENUGOPALAN, V.P., 2005. Impact of thermal discharge from a tropical coastal power plant on phytoplankton. **Journal of Thermal Biology**, 30: 307-316.

PORTO-NETO, F.F.; S. NEUMANN-LEITÃO; L.M.O. GUSMÃO; D.A. NASCIMENTO-VIEIRA; A.P. SILVA & T.A. SILVA., 1999. Variação sazonal e nictemeral do zooplâncton do canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, 27(2): 43-58.

RAMÍREZ, F.C., 1981. Cladocera, In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.), **Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata: 533-542.

RAYMONT, J.E.G., 1983. **Plankton and Productivity in the Oceans. Zooplankton**. Oxford: Pergamon Press, 824p.

REZENDE, C.E.; ANDRADE, L.; SUZUKI, M.S.; FARO, B.C.M.T.; GONZALEZ, A.S.M. & PARANHOS, R. Hidroquímica, 2006. In: VALENTIN, J. L. (Ed.) **Características hidrobiológicas da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira (Salvador, BA, ao Cabo de São Tomé, RJ)**. Brasília: Ideal Gráfica e Editora. (Série Documentos REVIZEE/SCORE Central): 31-60.

ROCHA, C.E.F., 1982. Distribution of the marine cladoceran (Crustacea, Branchiopoda) of Santos, Brazil. **Boletim de Zoologia**, 7(1): 155-169.

ROUND, F.E.; CRAWFORD, R.M. & MANN, D. G., 1990. **The diatoms: biology and morphology of the genera**. The Bath Press, Reino Unido. 747p.

SARAVANAN, P.; PRIYA, A.M.; SUNDARAKRISHNAN, B.; VENUGOPALAN, V.P.; RAO, T.S. & JAYACHANDRAN, S., 2008. Effects of a thermal discharge from a nuclear power plant on culturable bacteria at a tropical coastal location in India. **Journal of Thermal Biology**, 33: 385-394.

SCHETTINI, C.A.F.; RESGALLA JUNIOR., C.; PEREIRA FILHO, J.; SILVA, M.A.C.; TRUCCOLO, E.C. & RÖRIG, L.R., 2005. Temporal variability of oceanographic and ecological characteristics of the region of fluvial influence of Itajaí-açu river. **Brazilian Journal of Aquatic and Science Technology**, 9(2): 93-102.

SIEBURTH, M.J.; SMETACEK, V. & LENZ, J., 1978. Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. **Limnology and Oceanography**, 23(6): 1256-1263.

SOARES, F.S., 1983. **Estudo do fitoplâncton de águas costeiras e oceânicas da região de Cabo Frio, RJ até o Cabo de Santa Marta Grande, SC**. Dissertação, Universidade de São Paulo, 56p.

SOURNIA, A., CHRDTIENNOT-DINET M.J. & RICARD, M., 1991. Marine phytoplankton: how many species in the world ocean? **Journal Plankton Research**, 13(5):1093-1099.

SOUZA JÚNIOR, A.N.; MAGALHÃES, A.; PEREIRA, L.C.C. & COSTA, R.M. da., 2013. Zooplankton dynamics in a tropical Amazon estuary. **Journal of Coastal Research**, Special Issue, 65: 1230-1235.

SOUZA, J.S.D; STANCA, E.; ROSELLI, L.; ATTAYDE, J.L.; PANOSSO, R. & BASSET, A., 2013. A checklist of phytoplankton species around the Equator in Guarairas, Galinhos and

Diogo Lopes lagoons (Rio Grande do Norte, Brazil). **Transitional Waters Bulletin**, 7(2): 220-232.

STEIDINGER, K.A. & TANGEN, K., 1997. Dinoflagellates. In: TOMAS, C.R. (Ed.). **Identifying Marine Phytoplankton**. U.S.A., Academic Press, 583p.

STANWELL-SMITH, D., PECK, L.S., CLARKE, A., MURRAY, A.W.A. & TODD, C.D., 1999. The distribution, abundance and seasonality of pelagic marine invertebrate larvae in the maritime Antarctic. **Philosophical Transactions of the Royal Society London**, B354: 471-484.

SUNESSEN, I.; BÁRCENA, A. & SAR, E.A., 2009. Diatomeas potencialmente nocivas del Golfo San Matías (Argentina). **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, 44(1): 67-88.

TAYLOR, F.J. R., 1976. Dinoflagellates from the International Indian Ocean Expedition. A report on material collected by the R. V. "Anton Bruun" 1963-1954. **Bibliotheca Botanica**, 132: 1-234.

TEIXEIRA, T.P.; NEVES, L.M. & ARAÚJO, F.G., 2009. Effects of a nuclear power plant thermal discharge on habitat complexity and fish community structure in Ilha Grande Bay, Brazil. **Marine Environmental Research**, 68: 188-195.

TENENBAUM, D.R.; GOMES, E.A.T. & GUIMARÃES, G.P., 2007. Microorganismos planctônicos: pico, nano e micro. In: VALENTIN, J. L. (Org.). **Características hidrobiológicas da região central da zona econômica exclusiva brasileira (Salvador, BA ao Cabo de São Tome, RJ)**. Brasília, MMA. 168p.

THRONDSSEN, J., 1997. The Planktonic Marine Flagellates. In: TOMAS, C.R. (Ed.). **Identifying Marine Phytoplankton**. U.S.A., Academic Press, 583p.

TOMAS, C.R., 1997. **Identifying Marine Phytoplankton**. U.S.A., Academic Press, 858p.

TUNDISI, J.G., 1970. O plâncton estuarino. **Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico de São Paulo, série Oceanografia Biológica**, 19: 1-22.

UTERMÖHL, H., 1958. Perfeccionamento del metodo cuantitativo de fitoplancton. **Comun. Assoc. Int. Limnol. Teor. Apl.** 9, p. 1-89.

VILLAC, M.C. & TENENBAUM, D.R., 2010. The phytoplankton of Guanabara Bay, Brazil. I. Historical account of its biodiversity. **Biota Neotropica**, 10(2): 271-293.

VILLAC, M.C.; CABRAL-NORONHA, A. de P.V. & OLIVEIRA PINTO, T. de, 2008. The phytoplankton biodiversity of the coast of the state of São Paulo, Brazil. **Biota Neotropica**, 8(3): 151-173.

WOOD, E.J.F., 1968. **Dinoflagellates of the Caribbean Sea and adjacent areas**. Miami, University of Miami Press. Coral Gables. 143p.

WU, R.S.S., 1982. Effects of taxonomic uncertainty on species diversity indices. **Marine Environmental Research**, 6: 215-225.

YONEDA, N.T., 1999. **Diagnóstico para o plâncton. Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha**. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/44387888/plancton>. Acesso em 17/02/2016.

ZAR, J.H., 1999. **Biostatistical Analysis**. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, 663p.

## 8. RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Nome	Dra. Márcia Salustiano de Castro
Área Profissional	Bióloga
Função	Técnica Responsável
Conselho Regional	CRBio Nº 24861/02
Cadastro Técnico Federal	Nº 226197

Nome	Dr. Sérgio Luiz Costa Bonecker
Área Profissional	Biólogo
Função	Coordenador técnico
Conselho Regional	CRBio Nº 12.638-02
Cadastro Técnico Federal	Nº 197864

Nome	Dra. Ana Cristina T. Bonecker
Área Profissional	Bióloga
Função	Confecção do relatório
Conselho Regional	CRBio Nº 07237/02
Cadastro Técnico Federal	Nº 1197867

Nome	Dra. Cristina de Oliveira Dias
Área Profissional	Bióloga
Função	Confecção do relatório
Conselho Regional	CRBio Nº 03.409/02

*Márcia Salustiano de Castro*

# ANEXOS

## **ANEXO 4.2.1-1**

Dados de pluviosidade registrados na Torre A da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto - CNAAA em Angra dos Reis (RJ) no ano de 2015.

PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA (mm) 2015												
Torre A - CNAAA - Angra dos Reis (RJ)												
Dia	MÊS											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1		5,50	0,25	0,25		0,25			4,50	12,50	2,25	5,25
2		6,35				3,50			12,00	35,50	3,25	5,25
3	1,25									2,50	1,25	6,25
4	8,00	24,75					15,75		2,50	22,00	9,00	6,00
5	21,00	2,25		2,00	18,00	0,25	1,25		6,75	17,50	3,00	2,50
6	0,25	46,00	24,25	5,00	0,50					0,25	20,25	9,50
7		11,00	34,50	10,25	8,25						21,00	18,00
8		18,00	29,00	0,50	32,00				11,00		0,25	2,25
9		0,25	3,00						0,25		1,00	
10			0,50		3,50							0,25
11					2,25				9,25			
12			1,75		1,75	4,75			15,75	0,50	1,75	3,75
13					5,75	0,25			10,75			5,00
14	3,00	11,50			1,75				1,50			1,00
15		15,00		0,50		8,75			0,25		6,75	
16		4,50	14,75	8,25		8,00					6,75	1,00
17		22,50	0,50			0,25				11,75	4,00	6,25
18		1,00	11,75			6,00				32,75	0,25	
19			0,25	0,25		45,75				1,00		
20			1,00			4,75					5,00	1,25
21	22,25		16,50	16,00			5,75	1,00			21,50	11,75
22	20,25		23,75	31,25			4,25			2,50		
23	2,50		2,75	2,75		0,25				1,25	9,50	
24	20,75				0,25	33,50		4,25		14,50	0,25	
25		1,75	17,25			1,25	6,75	4,25	3,50	6,50	5,75	
26		0,25	0,25	1,00			2,00		3,00		8,00	0,25
27							2,50	0,75	2,50	2,50	0,25	0,75
28		12,50	2,75	0,25			0,25		1,50	5,75	12,25	4,50
29			18,75	7,25					6,00	7,25	25,50	0,50
30			1,75	22,25					2,25		22,25	
31	35,75		0,25		6,00							
<b>TOTAL</b>	<b>135,0</b>	<b>183,1</b>	<b>205,5</b>	<b>107,8</b>	<b>80,0</b>	<b>117,5</b>	<b>38,5</b>	<b>10,3</b>	<b>93,3</b>	<b>176,5</b>	<b>191,0</b>	<b>91,3</b>

## ANEXO 5.1-1

Dados abióticos medidos em cada estação de coleta e em cada mês do monitoramento realizado em 2015.

Campanhas	Verão									Outono								
	26/01/2015			09/02/15			09/03/2015			13/04/2015			11/05/15			29/06/2015		
	Z3	Z4	47B	Z3	Z4	47B	Z3	Z4	47B	Z3	Z4	47B	Z3	Z4	47B	Z3	Z4	47B
Temperatura do ar (°C)	33,90	32,80	38,00	25,30	29,80	33,30	28,20	27,60	27,70	28,00	30,00	29,40	24,30	25,90	26,30	24,90	25,50	25,20
Temperatura da água sup. (°C)	29,20	34,20	32,80	28,80	33,30	31,80	28,00	32,30	31,10	26,50	29,70	30,00	23,80	28,50	27,30	21,90	26,60	25,40
Temperatura da água 5 m (°C)	29,30	30,00	29,60	28,60	29,00	28,90	27,00	28,60	27,80	25,20	25,50	25,40	24,20	24,60	24,50	22,40	22,50	22,90
Salinidade sup.	35,80	36,00	35,60	34,30	35,60	35,50	33,00	34,60	34,80	34,50	35,50	35,40	33,80	35,50	35,50	35,00	35,80	35,80
Salinidade 5 m	35,00	35,60	36,00	35,50	35,00	35,00	36,00	35,50	35,80	35,80	35,70	35,70	34,80	35,70	35,50	36,60	35,90	35,90
Oxigênio Dissolvido sup. (mg.L <sup>-1</sup> )	8,14	8,15	7,99	7,84	8,55	8,20	7,50	8,02	7,86	7,96	8,08	8,06	8,23	8,65	8,51	8,72	9,21	9,07
Oxigênio Dissolvido 5 m (mg.L <sup>-1</sup> )	8,01	7,94	8,32	8,07	7,80	7,77	7,76	8,02	7,84	7,57	7,42	6,75	8,14	6,81	7,82	8,65	8,34	8,20
Secchi (m)	7,50	7,50	8,50	9,10	11,00	10,00	8,00	8,00	8,00	9,00	7,00	9,00	9,50	6,00	8,50	8,00	7,50	9,20
Nitrito (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	-	-	-	<0,010	<0,010	<0,010
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	-	-	-	<0,030	<0,030	<0,030
Fosfato (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,05	<0,05	<0,05	1,30	<0,05	<0,05	0,16	0,10	0,11	0,15	0,11	0,19	-	-	-	0,05	0,05	0,04
Silicato (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,02	0,81	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,14	<0,02	0,47	-	-	-	3,14	3,01	0,99
Clorofila a (mg.m <sup>-3</sup> )	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	-	-	-	0,15	0,07	0,13
Clorofila b (mg.m <sup>-3</sup> )	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	-	-	-	0,21	0,11	0,19
Clorofila c (mg.m <sup>-3</sup> )	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	-	-	-	0,30	0,12	0,22

continua

continuação

Campanhas	Inverno									Primavera										
	Dias de coleta			13/07/2015			11/08/15			10/09/2015			13/10/2015			03/11/15			03/12/15	
Parâmetros/Estações	Z3	Z4	47B	Z3	Z4	47B	Z3	Z4	47B	Z3	Z4	47B	Z3	Z4	47B	Z3	Z4	47B		
Temperatura do ar (°C)	23,00	22,40	22,80	24,80	24,10	24,80	23,20	23,90	24,30	24,80	25,50	25,60	23,60	25,00	25,50	25,20	24,40	25,10		
Temperatura da água sup. (°C)	22,40	24,30	25,50	23,60	29,30	28,60	22,00	24,00	25,00	24,90	27,30	26,10	24,90	28,40	28,60	25,60	31,10	29,70		
Temperatura da água 5 m (°C)	22,10	21,80	22,50	23,60	25,00	24,40	21,20	21,80	22,80	24,20	25,00	24,50	23,60	23,90	24,10	25,40	26,10	25,70		
Salinidade sup.	35,20	36,50	36,60	36,20	36,80	36,70	36,60	37,00	37,20	36,50	37,00	36,90	35,00	36,00	33,00	31,00	33,90	33,00		
Salinidade 5 m	36,40	36,60	36,60	36,50	36,40	36,50	37,20	37,20	37,10	36,90	36,90	36,90	35,00	37,00	36,00	32,00	33,50	33,00		
Oxigênio Dissolvido sup. (mg.L <sup>-1</sup> )	9,22	10,22	10,22	8,62	9,34	8,94	8,69	8,62	8,84	8,68	8,74	8,53	8,10	8,45	8,54	7,95	8,18	8,07		
Oxigênio Dissolvido 5 m (mg.L <sup>-1</sup> )	9,77	9,38	9,61	8,79	8,30	8,33	7,54	7,85	7,96	8,72	8,58	8,51	7,93	7,96	7,99	7,72	7,12	7,33		
Secchi (m)	11,00	9,00	11,10	9,00	9,00	9,00	8,00	8,50	8,00	9,00	9,50	8,50	9,00	6,00	7,00	8,00	7,00	7,00		
Nitrito (mg.L <sup>-1</sup> )	<0,010	<0,010	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,010	<0,005	<0,005	<0,005		
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	0,04	<0,030	<0,030	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		
Fosfato (mg.L <sup>-1</sup> )	0,10	0,40	0,02	<0,02	0,35	0,03	0,02	0,07	0,01	0,02	0,02	0,07	< 0,02	0,24	0,03	<0,01	< 0,02	< 0,02		
Silicato (mg.L <sup>-1</sup> )	0,23	0,17	0,15	0,52	0,50	0,46	0,38	0,40	0,46	0,50	0,47	0,46	0,45	0,45	0,41	0,50	0,48	0,45		
Clorofila a (mg.m <sup>-3</sup> )	0,18	0,49	0,16	3,67	1,69	1,94	0,92	0,58	0,46	0,19	0,44	0,38	0,19	< 0,03	2,05	0,19	0,29	0,11		
Clorofila b (mg.m <sup>-3</sup> )	0,25	0,64	0,21	1,65	2,66	<0,010	1,51	1,02	0,60	0,90	0,54	0,49	0,46	<0,010	2,71	0,24	0,33	0,15		
Clorofila c (mg.m <sup>-3</sup> )	0,32	0,75	0,24	2,99	3,39	0,51	2,30	1,49	0,73	0,93	0,64	0,63	0,04	< 0,03	3,27	0,39	0,39	0,28		

Sup. = superfície; a unidade das clorofilas a, b e c nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril é µg.L<sup>-1</sup>

## ANEXO 5.1-2

Dados da operação da Unidade 1 nos dias de coleta do  
monitoramento realizado em 2015.

Campanhas	Verão			Outono			Inverno			Primavera		
Parâmetros/Dias de coleta	26/01/2015	09/02/15	09/03/2015	13/04/2015	11/05/15	29/06/2015	13/07/2015	11/08/15	10/09/2015	13/10/2015	03/11/15	03/12/15
UNA1												
Situação do Reator - Potência Térmica (%)	100	100	0	100	0	0	75	100	100	100	100	100
Bombas de Água de Circulação	CW1A	CW1A	CW1A	CW1A	CW1A	CW1A	CW1A	CW1A	CW1A	CW1A	CW1A	CW1A
	CW1B	CW1B	CW1B	CW1B	CW1B	CW1B	CW1B	CW1B	CW1B	CW1B	CW1B	CW1B
	SW1A	SW1A	SW1A	SW1A	SW1A	SW1A	SW1A	SW 1A	SW1A	SW1A	SW 1A	SW1A
	SW2B	SW2B	SW2B	SW2B	SW2B	SW2B	SW2B	SW2B	SW2B	SW2B	SW2B	SW2B
Cloração na Água de Circulação	Operando	Operando	Operando	Operando	Fora de serviço	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Fora de serviço	Operando
Temperatura na entrada do condensador (°C)	29,70	29,30	28,00	26,00	-	23,00	22,00	23,00	22,00	24,30	24,00	25,00
Temperatura na saída do condensador (°C)	40,70	40,00	28,00	35,00	-	23,00	32,00	34,00	33,00	35,40	35,00	35,00

\* Os campos marcados são referentes ao não funcionamento das Bombas de Água de Circulação.

## ANEXO 5.1-3

Dados da operação da Unidade 2 nos dias de coleta do  
monitoramento realizado em 2015.

Campanhas	Verão			Outono			Inverno			Primavera			
	26/01/2015	09/02/15	09/03/2015	13/04/2015	11/05/15	29/06/2015	13/07/2015	11/08/15	10/09/2015	13/10/2015	03/11/15	03/12/15	
Parâmetros/Dias de coleta	<b>UNA2</b>												
Situação do Reator - Potência Térmica (%)	100	100	100	100	100	100	100	92	91	0	100	100	
Bombas de Água de Circulação	PAC10	PAC10	PAC10	PAC10	PAC10	PAC10	PAC10	PAC10	PAC10	PAC10	PAC10	PAC10	
	PAC20	PAC20	PAC20	PAC20	PAC20	PAC20	PAC20	PAC20	PAC20	PAC20	PAC20	PAC20	
	PAC30	PAC30	PAC30	PAC30	PAC30	PAC30	PAC30	PAC30	PAC30	PAC30	PAC30	PAC30	
	PAC40	PAC40	PAC40	PAC40	PAC40	PAC40	PAC40	PAC40	PAC40	PAC40	PAC40	PAC40	
	PAC50	PAC50	PAC50	PAC50	PAC50	PAC50	PAC50	PAC50	PAC50	PAC50	PAC50	PAC50	
	PAC60	PAC60	PAC60	PAC60	PAC60	PAC60	PAC60	PAC60	PAC60	PAC60	PAC60	PAC60	
	PEC10	PEC10	PEC10	PEC10	PEC10	PEC10	PEC10	PEC10	PEC10	PEC10	PEC10	PEC10	PEC10
	PEC20	PEC20	PEC20	PEC20	PEC20	PEC20	PEC20	PEC20	PEC20	PEC20	PEC20	PEC20	PEC20
	PEC30	PEC30	PEC30	PEC30	PEC30	PEC30	PEC30	PEC30	PEC30	PEC30	PEC30	PEC30	PEC30
	PEC40	PEC40	PEC40	PEC40	PEC40	PEC40	PEC40	PEC40	PEC40	PEC40	PEC40	PEC40	PEC40
Cloração na Água de Circulação	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Fora de serviço	Operando	Operando	
Temperatura na entrada do condensador (°C)	30,40	30,00	29,10	27,10	24,50	23,00	23,10	24,30	22,80	-	25,50	25,00	
Temperatura na saída do condensador (°C)	39,20	39,50	38,50	35,80	33,50	32,00	32,00	32,80	31,00	-	34,20	34,00	

\* Os campos marcados são referentes ao não funcionamento das Bombas de Água de Circulação.

## **ANEXO 5.2-1**

Densidade celular ( $\text{cel.L}^{-1}$ ) do nanoplâncton e do microfitoplâncton coletados em cada estação e em cada mês do monitoramento realizado em 2015.

Classe Taxonômica/Estação Nanoplâncton (<20 µm)	Verão								
	Z3 Jan	Z4 Jan	47B Jan	Z3 Fev	Z4 Fev	47B Fev	Z3 Mar	Z4 Mar	47B Mar
Cianobactérias				492956	44814				
Dinoflagelados					22407				
Nanoplâncton não identificado	4230460	4248386	8320503	11808542	12099834	6707192	5713811	14900722	12032613
<b>TOTAL</b>	4230460	4248386	8320503	12301498	12167055	6707192	5713811	14900722	12032613
<b>Microfitoplâncton (&gt;20 µm)</b>									
<b>Cianobactérias</b>									
<i>Johannesbaptistia pellucida</i> (Dickie) W.R.Taylor & Drouet	80								
Oscillatoriales	440		40		1876	1705	3030	188	188
<i>Trichodesmium thiebautii</i> Gomont ex Gomont					375				188
Nostocales	3000	640	3280	166964	38646	13258	15341	52153	50652
<b>TOTAL</b>	3520	640	3320	166964	40897	14963	18372	52340	51027
<b>Diatomáceas</b>									
Coscinodiscophyceae (20-50 µm)	480	80	200	375	375	947		2064	188
<i>Thalassiosira</i> spp.	600				750				1876
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve		400	1400	61908	49151	30304	6061		
<i>Climacodium frauenfeldianum</i> Grunow			120						
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve									375
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hende				375	750	2273	379		
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck	280	680	680				3030	1501	1313
<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve									1313
<i>Hemiaulus sinensis</i> Greville			80						
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle	383803	302390	310461	750	375				188
<i>Dactyliosolen phuketensis</i> (B.G.Sundström) G.R.Hasle	80	120	120						
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle	240	320	80						
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström	112882	68563	28515		375				
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell		40	120	375	375				
<i>Bacteriastrum delicatulum</i> Cleve							189		
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder								375	
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve					5628			1876	
<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve				375		758			

continua

continuação

Classe Taxonômica/Estação Microfitoplâncton (>20 µm)	Verão								
	Z3 Jan	Z4 Jan	47B Jan	Z3 Fev	Z4 Fev	47B Fev	Z3 Mar	Z4 Mar	47B Mar
<b>Diatomáceas</b>									
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve						2652	10417		
<i>Chaetoceros dydimus</i> Ehrenberg				750	4502	2652		3752	
<i>Chaetoceros pendulus</i> Karsten					750	189	758	375	188
<i>Chaetoceros subtilis</i> Cleve				1126					
<i>Chaetoceros</i> sp. 1				215365	52153	24811	568		
<i>Chaetoceros</i> spp.			80	10506	14258				1876
<i>Corethron criophilum</i> Castracane		40							
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	3040	960	1560	16509	7504	29925			
<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran	1840	1040	400	8630	1126	21402	4546	1313	
<i>Licmophora</i> spp.	240	40	80						
<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Tempère & Peragallo			40						
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky									1126
Thalassionemataceae (20-50 µm)						189	568		
Thalassionemataceae (100-150 µm)									188
Thalassionemataceae (>150 µm)			40		375				
<i>Haslea wawriakae</i> (Hustedt) Simonsen			200						188
Naviculaceae 1 (20-50 µm)			40				568		
Complexo Tropiconeis						379	379		
Complexo <i>Pleurosigma</i> / <i>Gyrosigma</i>								375	
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin	400	1240	960	13882	19135	20266			
<i>Ceratoneis closterium</i> Ehrenberg							62881	135822	144452
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs	880	240	320	7129	7879	15531	7765	188	4878
<i>Pseudo-nitzschia</i> complexo " <i>delicatissima</i> "		720	5960	106932	101679	103981		750	2064
<i>Pseudo-nitzschia</i> complexo " <i>seriata</i> "	267433	231447	92487	136198	273896	207772			3752
Diatomacea penata 1 (20-50 µm)	320	1040	320	1501	1501		3220	750	1688
Diatomacea penata 1 (50-100 µm)			40					188	
Diatomacea penata 5 (20-50 µm)								563	563
Diatomacea penata 5 (50-100 µm)									

continua

continuação

Classe Taxonômica/Estação Microfitoplâncton (>20 µm)	Verão								
	Z3 Jan	Z4 Jan	47B Jan	Z3 Fev	Z4 Fev	47B Fev	Z3 Mar	Z4 Mar	47B Mar
<b>Diatomáceas</b>									
Diatomacea penata 6 (20-50 µm)				375					
Diatomacea penata 7 (20-50 µm)	320		160	750				750	375
<b>TOTAL</b>	<b>772838</b>	<b>609360</b>	<b>444463</b>	<b>583811</b>	<b>542539</b>	<b>464030</b>	<b>101329</b>	<b>150643</b>	<b>166589</b>
<b>Dinoflagelados</b>									
Gymnodiniales 1 (20-50 µm)	240		280	3377	1126			2251	750
Gymnodiniales 2 (20-50 µm)		360	280	1126	750		1894	1501	1688
Gymnodiniales 2 (50-100 µm)			40					563	563
Gymnodiniales 2 (100-150 µm)			40						
Gymnodiniales 3 (20-50 µm)	440		480	2626	6003	3030	4167	1313	563
Gymnodiniales 3 (50-100 µm)								375	188
Gymnodiniales 4 (20-50 µm)	1080	1120	2400	16884	12382	5303	5303	21574	14633
Gymnodiniales 4 (50-100 µm)			40		750		3409	17634	26452
Gymnodiniales 4 (100-150 µm)									188
<i>Gyrodinium</i> spp.			40						
<i>Pyrophacus steinii</i> (Schiller) Wall & Dale						2841			
<i>Torodinium teredo</i> (Pouchet) Kofoid & Swezy							568		
<i>Heterocapsa</i> spp.	480	240	440	2626	3002				375
<i>Tripos hircus</i> (Schröder) F.Gómez									188
<i>Tripos fusus</i> (Ehrenberg) F.Gómez		40	40					563	
<i>Tripos lineatus</i> (Ehrenberg) F.Gómez								188	
<i>Tripos macroceros</i> (Ehrenberg) F.Gómez							568		
<i>Tripos trichoceros</i> (Ehrenberg) Gómez		80							
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich III				1876	750		568		
<i>Scrippsiella</i> spp.		120	240						750
<i>Oxytoxum crassum</i> Schiller					375	189	189		
<i>Oxytoxum gracile</i> Schiller				375	375			375	
<i>Oxytoxum laticeps</i> Schiller		40	40						
<i>Oxytoxum sceptrum</i> (F.Stein) Schröder								188	188
<i>Oxytoxum scolopax</i> Stein							1136	568	375

continua

continuação

Classe Taxonômica/Estação Microfitoplâncton (>20 µm)	Verão								
	Z3 Jan	Z4 Jan	47B Jan	Z3 Fev	Z4 Fev	47B Fev	Z3 Mar	Z4 Mar	47B Mar
<b>Dinoflagelados</b>									
<i>Prorocentrum</i> spp.	840	120	80				2083	1126	938
<i>Podolampas bipes</i> Stein								188	
<i>Phalacroma</i> sp.								188	
<i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich	120						1326		375
<i>Prorocentrum gracile</i> Schütt			40	750			5493	1313	750
<i>Prorocentrum mexicanum</i> Osorio-Tafall							189		
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	40		40		375	189	9659	2251	2814
<i>Prorocentrum minimum</i> (Pavillard) J.Schiller					375				
<i>Prorocentrum rotundatum</i> Schiller						758			
<i>Prorocentrum triestinum</i> J.Schiller	80	240					3409	563	
<i>Prorocentrum</i> spp.			120						
<i>Tryblionella compressa</i> (J.W.Bailey) M.Poulin	680	200	160	750		189	1136	750	375
Dinoflagelado tecido não identificado 1 (20-50 µm)						3409	5493		
Dinoflagelado tecido não identificado 3 (20-50 µm)								750	
Dinoflagelado tecido não identificado 3 (50-100 µm)		40	40						
Dinoflagelado tecido não identificado 4 (20-50 µm)	1400	640						1313	1313
Dinoflagelado tecido não identificado 4 (50-100 µm)		40	280						188
<b>TOTAL</b>	<b>5400</b>	<b>3280</b>	<b>5120</b>	<b>30391</b>	<b>26264</b>	<b>17425</b>	<b>46024</b>	<b>55342</b>	<b>53278</b>
<b>Euglenofíceas</b>									
Euglenophyceae	240	80	80		375			3377	375
<b>Silicoflagelados</b>									
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	160		40					1501	188
<b>TOTAL</b>	<b>160</b>		<b>40</b>					<b>1501</b>	<b>188</b>
<b>Ebriideos</b>									
<i>Ebria tripartita</i> (J.Schumann) Lemmermann	80								188
<i>Hermesinum adriaticum</i> O.Zacharias	160	160	40			379	1705		750
<b>TOTAL</b>	<b>240</b>	<b>160</b>	<b>40</b>			<b>379</b>	<b>1705</b>		<b>938</b>
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>782398</b>	<b>613520</b>	<b>453063</b>	<b>781166</b>	<b>610075</b>	<b>496796</b>	<b>167430</b>	<b>263203</b>	<b>272395</b>

Classe Taxonômica/Estação Nanoplâncton (<20 µm)	Outono								
	Z3 Abr	Z4 Abr	47B Abr	Z3 Mai	Z4 Mai	47B Mai	Z3 Jun	Z4 Jun	47B Jun
Diatomáceas			44814						
Dinoflagelados			67221						
Nanoplâncton não identificado	4750305	18015308	18060123	4828730	20524904	15348864	4817527	16200333	19090849
<b>TOTAL</b>	4750305	18015308	18172158	4828730	20524904	15348864	4817527	16200333	19090849
<b>Microfitoplâncton (&gt;20 µm)</b>									
<b>Cianobactérias</b>									
<i>Johannesbaptistia pellucida</i> (Dickie) W.R.Taylor & Drouet						188			
Oscillatoriales	3220	188	1313	3220	563	1126		938	
Nostocales	45456	6191	62283	48865	3564	17822	12122	5440	38646
<b>TOTAL</b>	48676	6378	63596	52085	4127	19135	12122	6378	38646
<b>Diatomáceas</b>									
Coscinodiscophyceae (20-50 µm)	1894	1688	563		4690		1136	5065	
Coscinodiscophyceae (50-100 µm)						188	568		
<i>Thalassiosira</i> spp.	3030			1136		188	4167		375
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	2652		563	3409		938			1876
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey		375		1136	375	188			
<i>Coscinodiscus</i> spp.								375	
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck			750						
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle				5303	375	750			
<i>Neocalyptrella robusta</i> (G.Norman ex Ralfs) Hernández-Becerril & Meave del Castillo		188				188			
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström	1136								
<i>Rhizosolenia hebetata</i> Bailey	2462								
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	5871								
<i>Bacteriastrum delicatulum</i> Cleve	568								
<i>Detonula pumila</i> (Castracane) Gran							1326		
<i>Eucampia cornuta</i> (Cleve) Grunow								375	
<i>Chaetoceros dadayi</i> Pavillard									375
<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve	758			758			1136		
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve	2652	375					2652		

continua

continuação

Classe Taxonômica/Estação Microfitoplâncton (>20 µm)	Outono								
	Z3 Abr	Z4 Abr	47B Abr	Z3 Mai	Z4 Mai	47B Mai	Z3 Jun	Z4 Jun	47B Jun
<b>Diatomáceas</b>									
<i>Chaetoceros socialis</i> Lauder	2841			3977	375				
<i>Chaetoceros</i> sp. 1	13637				1688				
<i>Chaetoceros</i> spp.			1313		6191	13695	4546	375	1501
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve			375	7576	1313	563	8144		
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (H.Peragallo) Hasle							1136	375	
<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran				7576		1688	18372		3002
<i>Licmophora</i> spp.			188				758		
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	1515			3030	375	375	568	1126	2626
Thalassionemataceae (20-50 µm)	2083						1136		
Thalassionemataceae (50-100 µm)									375
Thalassionemataceae (>150 µm)			188	568	375		568	375	
<i>Grammatophora</i> spp.								188	
<i>Diploneis</i> spp.								188	
<i>Haslea wawrikan</i> (Hustedt) Simonsen			188						375
Naviculaceae 1 (20-50 µm)	568	188	188	189	1876	938		188	1126
Naviculaceae 1 (100-150 µm)			188						
Complexo Tropiconeis	2083			568	188	188	2083		
Complexo <i>Pleurosigma</i> / <i>Gyrosigma</i>	189	188			375			188	
Fragilariaceae					2064				2251
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round				758			3220		
<i>Ceratoneis closterium</i> Ehrenberg	72351	52528	119314	15531	38833	38458	148490	48213	81043
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs	1515		8254	2273	375	2064	4356	563	9005
<i>Pseudo-nitzschia</i> complexo " <i>delicatissima</i> "	1894	375		758	750	375	6061	2814	6003
<i>Pseudo-nitzschia</i> complexo " <i>seriata</i> "	1326					1313	13258	375	1876
Diatomacea penata 1 (20-50 µm)	13447	375	9568	6250	8442	5816	5493	3940	2251
Diatomacea penata 1 (50-100 µm)			375		188	188		375	375
Diatomacea penata 1 (100-150 µm)			188						375

continua

continuação

Classe Taxonômica/Estação Microfitoplâncton (>20 µm)	Outono								
	Z3 Abr	Z4 Abr	47B Abr	Z3 Mai	Z4 Mai	47B Mai	Z3 Jun	Z4 Jun	47B Jun
<b>Diatomáceas</b>									
Diatomacea penata 4 (20-50 µm)								188	
Diatomacea penata 4 (50-100 µm)								188	
Diatomacea penata 4 (> 150 µm)					188			188	
Diatomacea penata 5 (20-50 µm)		1688	750	568	2814	1501		3752	3002
Diatomacea penata 6 (20-50 µm)		188			563	375			
Diatomacea penata 7 (20-50 µm)		2626	188		5065	2814		3940	1876
Diatomacea penata 8 (20-50 µm)					375				
<b>TOTAL</b>	134474	60782	143139	61366	77854	72789	229174	73352	119689
<b>Dinoflagelados</b>									
Gymnodiniales 1 (20-50 µm)		3189	2251	379	3564	938	189	3752	1501
Gymnodiniales 2 (20-50 µm)	2083	1501	750		375	563		1876	750
Gymnodiniales 2 (50-100 µm)			375						
Gymnodiniales 3 (20-50 µm)	758	4127	3752	2083	3564	2251		3564	1126
Gymnodiniales 3 (50-100 µm)								188	
Gymnodiniales 4 (20-50 µm)	2652	20636	7129	3599	16321	4502	4546	14445	9005
Gymnodiniales 4 (50-100 µm)	1515	750	188						
<i>Gyrodinium</i> spp.								188	
<i>Heterocapsa</i> spp.			4502			1313			375
<i>Cochlodinium</i> spp.	568								
<i>Tripos hircus</i> (Schröder) F.Gómez			188		563	563			750
<i>Tripos fusus</i> (Ehrenberg) F.Gómez	379	188			3377	1126		563	
<i>Tripos furca</i> (Ehrenberg) F.Gómez								375	
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich III				2083			379		375
<i>Scrippsiella</i> spp.	4546	188	1126			188			
<i>Oxytoxum crassum</i> Schiller	189			189		188			
<i>Oxytoxum gracile</i> Schiller		188			188				
<i>Oxytoxum longiceps</i> Schiller								188	
<i>Oxytoxum scolopax</i> Stein	1136			568					

continua

continuação

Classe Taxonômica/Estação Microfitoplâncton (>20 µm)	Outono								
	Z3 Abr	Z4 Abr	47B Abr	Z3 Mai	Z4 Mai	47B Mai	Z3 Jun	Z4 Jun	47B Jun
<b>Dinoflagelados</b>									
<i>Protoperdinium</i> spp.	2462	750	188	1515	188		4167	375	750
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent							947	188	375
<i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich			188			188	568		
<i>Prorocentrum gracile</i> Schütt		375		189	375	188	3220	750	1126
<i>Prorocentrum mexicanum</i> Osorio-Tafall	189								375
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	1515	563	750	1705	188		1136	1688	750
<i>Prorocentrum minimum</i> (Pavillard) J.Schiller			188	189		188			
<i>Prorocentrum rostratum</i> Stein									375
<i>Prorocentrum rotundatum</i> Schiller	568								
<i>Prorocentrum</i> spp.			563			188			
<i>Tryblionella compressa</i> (J.W.Bailey) M.Poulin	379	2439	1126	379	750	188	947	1313	750
<i>Pronoctiluca pelagica</i> Fabre-Domergue						188			375
Dinoflagelado tecido não identificado 1 (20-50 µm)	7576		375	4167			2652		
Dinoflagelado tecido não identificado 3 (20-50 µm)		1126	188		375	188		188	
Dinoflagelado tecido não identificado 4 (20-50 µm)	189	3002	563		1126	375		1126	750
<b>TOTAL</b>	<b>26705</b>	<b>39021</b>	<b>24388</b>	<b>17046</b>	<b>30954</b>	<b>13320</b>	<b>18751</b>	<b>30766</b>	<b>19510</b>
<b>Euglenofíceas</b>									
Euglenophyceae	379	375	188	947			2652		
<b>Silicoflagelados</b>									
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	1136	2064	188	568	1688	188	1705	1688	375
<b>TOTAL</b>	<b>1136</b>	<b>2064</b>	<b>188</b>	<b>568</b>	<b>1688</b>	<b>188</b>	<b>1705</b>	<b>1688</b>	<b>375</b>
<b>Ebriideos</b>									
<i>Ebria tripartita</i> (J.Schumann) Lemmermann								188	750
<i>Hermesinum adriaticum</i> O.Zacharias	1515		188	1515		938	6818	1501	2251
<b>TOTAL</b>	<b>1515</b>		<b>188</b>	<b>1515</b>		<b>938</b>	<b>6818</b>	<b>1688</b>	<b>3002</b>

continua

continuação

Classe Taxonômica/Estação Microfitoplâncton (>20 µm)	Outono								
	Z3 Abr	Z4 Abr	47B Abr	Z3 Mai	Z4 Mai	47B Mai	Z3 Jun	Z4 Jun	47B Jun
<b>Cocolitoforídeos</b>									
<i>Calciosolenia brasiliensis</i> (Lohmann) J.R.Young		375							375
<i>Calciosolenia murrayi</i> Gran						938	379		
<i>Coccolithus</i> spp.			188						
<i>Halopappus adriaticus</i> Schiller	379	188	750			188			750
<i>Michaelsarsia elegans</i> Gran			188			188			750
<i>Calyptrosphaera</i> spp.					188				
<i>Daktylethra pirus</i> (Kamptner) R.E.Norris					188				
<i>Ophiaster hydroideus</i> (Lohmann) Lohmann							379		
<i>Syracosphaera</i> spp.		938	563				189		375
Cocolitoforídeo não identificado		375	188		188		379	375	
<b>TOTAL</b>	<b>379</b>	<b>1876</b>	<b>1876</b>		<b>563</b>	<b>1313</b>	<b>1326</b>	<b>375</b>	<b>2251</b>
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>213264</b>	<b>110496</b>	<b>233562</b>	<b>133527</b>	<b>115186</b>	<b>107682</b>	<b>272547</b>	<b>114248</b>	<b>183473</b>

Classe Taxonômica/Estação Nanoplâncton (<20 µm)	Inverno								
	Z3 Jul	Z4 Jul	47B Jul	Z3 Ago	Z4 Ago	47B Ago	Z3 Set	Z4 Set	47B Set
Nanoplâncton não identificado	7110520	21107488	9560363	6079793	23572269	14699058	6647440	7304715	9425920
<b>TOTAL</b>	7110520	21107488	9560363	6079793	23572269	14699058	6647440	7304715	9425920
<b>Microfitoplâncton (&gt;20 µm)</b>									
<b>Cianobactérias</b>									
<i>Johannesbaptistia pellucida</i> (Dickie) W.R.Taylor & Drouet								469	1126
Oscillatoriales	2462	281	844		1126	1126	3220		188
Nostocales	5777	1501	19979	29168	6629	65285	8712	5440	54216
<b>TOTAL</b>	8239	1782	20824	29168	7754	66410	11932	5909	55530
<b>Diatomáceas</b>									
Coscinodiscophyceae (20-50 µm)		2533	94	1515	1251	1126		1032	1876
Coscinodiscophyceae (50-100 µm)				379					
<i>Thalassiosira</i> spp.			375	1515	125			188	188
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	1136	188	1126		1126				
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve							1515		
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey				1136					
<i>Coscinodiscus</i> spp.		750			250	375		188	563
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck		94							
<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve						375			
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle				4546		750			
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle	379								
<i>Rhizosolenia castracanei</i> Cleve		94							
<i>Rhizosolenia hebetata</i> Bailey							379		
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell							2841		
<i>Bacteriastrum delicatulum</i> Cleve		94		379	750				
<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Lauder					125		1136		
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder				3788					
<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve	663	94		379	250				
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve				2273					
<i>Chaetoceros gracilis</i> Apstein						750			

continua

continuação

Classe Taxonômica/Estação Microfitoplâncton (>20 µm)	Inverno								
	Z3 Jul	Z4 Jul	47B Jul	Z3 Ago	Z4 Ago	47B Ago	Z3 Set	Z4 Set	47B Set
<b>Diatomáceas</b>									
<i>Chaetoceros socialis</i> Lauder	2083								
<i>Chaetoceros subtilis</i> Cleve									750
<i>Chaetoceros tenuissimus</i> Meunier					250				
<i>Chaetoceros</i> spp.		750	5159	6818	3002				
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	2273	188	281	2273			7197		
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i> (H.Peragallo) Hasle	1894			1136					
<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran	2462		469	31819		3377	7955		750
<i>Asterionella notata</i> Grunow ex Van Heurck						375			
<i>Licmophora</i> spp.					375				
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky				2652		1126			188
Thalassionemataceae (20-50 µm)	568			1136					
Thalassionemataceae (50-100 µm)	95	188		1515		375			
Thalassionemataceae (100-150 µm)						750			
Thalassionemataceae (>150 µm)		188			125	1501			
<i>Diploneis</i> spp.		281							
<i>Haslea wawrikan</i> (Hustedt) Simonsen								94	
Naviculaceae 1 (20-50 µm)	189	657	94	758	375		758		188
Naviculaceae 1 (50-100 µm)		188							
Naviculaceae 1 (> 150 µm)		188			125				
Complexo Tropiconeis		375	94		1001			375	188
<i>Meuniera membranacea</i> (Cleve) P.C.Silva					625				
Complexo <i>Pleurosigma</i> / <i>Gyrosigma</i>		1876		2273	125	375		469	188
Fragilariaceae		844							
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round						375			
<i>Ceratoneis closterium</i> Ehrenberg	3409	4971	8723	33713	54154	73539	7955	12194	13882
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs	1042	94	188	6818	625	2251	4167	94	188
<i>Nitzschia</i> spp.								281	

continua

continuação

Classe Taxonômica/Estação Microfitoplâncton (>20 µm)	Inverno								
	Z3 Jul	Z4 Jul	47B Jul	Z3 Ago	Z4 Ago	47B Ago	Z3 Set	Z4 Set	47B Set
<b>Diatomáceas</b>									
<i>Pseudo-nitzschia</i> complexo " <i>delicatissima</i> "	3315	188	2533	47729	6629	10506		657	750
<i>Pseudo-nitzschia</i> complexo " <i>seriata</i> "	4072		469	17425	750	1876	2273		
Diatomacea penata 1 (20-50 µm)	2462	3189	1970	10606	2376	7879	4546	938	9005
Diatomacea penata 1 (50-100 µm)									188
Diatomacea penata 1 (> 150 µm)		188							
Diatomacea penata 4 (20-50 µm)		750			4753			94	
Diatomacea penata 4 (50-100 µm)									188
Diatomacea penata 4 (> 150 µm)					125				
Diatomacea penata 5 (20-50 µm)		844		1515	3002	1126	3977	375	188
Diatomacea penata 6 (20-50 µm)								281	188
Diatomacea penata 7 (20-50 µm)		2720	94		3502	2626		657	375
Diatomacea penata 7 (50-100 µm)					250				
Diatomacea penata 7 (> 150 µm)					125				
Diatomacea penata 8 (20-50 µm)		94	94						
<b>TOTAL</b>	<b>26043</b>	<b>22606</b>	<b>21762</b>	<b>184097</b>	<b>86171</b>	<b>111434</b>	<b>44698</b>	<b>17916</b>	<b>29828</b>
<b>Dinoflagelados</b>									
Gymnodiniales 1 (20-50 µm)		1595			3877	2626		2157	1313
Gymnodiniales 2 (20-50 µm)		657	94	1515		750	4924	188	2439
Gymnodiniales 2 (50-100 µm)	189	94		4924			3030		
Gymnodiniales 3 (20-50 µm)	379	750	657	1515	875	4127	1326	844	3002
Gymnodiniales 4 (20-50 µm)	1231	5065	563	4924	9630	2251	7008	7785	6003
Gymnodiniales 4 (50-100 µm)	379	375			125		2652	94	
<i>Pyrocystis obtusa</i> Pavillard		94							
<i>Heterocapsa</i> spp.							1136		2064
<i>Karenia</i> cf. <i>brevis</i> (C.C.Davis) Gert Hansen & Ø.Moestrup								188	
<i>Tripos hircus</i> (Schröder) F.Gómez	189								
<i>Tripos fusus</i> (Ehrenberg) F.Gómez	284				125				
<i>Tripos furca</i> (Ehrenberg) F.Gómez	95				125		189		

continua

continuação

Classe Taxonômica/Estação Microfitoplâncton (>20 µm)	Inverno								
	Z3 Jul	Z4 Jul	47B Jul	Z3 Ago	Z4 Ago	47B Ago	Z3 Set	Z4 Set	47B Set
<b>Dinoflagelados</b>									
<i>Tripos teres</i> (Kofoid) F.Gómez							758		
<i>Oxytoxum crassum</i> Schiller			94						
<i>Protoperdinium</i> spp.	284		94	4546	500		3409	281	188
<i>Podolampas elegans</i> Schütt	568								
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent	3504	94		1136	250		1136		188
<i>Dinophysis hastata</i> Stein	284								
<i>Dinophysis</i> spp.							189		
<i>Phalacroma rapa</i> Jorgensen		188							
<i>Phalacroma rotundatum</i> (Claparède & Lachmann) Kofoid & Michener					125				
<i>Phalacroma oxytoxoides</i> (Kofoid) F.Gomez, P.Lopez-Garcia & D.Moreira				758					
<i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich	95			379	125	375	758		188
<i>Prorocentrum gracile</i> Schütt	284	1970			250	1126		563	563
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	1326	375			375	750	2273	188	
<i>Prorocentrum minimum</i> (Pavillard) J.Schiller					125				
<i>Prorocentrum</i> spp.						375			
<i>Tryblionella compressa</i> (J.W.Bailey) M.Poulin	1231	1595		758	875		3409	1782	938
<i>Pronoctiluca pelagica</i> Fabre-Domergue			94						
Dinoflagelado tecido não identificado 1 (20-50 µm)	1326	94		6818	750		2083	375	
Dinoflagelado tecido não identificado 3 (20-50 µm)		94			500			375	
Dinoflagelado tecido não identificado 4 (20-50 µm)	189	1032			1626	1501		1407	375
Dinoflagelado tecido não identificado 4 (50-100 µm)									188
<b>TOTAL</b>	11838	14070	1595	27274	20261	13882	34281	16227	17447
<b>Euglenófitas</b>									
Euglenophyceae	758	94	188	1136	250		1515		
<b>Silicoflagelados</b>									
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	1326	375		1136	2001				
<i>Dictyocha</i> sp.		94							
<b>TOTAL</b>	1326	469		1136	2001				

continua

continuação

Classe Taxonômica/Estação Microfitoplâncton (>20 µm)	Inverno								
	Z3 Jul	Z4 Jul	47B Jul	Z3 Ago	Z4 Ago	47B Ago	Z3 Set	Z4 Set	47B Set
<b>Ebriídeos</b>									
<i>Ebria tripartita</i> (J.Schumann) Lemmermann	568	375			125			375	
<i>Hermesinum adriaticum</i> O.Zacharias	1042	469		4167	125		1515		375
<b>TOTAL</b>	1610	844		4167	250		1515	375	375
<b>Cocolitoforídeos</b>									
<i>Calciosolenia murrayi</i> Gran								94	
<i>Halopappus adriaticus</i> Schiller				1515			568		563
<i>Michaelsarsia elegans</i> Gran			281		125		1326		1313
<i>Ophiaster hydroideus</i> (Lohmann) Lohmann				758	125		568	94	
Cocolitoforídeo não identificado					250			188	188
<b>TOTAL</b>			281	2273	500		2462	375	2064
<b>TOTAL GERAL</b>	49812	39865	44649	249250	117187	192478	96405	40803	105244

Classe Taxonômica/Estação Nanoplâncton (<20 µm)	Primavera								
	Z3 Out	Z4 Out	47B Out	Z3 Nov	Z4 Nov	47B Nov	Z3 Dez	Z4 Dez	47B Dez
Nanoplâncton não identificado	6124607	5344093	14743872	19270106	18015308	15550527	6527935	9321354	15192014
<b>TOTAL</b>	6124607	5344093	14743872	19270106	18015308	15550527	6527935	9321354	15192014
<b>Microfitoplâncton (&gt;20 µm)</b>									
<b>Cianobactérias</b>									
<i>Johannesbaptistia pellucida</i> (Dickie) W.R.Taylor & Drouet			188	188	1126	563			
Oscillatoriales		2778			375			1501	
Nostocales	78033	50633	419849	4127	1501	18197	4356	1126	10130
<b>TOTAL</b>	78033	53411	420036	4315	3002	18760	4356	2626	10130
<b>Diatomáceas</b>									
Coscinodiscophyceae (20-50 µm)	1136	1010	1313	2064	3002	1688	189	3377	1876
Coscinodiscophyceae (50-100 µm)					94				
<i>Thalassiosira</i> spp.		2778	9192			750	1136		
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	3788		3189			750	19319	15008	7879
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve						938			
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey			188				11932	2251	8254
<i>Isthmia</i> spp.				188					
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck		758							
<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve					94				
<i>Corethron pennatum</i> (Grunow) Ostenfeld			188	188		188		375	
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle	2083	1389			94				
<i>Dactyliosolen phuketensis</i> (B.G.Sundström) G.R.Hasle				750	657	2626			
<i>Dactyliosolen</i> spp.							50949	183848	206735
<i>Guinardia delicatula</i> (Cleve) Hasle		758							
<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) H.Peragallo	379			1501	3189	8442	758	3377	5253
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle				4127	3940	9005	3220		7879
<i>Neocalyptrella robusta</i> (G.Norman ex Ralfs) Hernández-Becerril & Meave del Castillo			375						
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	1136	379			94	375	2083	375	3002
<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Lauder					1126				
<i>Eucampia cornuta</i> (Cleve) Grunow			750	188		188	2462	1126	1501

continua

continuação

Classe Taxonômica/Estação Microfitoplâncton (>20 µm)	Primavera								
	Z3 Out	Z4 Out	47B Out	Z3 Nov	Z4 Nov	47B Nov	Z3 Dez	Z4 Dez	47B Dez
<b>Diatomáceas</b>									
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder								1126	
<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder								8630	1126
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve			2064						
<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve	189						2462		750
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve	1326					1126			
<i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell									750
<i>Chaetoceros socialis</i> Lauder		1136	375	1126				4502	
<i>Chaetoceros subtilis</i> Cleve								13882	
<i>Chaetoceros</i> spp.	3788	6061	26264	1313	188	1126	30304	5253	14258
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve		5051	2439				2251	31440	10881
<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran	12690	6061					3752	42994	110309
<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Tempère & Peragallo			1263						
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	2273	505	1876	750	563		1136		
Thalassionemataceae (20-50 µm)				188					
Thalassionemataceae (50-100 µm)	947								
Thalassionemataceae (100-150 µm)							189		
Thalassionemataceae (>150 µm)		379	188	375				375	
<i>Diploneis</i> spp.					94				
<i>Haslea wawrikan</i> (Hustedt) Simonsen			188						375
Naviculaceae 1 (20-50 µm)		1010	750	1501	657	375	568	750	
Naviculaceae 1 (100-150 µm)			188				758		
Complexo Tropiconeis	2462			375	281		1515	375	750
<i>Meuniera membranacea</i> (Cleve) P.C.Silva							189		
Complexo <i>Pleurosigma</i> / <i>Gyrosigma</i>		758	188	188	188	188	189		
Fragilariaceae				1126	469	375			
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round	7576	3283							
<i>Amphora</i> spp.						188			

continua

continuação

Classe Taxonômica/Estação Microfitoplâncton (>20 µm)	Primavera								
	Z3 Out	Z4 Out	47B Out	Z3 Nov	Z4 Nov	47B Nov	Z3 Dez	Z4 Dez	47B Dez
<b>Diatomáceas</b>									
<i>Ceratoneis closterium</i> Ehrenberg	9659	5303	23075	18197	7223	8817	12690	13882	21386
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs	8902	7071	938		281	1688	379		1501
<i>Pseudo-nitzschia</i> complexo " <i>delicatissima</i> "	14016	5177	16134	1876	2157	3940	29168	33018	70162
<i>Pseudo-nitzschia</i> complexo " <i>seriata</i> "	4735	7450	7879	750	1313	20073	16667	7504	30016
Diatomacea penata 1 (20-50 µm)	3030	1389	4315	1688	1595	8254	3409	3002	6754
Diatomacea penata 1 (50-100 µm)				2064	1219	2251		5253	1126
Diatomacea penata 1 (> 150 µm)				188					
Diatomacea penata 4 (20-50 µm)			188						
Diatomacea penata 4 (50-100 µm)			188					3377	375
Diatomacea penata 5 (20-50 µm)	758		188	938	469	750	189	375	750
Diatomacea penata 5 (50-100 µm)					94				
Diatomacea penata 6 (20-50 µm)			188			375			
Diatomacea penata 7 (20-50 µm)		505	1126	188	1407	1126	758	1126	750
Diatomacea penata 7 (50-100 µm)					94				
Diatomacea penata 8 (20-50 µm)			375						
<b>TOTAL</b>	<b>80874</b>	<b>59472</b>	<b>104306</b>	<b>41835</b>	<b>30579</b>	<b>81606</b>	<b>267054</b>	<b>433356</b>	<b>536911</b>
<b>Dinoflagelados</b>									
Gymnodiniales 1 (20-50 µm)	1136	1389	1688	4502	2064	375	189	375	375
Gymnodiniales 2 (20-50 µm)	2841	1894	3377	563		1501	379		750
Gymnodiniales 3 (20-50 µm)	3220	2778	1876	4315	1032	3002	189	750	750
Gymnodiniales 4 (20-50 µm)	3220	3030	6941	17072	3471	4502	1136	4878	3002
Gymnodiniales 4 (50-100 µm)				188	281		189		
<i>Heterocapsa</i> spp.			750			750			375
<i>Karenia</i> cf. <i>brevis</i> (C.C.Davis) Gert Hansen & Ø.Moestrup								1501	
<i>Tripos hircus</i> (Schröder) F.Gómez					281			375	
<i>Tripos fusus</i> (Ehrenberg) F.Gómez							189		
<i>Tripos muelleri</i> Bory				188					
<i>Dissodinium</i> spp.									375

continua

continuação

Classe Taxonômica/Estação Microfitoplâncton (>20 µm)	Primavera								
	Z3 Out	Z4 Out	47B Out	Z3 Nov	Z4 Nov	47B Nov	Z3 Dez	Z4 Dez	47B Dez
<b>Dinoflagelados</b>									
<i>Scrippsiella trochoidea</i> (Stein) Loeblich III	3977		188				568		
<i>Scrippsiella</i> spp.				563	94				
<i>Protoperdinium</i> spp.	2462	505			94	375	189	750	
<i>Dinophysis acuminata</i> Claparède & Lachmann							189		
<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent		631			94	750	568	375	
<i>Phalacroma rotundatum</i> (Claparède & Lachmann) Kofoid & Michener							189		
<i>Prorocentrum balticum</i> (Lohmann) Loeblich	189	379	563		188	188	189		375
<i>Prorocentrum gracile</i> Schütt	189	126		563	1219		2841	2251	2251
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg	1136	884	188	563	1126	375	1136	1876	1126
<i>Prorocentrum minimum</i> (Pavillard) J.Schiller						375			
<i>Tryblionella compressa</i> (J.W.Bailey) M.Poulin	3030	1515	188		563	750	7197	375	750
<i>Pronoctiluca pelagica</i> Fabre-Domergue					94				
Dinoflagelado tecido não identificado 1 (20-50 µm)	6250	2778		750	281		1136	2626	
Dinoflagelado tecido não identificado 3 (20-50 µm)				3752	281				
Dinoflagelado tecido não identificado 4 (20-50 µm)			563	2064	1219		189	375	
Dinoflagelado tecido não identificado 4 (50-100 µm)						375			
<b>TOTAL</b>	<b>27652</b>	<b>15910</b>	<b>16321</b>	<b>35081</b>	<b>12382</b>	<b>13320</b>	<b>16667</b>	<b>16509</b>	<b>10130</b>
<b>Euglenofíceas</b>									
Euglenophyceae	379	884		375				375	
<b>Silicoflagelados</b>									
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg		505	375		1032	1313	2273	3002	3002
<b>TOTAL</b>		505	375		1032	1313	2273	3002	3002
<b>Ebriideos</b>									
<i>Ebria tripartita</i> (J.Schumann) Lemmermann					94				
<i>Hermesinum adriaticum</i> O.Zacharias	1136	758	188	375	375	375	1136	750	1501
<b>TOTAL</b>	1136	758	188	375	469	375	1136	750	1501

continua

continuação

Classe Taxonômica/Estação Microfitoplâncton (>20 µm)	Primavera								
	Z3 Out	Z4 Out	47B Out	Z3 Nov	Z4 Nov	47B Nov	Z3 Dez	Z4 Dez	47B Dez
<b>Cocolitoforídeos</b>									
<i>Halopappus adriaticus</i> Schiller			750					750	
<i>Michaelsarsia elegans</i> Gran	379		563					942	
<i>Ophiaster hydroideus</i> (Lohmann) Lohmann				938		188		1126	
<b>TOTAL</b>	379		1313	938		188		20732	
<b>TOTAL GERAL</b>	188453	130939	542539	82919	47463	115562	291487	456618	561674

## ANEXO 5.3-1

Inventário faunístico das espécies zooplanctônicas identificadas na área de influência das Unidades 1 e 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA no monitoramento realizado em 2015: \* Táxon exclusivo da estação Z3, \*\* Táxon exclusivo da estação Z4.

## REINO CHROMISTA

Subreino Harosa

Infrareino Alveolata

### Filo Ciliophora

Subfilo Intramacronucleata

Classe Oligotrichea

Subclasse Oligotrichia

Ordem Choreotrichida

Subordem Tintinnina \*

## REINO ANIMALIA

### Filo Cnidaria

Classe Hydrozoa \*

### Filo Mollusca

Classe Bivalvia

Classe Gastropoda

Subclasse Heterobranchia

Infraclasse Opisthobranchia

Ordem Thecosomata (Pterópodes) \*

### Filo Annelida

Classe Polychaeta

### Filo Arthropoda

#### Subfilo Crustacea

#### Classe Branchiopoda

Subclasse Phyllopoda

Ordem Diplostraca

Subordem Onychocaudata

Infraordem Cladocera

Parvordem Ctenopoda

Família Sididae

*Penilia avirostris* Dana, 1849

Parvordem Gymnomera

Família Podonidae

*Evadne spinifera* P.E.Müller, 1867

*Pleopis polyphaemoides* (Leuckart, 1859)

*Pseudevadne tergestina* (Claus, 1862)

## **Superclasse Multicrustacea**

### **Subclasse Copepoda**

Ordem Calanoida \*\*

Família Acartiidae

*Acartia (Odontartia) lilljeborgi* Giesbrecht, 1889

*Acartia* sp. (copepoditos)

Família Centropagidae

*Centropages velificatus* (Oliveira, 1947)

*Centropages* sp. (copepoditos)

Família Clausocalanidae

*Clausocalanus furcatus* (Brady, 1883)

Família Eucalanidae

*Subeucalanus pileatus* (Giesbrecht, 1888) \*\*

Família Paracalanidae

*Calocalanus pavoninus* Farran, 1936

*Calocalanus* sp. (copepoditos)

*Mecynocera clausi* Thompson I.C., 1888 \*\*

*Paracalanus parvus* (Claus, 1863) \*

*Paracalanus quasimodo* Bowman, 1971

*Paracalanus* spp. \*\*

*Paracalanus* spp. (copepoditos)

*Parvocalanus crassirostris* (F. Dahl, 1894)

Família Temoridae

*Temora stylifera* Dana, 1849

*Temora turbinata* (Dana, 1849)

*Temora* spp. (copepoditos)

Família Pseudodiaptomidae

*Pseudodiaptomus acutus* (Dahl F., 1894)

*Pseudodiaptomus* sp. (copepoditos)

Ordem Cyclopoida

Família Oithonidae

*Dioithona oculata* (Farran, 1913) \*

*Oithona hebes* Giesbrecht, 1891

*Oithona plumifera* Baird, 1843

*Oithona similis* Claus, 1866 \*

*Oithona* spp. (copepoditos)

Ordem Poecilostomatoida

Família Corycaeidae

*Onychocorycaeus giesbrechti* (Dahl F., 1894)

*Corycaeus speciosus* Dana, 1849

*Corycaeus* sp. \*

*Corycaeus* sp. (copepoditos)

*Farranula gracilis* (Dana, 1849) \*

Família Oncaeidae

*Oncaea curta* Sars G.O., 1916

*Oncaea venusta* Philippi, 1843

*Oncaea* spp. (copepoditos)

Ordem Harpacticoida

Família Euterpinidae

*Euterpina acutifrons* (Dana, 1848) \*\*

Família Miraciidae

*Macrosetella gracilis* (Dana, 1847)

Subclasse Copepoda - Náuplio

Subclasse Copepoda - Danificados

**Classe Malacostraca**

Subclasse Eumalacostraca

Superordem Eucarida

Ordem Decapoda

**Subclasse Thecostraca**

Infraclasse Cirripedia

**Superclasse Oligostraca**

Classe Ostracoda \*\*

## **Filo Chaetognatha**

Classe Sagittoidea

Ordem Aphragmophora

Subordem Ctenodontina

Família Sagittidae

*Parasagitta friderici* (Ritter-Zahony, 1911)

## **Filo Echinodermata**

Classe Asteroidea \*

## **Filo Chordata**

Subfilo Urochordata

### **Classe Appendicularia**

*Oikopleura* spp. danificadas

*Oikopleura* spp.

### **Classe Thaliacea**

Ordem Doliolida

#### **Família Doliolidae**

*Doliolum nationalis* Borgert, 1893

### **Classe Actinopteri (ovos e larvas)**

## ANEXO 5.3-2

Densidade ( $\text{ind.m}^{-3}$ ) dos táxons dos grupos zooplanctônicos coletados na área de influência das Unidades 1 e 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA no monitoramento realizado em 2015 (Z3).

Táxons (ind.m <sup>-3</sup> )	Campanhas de Amostragem				Abundância Relativa		Frequência de ocorrência	
	09/02/15	11/05/15	11/08/15	03/11/15				
Tintinnina	0	0	510	0	0,31	R	25,00	PF
Hydrozoa	245	0	0	0	0,15	R	25,00	PF
Bivalvia	1101	0	1274	0	1,46	R	50,00	F
Gastropoda	4525	0	764	204	3,37	R	75,00	MF
Thecosomata (Pterópodes)	122	459	0	0	0,36	R	50,00	F
Polychaeta	611	0	0	0	0,37	R	25,00	PF
<i>Penilia avirostris</i>	3302	2191	29554	21911	34,92	A	100,00	MF
<i>Evadne spinifera</i>	0	306	2038	0	1,44	R	50,00	F
<i>Pleopis polyphaemoides</i>	0	0	764	0	0,47	R	25,00	PF
<i>Pseudevadne tergestina</i>	2935	102	1019	408	2,74	R	100,00	MF
<i>Acartia (Odontacartia) lilljeborgi</i>	122	0	0	0	0,07	R	25,00	PF
<i>Acartia</i> sp. (copepoditos)	122	0	0	0	0,07	R	25,00	PF
<i>Centropages velificatus</i>	0	0	0	102	0,06	R	25,00	PF
<i>Centropages</i> sp.	0	0	0	+	+	+	25,00	PF
<i>Clausocalanus furcatus</i>	0	1325	0	0	0,81	R	25,00	PF
<i>Calocalanus pavoninus</i>	0	0	764	0	0,47	R	25,00	PF
<i>Calocalanus</i> sp. (copepoditos)	122	51	459	204	0,51	R	100,00	MF
<i>Paracalanus parvus</i>	0	153	841	0	0,61	R	50,00	F
<i>Paracalanus quasimodo</i>	367	1427	3057	204	3,10	R	100,00	MF
<i>Paracalanus</i> spp. (copepoditos)	978	7389	2675	408	7,02	R	100,00	MF
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	0	0	382	102	0,30	R	50,00	F
<i>Temora stylifera</i>	0	0	76	102	0,11	R	50,00	F
<i>Temora turbinata</i>	367	51	153	204	0,47	R	100,00	MF
<i>Temora</i> spp. (copepoditos)	9417	357	4204	1732	9,63	R	100,00	MF
<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	245	0	0	204	0,27	R	50,00	F
<i>Pseudodiaptomus</i> sp. (copepoditos)	734	0	0	0	0,45	R	25,00	PF
<i>Dioithona oculata</i>	122	0	153	0	0,17	R	50,00	F
<i>Oithona hebes</i>	7949	0	459	102	5,22	R	75,00	MF
<i>Oithona plumifera</i>	611	0	382	815	1,11	R	75,00	MF
<i>Oithona similis</i>	122	0	535	0	0,40	R	50,00	F
<i>Oithona</i> spp. (copepoditos)	2201	0	459	102	1,69	R	75,00	MF
<i>Onychocorycaeus giesbrechti</i>	122	51	153	306	0,39	R	100,00	MF
<i>Corycaeus speciosus</i>	122	0	0	0	0,07	R	25,00	PF
<i>Corycaeus</i> sp.	0	51	0	0	0,03	R	25,00	PF
<i>Corycaeus</i> sp. (copepoditos)	367	51	229	204	0,52	R	100,00	MF

continua

continuação

Táxons (ind.m <sup>-3</sup> )	Campanhas de Amostragem				Abundância Relativa		Frequência de ocorrência	
	09/02/15	11/05/15	11/08/15	03/11/15				
<i>Farranula gracilis</i>	0	51	0	0	0,03	R	25,00	PF
<i>Oncaea curta</i>	0	255	76	0	0,20	R	50,00	F
<i>Oncaea venusta</i>	0	204	76	0	0,17	R	50,00	F
<i>Oncaea</i> spp. (copepoditos)	245	51	0	102	0,24	R	75,00	MF
<i>Macrosetella gracilis</i>	0	51	0	0	0,03	R	25,00	PF
Copepoda - Náuplio	2568	51	306	0	1,79	R	75,00	MF
Copepoda - Danificados	0	51	76	0	0,08	R	50,00	F
Decapoda	122	0	0	0	0,07	R	25,00	PF
Cirripedia	1590	0	255	306	1,32	R	75,00	MF
<i>Parasagitta friderici</i>	122	204	255	0	0,36	R	75,00	MF
Asteroidea	0	0	255	0	0,16	R	25,00	PF
<i>Oikopleura</i> spp. danificadas	0	0	2803	0	1,72	R	25,00	PF
<i>Oikopleura</i> spp.	15654	1121	4331	611	13,32	PA	100,00	MF
<i>Doliolum nationalis</i>	2079	0	0	0	1,27	R	25,00	PF
Actinopteri (ovos e larvas)	122	0	0	0	0,07	R	25,00	PF
<b>Total</b>	<b>59434</b>	<b>16000</b>	<b>59338</b>	<b>28331</b>				

R = rara; PA = pouco abundante; PF = pouco frequente; F = frequente; MF = muito frequente

+ = Táxon observado, mas não quantificado.

## ANEXO 5.3-3

Densidade ( $\text{Ind.m}^{-3}$ ) dos táxons dos grupos zooplanctônicos coletados na área de influência das Unidades 1 e 2 da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto – CNAAA no monitoramento realizado em 2015 (Z4).

Táxons (ind.m <sup>-3</sup> )	Campanhas de Amostragem				Abundância Relativa		Frequência de ocorrência	
	09/02/15	11/05/15	11/08/15	03/11/15				
Bivalvia	408	0	12311	68	6,90	R	75,00	MF
Gastropoda	1304	163	1141	0	1,41	R	75,00	MF
Polychaeta	408	163	326	0	0,48	R	75,00	MF
<i>Penilia avirostris</i>	1223	15654	30003	24662	38,58	A	100,00	MF
<i>Evadne spinifera</i>	0	163	82	0	0,13	R	50,00	F
<i>Pleopis polyphaemoides</i>	0	1141	163	68	0,74	R	75,00	MF
<i>Pseudevadne tergestina</i>	1141	1304	489	204	1,69	R	100,00	MF
Calanoida	0	0	0	136	0,07	R	25,00	PF
<i>Acartia (Odontacartia) lilljeborgi</i>	82	1304	0	68	0,78	R	75,00	MF
<i>Acartia</i> sp. (copepoditos)	0	489	0	68	0,30	R	50,00	F
<i>Centropages velificatus</i>	0	0	82	68	0,08	R	50,00	F
<i>Centropages</i> sp. (copepoditos)	0	0	0	+	+	+	25,00	PF
<i>Clausocalanus furcatus</i>	0	163	0	0	0,09	R	25,00	PF
<i>Subeucalanus pileatus</i>	0	0	0	68	0,04	R	25,00	PF
<i>Calocalanus pavoninus</i>	0	326	82	0	0,22	R	50,00	F
<i>Calocalanus</i> sp. (copepoditos)	245	0	326	204	0,42	R	75,00	MF
<i>Mecynocera clausi</i>	0	0	0	68	0,04	R	25,00	PF
<i>Paracalanus quasimodo</i>	82	326	163	204	0,42	R	100,00	MF
<i>Paracalanus</i> spp.	0	0	0	68	0,04	R	25,00	PF
<i>Paracalanus</i> spp. (copepoditos)	489	1141	571	476	1,44	R	100,00	MF
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	0	652	245	340	0,67	R	75,00	MF
<i>Temora stylifera</i>	0	163	0	0	0,09	R	25,00	PF
<i>Temora turbinata</i>	0	0	82	68	0,08	R	50,00	F
<i>Temora</i> spp. (copepoditos)	1386	2120	1957	3737	4,96	R	100,00	MF
<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	82	1794	0	136	1,08	R	75,00	MF
<i>Pseudodiaptomus</i> sp. (copepoditos)	734	163	163	340	0,75	R	100,00	MF
<i>Oithona hebes</i>	5055	8479	815	2106	8,87	R	100,00	MF
<i>Oithona plumifera</i>	163	1794	163	68	1,18	R	100,00	MF
<i>Oithona</i> spp. (copepoditos)	1386	4403	897	544	3,90	R	100,00	MF
<i>Onychocorycaeus giesbrechti</i>	82	489	163	272	0,54	R	100,00	MF
<i>Corycaeus speciosus</i>	0	0	82	68	0,08	R	50,00	F
<i>Corycaeus</i> sp. (copepoditos)	0	163	0	204	0,20	R	50,00	F
<i>Oncaea curta</i>	163	1794	0	0	1,06	R	50,00	F
<i>Oncaea venusta</i>	0	326	0	0	0,18	R	25,00	PF
<i>Oncaea</i> spp. (copepoditos)	0	1631	163	476	1,22	R	75,00	MF

continua

continuação

Táxons (ind.m <sup>-3</sup> )	Campanhas de Amostragem				Abundância Relativa		Frequência de ocorrência	
	09/02/15	11/05/15	11/08/15	03/11/15				
<i>Euterpina acutifrons</i>	0	0	0	68	0,04	R	25,00	PF
<i>Macrosetella gracilis</i>	0	163	0	0	0,09	R	25,00	PF
Copepoda - Náuplio	978	815	163	0	1,06	R	75,00	MF
Copepoda - Danificados	0	27720	82	0	14,99	PA	50,00	F
Decapoda	82	326	0	136	0,29	R	75,00	MF
Cirripedia	0	163	163	68	0,21	R	75,00	MF
Ostracoda	0	163	0	0	0,09	R	25,00	PF
<i>Parasagitta friderici</i>	0	0	0	68	0,04	R	25,00	PF
<i>Oikopleura</i> spp. danificadas	0	1957	0	0	1,06	R	25,00	PF
<i>Oikopleura</i> spp.	3261	0	489	1019	2,57	R	75,00	MF
<i>Doliolum nationalis</i>	1141	163	0	0	0,70	R	50,00	F
Actinopteri (ovos e larvas)	82	163	0	0	0,13	R	50,00	F
<b>Total</b>	<b>19975</b>	<b>77941</b>	<b>51363</b>	<b>36144</b>				

R = rara; PA = pouco abundante; PF = pouco frequente; F = frequente; MF = muito frequente  
+ = Táxon observado, mas não quantificado.