

# DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS NUTRIENTES INORGÂNICOS DISSOLVIDOS E DA BIOMASSA FITOPLANCTÔNICA NO SISTEMA PELÁGICO DA LAGOA DA CONCEIÇÃO, SANTA CATARINA, BRASIL. (SETEMBRO, 2000)

ALESSANDRA FONSECA, ELISABETE S. BRAGA & BEATRIZ B. EICHLER  
 Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo  
 Caixa Postal 66149; São Paulo, SP. Brasil. CEP 05315-970  
 alefonse@usp.br

## RESUMO

A Lagoa da Conceição, 27°34'S e 48°27'W, SC, Brasil, vem sofrendo impacto ao longo das últimas décadas por efluentes domésticos, em função da acelerada expansão demográfica e do precário sistema de tratamento de esgoto. Este ecossistema é suscetível ao processo de eutrofização, pois apresenta baixa troca de água com o mar e alto tempo de residência das massas de água. O presente trabalho analisa a temperatura, a transparência, a salinidade, o pH, o oxigênio dissolvido, os nutrientes inorgânicos dissolvidos e a biomassa fitoplanctônica do sistema pelágico nas três regiões da laguna (Sul, Central e Norte) numa campanha amostral na primavera de 2000. Em cada uma das três regiões foram amostradas três áreas rasas (profundidades < 2m) e três áreas profundas (> de 2 m), num total de 18 estações amostrais. Em cada estação de amostragem foram coletadas amostras de água em dois níveis de profundidade (sub-superfície e fundo) com um coletor do tipo "Van Dorn". Sob condição de estiagem no início da primavera de 2000, a Lagoa da Conceição distinguiu-se em dois subsistemas com condições físico-químicas homogêneas, o sul e o centro-norte. Os dados obtidos foram comparados à dados pretéritos da década de 80 e início de 90, sendo que as principais alterações químicas e biológicas do sistema pelágico foram discutidas em função do aumento demográfico na região. A necessidade de se estudar o sistema bêntico foi ressaltada para se compreender os ciclos biogeoquímicos na Lagoa da Conceição.

**PALAVRAS-CHAVE:** Distribuição espacial, nutrientes inorgânicos, pigmentos, lagoa costeira, eutrofização.

## ABSTRACT

### Spatial distribution of dissolved inorganic nutrients and phytoplanktonic biomass in the pelagic system of the Conceição Lagoon; Santa Catarina, Brazil. (September, 2000).

The "Lagoa da Conceição", 27°34'S e 48°27'W, located in "Santa Catarina" state, southern Brazil, has been suffering impact during the last decade by domestic effluent, as a result of the rapid demographic increment and the precarious sewage system. This ecosystem, due to its narrow ocean channel, is sensitive to the eutrophication process because the water exchanges rate is poor and the residence time is high. In this investigation, which was carried out at the beginning of spring 2000, the temperature, transparency, pH, salinity, percentage of the oxygen saturation, concentration of the dissolved inorganic nutrients and the phytoplankton biomass were measured to characterize the pelagic system of the three lagoon's regions (South, Central and North). From each of these regions, three shallow areas (<2 m depth) and three deeper areas (>2 m depth) were sampled, summing up a total of 18 station areas. The water samples from these stations were taken from the sub surface and the bottom levels with 5 L "Van Dorn" bottles. This was carried out in the dry season, when the physico-chemical water properties of the lagoon were significantly different in two sub-systems, the southern and the central-northern, which, did not show significant differences between shallow and deeper areas. The data of this study was compared with data from 80's and beginning of 90's and, the changes were related with regional demographic increments. We observe that benthic system studies will be needed to understand the biogeochemical cycles in the "Lagoa da Conceição".

**KEY WORDS:** Spatial distribution, inorganic nutrients, pigments, coastal lagoon, eutrophication.

## 1 – INTRODUÇÃO

As lagunas costeiras exercem um importante papel no transporte, na modificação e na acumulação da matéria na interface continente-oceano (Kjerfve 1986, Knoppers 1994, Knoppers & Kjerfve 1999). Em contraste com o oceano aberto, a matéria alóctone introduzida pela atmosfera, rios, água subterrânea, oceano e vegetação marginal, é eficientemente retida e reciclada como consequência do encerramento das lagunas, da minimização de fontes de energia como marés, ondas e correntes, e do acentuado acoplamento entre os compartimentos pelágico e bêntico (Martens 1993, Knoppers & Kjerfve 1999). Os altos níveis de produção primária, frequentemente observados nesses sistemas, são associados diretamente ao grande suprimento de nutrientes inorgânicos dissolvidos, tanto de origem natural quanto antrópica (Boynton *et al.* 1982, Abreu *et al.* 1995, Knoppers & Kjerfve 1999).

O sistema pelágico de ambientes rasos sofre intensa mistura ocasionada pela turbulência decorrente da convecção térmica e, principalmente, da ação dos ventos (Knoppers & Moreira 1988, Jonge & van. Beusekom 1992, Souza & David 1996). Esses processos físicos causam a ressuspensão de microalgas bênticas e transportam nutrientes dissolvidos e material particulado do sedimento para a coluna da água, aumentando o estoque fitoplanctônico e a produção secundária da água adjacente (Simon 1989, MacIntyre & Cullen 1995).

Assumpção *et al.* (1981) foram pioneiros nos estudos físico-químicos da Lagoa da Conceição. As principais consequências da abertura do canal de ligação com o mar adjacente ao sistema pelágico desta laguna foram discutidas em Knoppers *et al.* (1984), Odebrecht & Caruso Jr. (1987) e Souza-Sierra *et al.* (1987). A composição e a variação espacial e temporal do plâncton foram descritas por Odebrecht (1988).

Na década de 90, triplicou o número de habitantes fixos ao redor da Lagoa da Conceição (IBGE 2000), consequentemente, ocorreram alterações no aporte de nutrientes e matéria orgânica para o sistema. Esta laguna foi considerada por Odebrecht & Caruso Jr. (1987) naturalmente em eutrofização, sensível a entrada e impactos de fontes externas. Sendo assim, é de suma importância conhecer a evolução deste sistema costeiro frente às transformações que estão ao seu redor, apontando as principais alterações e criando novas perspectivas para estudos futuros.

O objetivo deste trabalho foi quantificar as variáveis físico-químicas da Lagoa da Conceição em áreas rasas e profundas ao longo dos subsistemas sul, central e norte. Assim como, relacioná-las às condições ambientais prevalentes no início da primavera de 2000 e compará-las a dados pretéritos das décadas de 80 e 90, detectando possível mudança do estado trófico do sistema em função da crescente urbanização ao seu redor.

## 2 – MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 – Área de estudo

A Lagoa da Conceição, 27°34' S e 48°27' W, localiza-se na porção centro-leste da Ilha de Santa Catarina, região sul, Brasil (Fig. 1). As massas de ar predominantes na região são: a Tropical Atlântica e a Polar, que atuam na primavera-verão e no outono-inverno, respectivamente. Os ventos do quadrante norte são os de maior frequência, porém os de maior intensidade, com média de  $6,0 \text{ m.s}^{-1}$ , são os ventos do quadrante sul, que caracterizam a entrada de frentes frias (Cruz 1998). A Lagoa da Conceição está localizada sob a isoterma de 20 °C, apresentando uma amplitude de variação anual da média compensada de 7,9 °C e diária de 4,2 °C. O índice pluviométrico mensal varia em média entre 74 e 172 mm, com maiores precipitações nos períodos de maior temperatura atmosférica. A variação da maré no interior do sistema lagunar é de no máximo 0,25 m. Segundo Odebrecht & Caruso Jr. (1987), o regime de ventos e o ciclo de precipitação/evaporação são os fatores determinantes na circulação e renovação das águas na laguna.

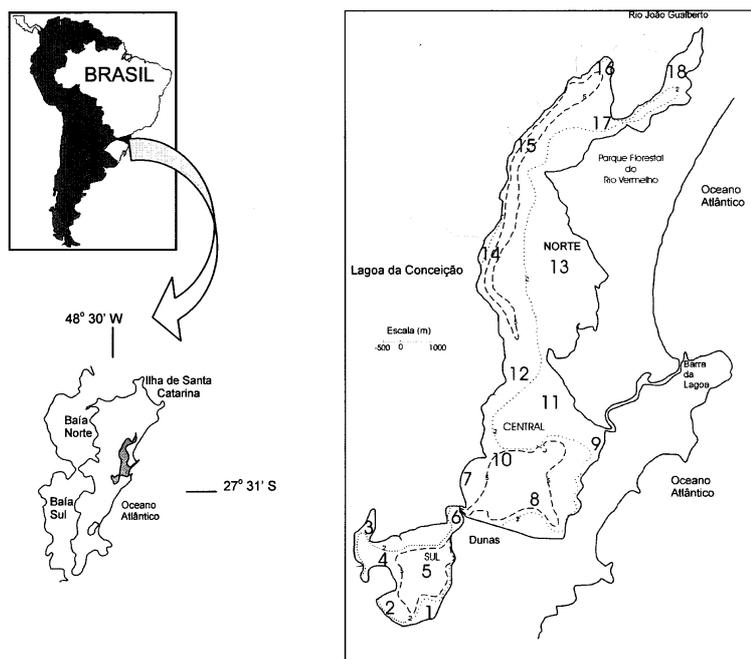


FIGURA 1 – Mapa da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, SC. Localização das estações amostrais e das regiões Sul, Central e Norte descritas por Knoppers *et al.* (1987).

A Lagoa da Conceição caracteriza-se como sendo semifechada ou estrangulada, que se interliga ao mar aberto através de um estreito, longo e raso canal, cuja área é de aproximadamente  $40 \text{ m}^2$  e a profundidade de 2 m. A bacia hidrográfica da laguna apresenta uma área de  $80 \text{ km}^2$ , incluindo o corpo lagunar de  $20 \text{ km}^2$ . Este se estende por 13,5 km no eixo norte-sul, com largura entre 0,2 a 2,5 km, tendo um volume de aproximadamente  $49 \times 10^6 \text{ m}^3$  e uma profundidade média de 1,7 m. A laguna é margeada por mata atlântica, pastagens, zonas agrícolas, reflorestamentos, área urbanizada, vegetação de praia, dunas, restingas e marismas (Knoppers *et al.* 1984, Rodrigues 1990, Soriano-Sierra, 1990).

Segundo Porto-Filho (1990), a distribuição granulométrica da Lagoa da Conceição apresenta o padrão clássico para lagunas, ou seja, as áreas marginais constituídas por areia fina à areia muito grossa e as áreas mais fundas e protegidas formadas por silte e argila. As principais fontes de matéria detrítica alóctona são os rios, córregos, marismas e os efluentes domésticos, sendo que os sedimentos mais ricos em matéria orgânica se localizam próximos as zonas urbanizadas.

Knoppers *et al.* (1984) e Odebrecht & Caruso Jr. (1987) setorizaram e caracterizaram a Lagoa da Conceição em três regiões distintas de acordo com as variáveis físico-químicas.

- **Região Sul:** é a mais isolada, pois apresenta uma ponte com vão de 3m de largura na sua conexão com a região central, a qual estrangula o canal natural; sem estratificação salina, com predominância de águas oligo à mesohalinas (média de 6,7); dentre as regiões é a que apresenta os maiores valores de turbidez e clorofila *a*; a coluna da água apresenta condições óxidas.
- **Região Central:** inclui o canal de acesso ao mar aberto. A coluna da água apresenta estratificação salina, com características meso à polihalina (média de 18,5); os valores de turbidez são intermediários aos das outras regiões; os maiores valores nas concentrações de clorofila *a* e seston são encontrados na água de fundo, sendo que nas áreas mais fundas apresenta anoxia na água de fundo.
- **Região Norte:** sofre a maior influência fluvial, proveniente do maior tributário (Rio João Gualberto); coluna da água sem estratificação salina, com características meso à polihalina (média de 11,0); tanto os valores de turbidez quanto os de clorofila *a* e seston são os mais baixos registrados (em média); ocorre, esporadicamente, estratificação nos teores de oxigênio dissolvido, sem atingir condições de anoxia.

## 2.2 – Amostragem

As regiões sul, central e norte da Lagoa da Conceição foram amostradas no dia 20 de setembro de 2000. Cada região foi separada em áreas rasas, com profundidades menores do que 2m, e em áreas profundas, acima de 2 m. Em cada uma das áreas foram estabelecidas três estações de amostragem (Fig. 1), nos quais foram coletadas amostras de água na sub-superfície e próximo ao fundo, com o uso de coletor do tipo "garrafa de Van Dorn", com saída provida de um redutor de turbulência. A água foi acondicionada em frascos de polietileno previamente lavados e resfriada em caixa térmica até o laboratório. Os frascos com amostras para análise de nutrientes foram congelados (-20 °C) imediatamente após o retorno do campo. Os frascos para extração de pigmentos e análise dos parâmetros físico-químicos foram mantidos sob refrigeração até o momento da filtração, a qual ocorreu no máximo seis horas após a coleta.

## 2.3 – Variáveis e métodos

A temperatura e a porcentagem de saturação de oxigênio dissolvido foram medidas em campo através de um Oxímetro Portátil Hach 16046 (com 1,5% de precisão). A transparência foi obtida pelo disco de Secchi, considerando a profundidade da zona eufótica aquela correspondente a três vezes a profundidade medida pelo Secchi (Parsons *et al.* 1984). A salinidade e o pH foram medidos em laboratório pelo método condutimétrico, utilizando-se um condutivímetro/TDS Hach mod. 44600 e através de um phmetro Hach mod. 50205, respectivamente.

Os nutrientes foram analisados na semana seguinte à coleta. Imediatamente após o descongelamento da amostra, foi adicionado a uma alíquota da água, os reagentes para a análise colorimétrica de N-amoniacal, seguindo os métodos descritos por Tréguer & Le Corre (1976) e Grasshoff *et al.* 1983. O restante da amostra foi filtrada com filtro GF/F Whatman, a solução filtrada foi utilizada para a análise dos nutrientes inorgânicos dissolvidos. O fosfato e o silicato foram determinados pelo método colorimétrico segundo Grasshoff *et al.* (1983). As absorvâncias das amostras para se quantificar o N-amoniacal, o fosfato e o silicato foram medidas através de um espectrofotômetro da Marca Bauch & Lomb, modelo Genesis 2, utilizando-se de cubetas com 5 cm de passo óptico para o N-amoniacal e o ortofosfato, e de 1 cm de passo óptico para a análise do silicato. O nitrito e nitrato foram analisados pelo método automatizado de acordo com as recomendações de Tréguer & Le Corre (*op. cit.*), utilizando-se um sistema *AutoAnalyzer II®* - Bran-Luebbe, provido de cubetas de 5 cm de passo óptico. O nitrogênio inorgânico dissolvido foi calculado pela soma das concentrações de nitrato, nitrito e N-amoniacal.

A biomassa fitoplanctônica, de um volume conhecido de amostra, foi retida em filtro Schleicher & Schuell de fibra de vidro GF-52C de 0,45 µm de porosidade. Os filtros foram acondicionado em envelopes de papel alumínio, identificados e congelados (-20 °C) até análise na semana seguinte à coleta. Os pigmentos foram extraídos em acetona 90%, seguindo as recomendações descritas em Strickland & Parsons (1972). As leituras ópticas foram realizadas em espectrofotômetro da Marca Bauch & Lomb, modelo Genesis 2, através de cubetas de 5 cm de passo óptico. As concentrações de clorofila *a* e feofitina (mg. m<sup>-3</sup>) foram calculadas de acordo com as fórmulas propostas por Lorenzen, descritas em Strickland & Parsons (1972).

A temperatura do ar, a pluviosidade e a direção e a intensidade do vento foram obtidas pelo CLIMERH (Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina), o qual possui uma estação meteorológica próxima a área de estudo.

## 2.4 – Tratamento estatístico

Para verificar o grau de associação entre as estações amostrais, das áreas rasas e das profundas, ao longo da Lagoa da Conceição foi utilizada a análise de ordenação *Multi Dimensional Scaling* (MDS). A relação entre as estações foi calculada através do coeficiente de similaridade de Bray-Curtis (1957). A biomassa fitoplanctônica, os nutrientes dissolvidos, a salinidade e o pH foram utilizados como descritores nesta análise após transformação por raiz quadrada e padronização das unidades, de acordo com as recomendações de Clarke & Warwick (1994).

Para averiguar se houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as regiões (sul, central e norte) e as áreas amostrais (rasas e profundas) na Lagoa da Conceição, aplicou-se a Análise de Similaridade Bi-fatorial (ANOSIM). O ANOSIM gera um teste global para verificar se há diferença entre regiões e entre áreas. Através do teste pareado obtem-se as regiões entre as quais está a diferença (Clarke & Warwick 1994). Todas as análises citadas acima foram geradas pelo pacote estatístico PRIMER (*Plymouth Routine in Multivariate Ecological Research – Plymouth University*).

## 3 – RESULTADOS

### 3.1 – Atmosfera

Entre os dias 15 e 17 de setembro de 2000, ventos do quadrante sul predominaram sobre a Lagoa da Conceição, variando a intensidade de 1 a 6  $m.s^{-1}$ . No restante do período até a data da coleta, os ventos do quadrante norte (N-NE) foram mais atuantes, com intensidade de 1 a 5  $m.s^{-1}$ , exceto no dia 19/09 quando ventos S e SE se deslocaram sobre a área com velocidade média de 4  $m.s^{-1}$  (Fig. 2).

A temperatura atmosférica variou de 16,8 a 19,8 °C entre os dias 15 e 17/09/2000, com valores decrescentes ao longo destas datas. A partir do dia 18/09 a atmosfera apresentou um aumento de temperatura, chegando à 24,4 °C no meio do período do dia 19/09. Durante a coleta, a média de temperatura do ar foi de 19,6 °C com o valor máximo próximo ao meio dia (Fig. 2).

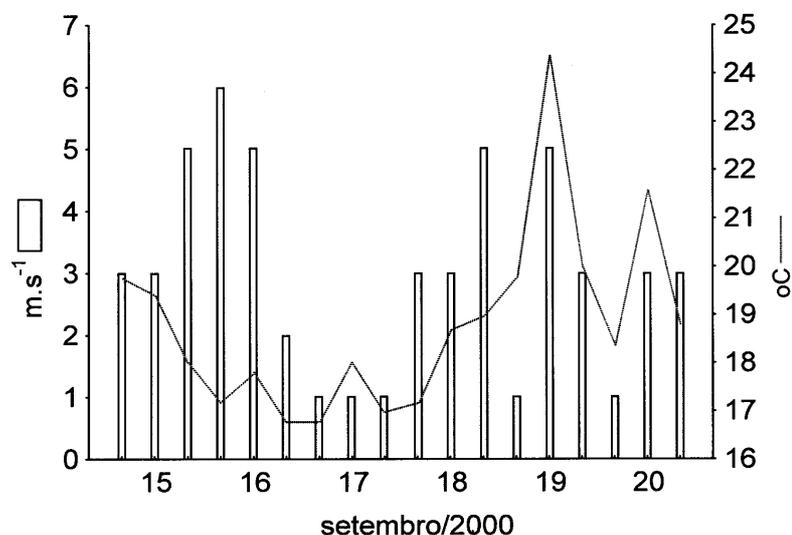


FIGURA 2 – Valores médios diários de velocidade do vento ( $m.s^{-1}$ ) e temperatura atmosférica (°C) atuantes na região da Lagoa da Conceição (SC) nos cinco dias que antecederam a coleta e no dia da amostragem. Em cada dia foram feitas três leituras: às 9hs; às 15hs e às 21hs. Fonte: CLIMERH (SC).

### 3.2 – Laguna

Em todas as estações amostrais, a zona eufótica atingiu o fundo (Fig. 3A). A temperatura da água oscilou de 18 a 22 °C, com os menores valores nas áreas mais profundas (Fig. 3B). Diferenças de temperaturas foram observadas entre as estações amostrais, com valores crescentes da região sul para a região norte, acompanhando o aumento da temperatura atmosférica. Estratificação térmica ocorreu nas estações amostrais com profundidade superior a 3,0m, exceto nas estações 2, 4, 12 e 14.

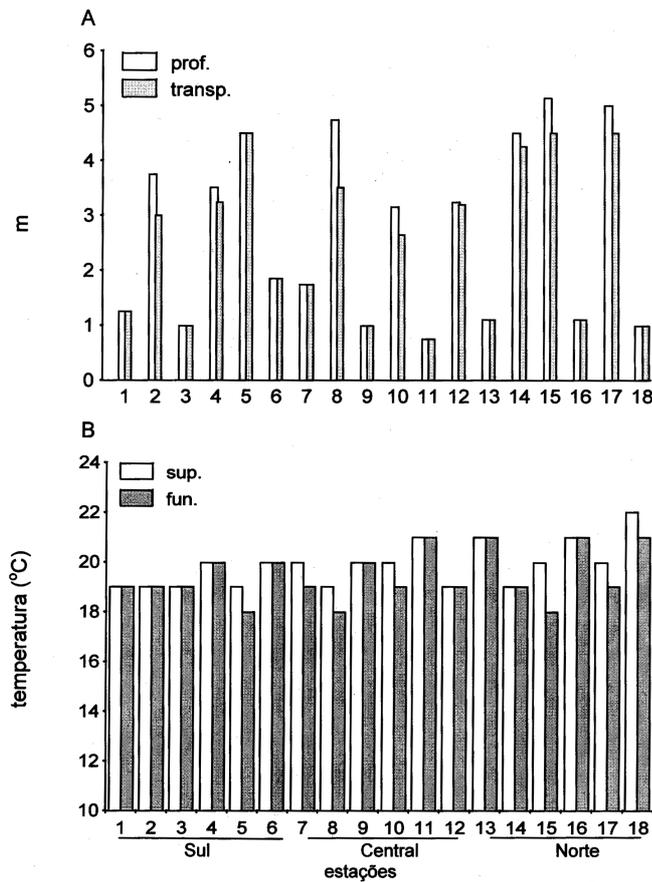


FIGURA 3 – Medidas em metros da profundidade local e da transparência (disco de Secchi) (A) e temperatura da água de superfície e de fundo (B) das estações amostrais ao longo da Lagoa da Conceição (SC).

A análise de ordenação MDS das variáveis físico-químicas e dos pigmentos distinguiu as três regiões da Lagoa da Conceição com um grau de ajuste de 0,09 (Fig. 4). As estações amostrais da região sul se concentraram na porção inferior do gráfico, enquanto que os da região central se projetaram no meio e, os da região norte, embora mais dispersos, se concentraram na porção superior do gráfico.

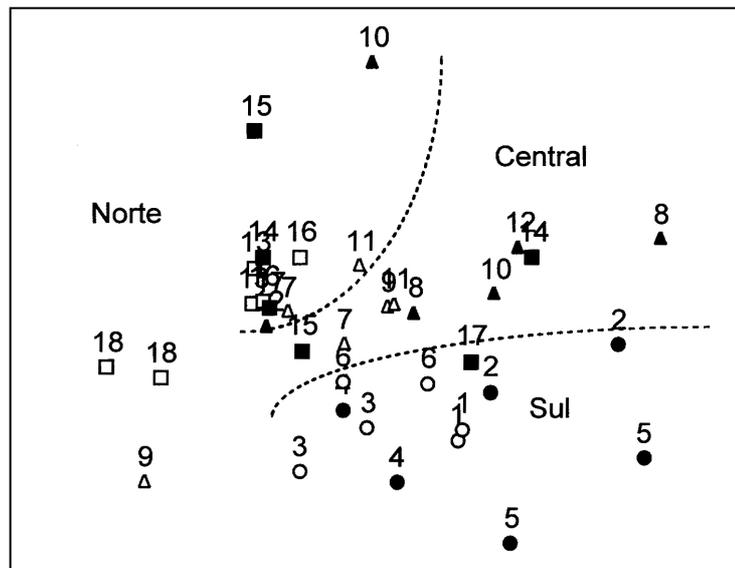


FIGURA 4 – Multi Dimensional Scaling dos parâmetros físico-químicos e pigmentos da Lagoa da Conceição (20/09/2000). Estações amostrais da região sul (O), central (Δ) e norte (□). Os símbolos vazados indicam áreas rasas e símbolos cheios referem-se as áreas profundas.

### 3.3 – Região Sul

Esta região caracterizou-se pelo baixo valor médio da salinidade (24), do pH (7,78) e da porcentagem de saturação do oxigênio dissolvido (86%) (Tab. 1). As estações amostrais 2, 4 e 6 obtiveram salinidade menor na água de fundo do que na de superfície (Fig. 5A). A menor porcentagem de saturação de oxigênio na laguna ocorreu na água de fundo da estação 3 ,65%, (Fig. 5C).

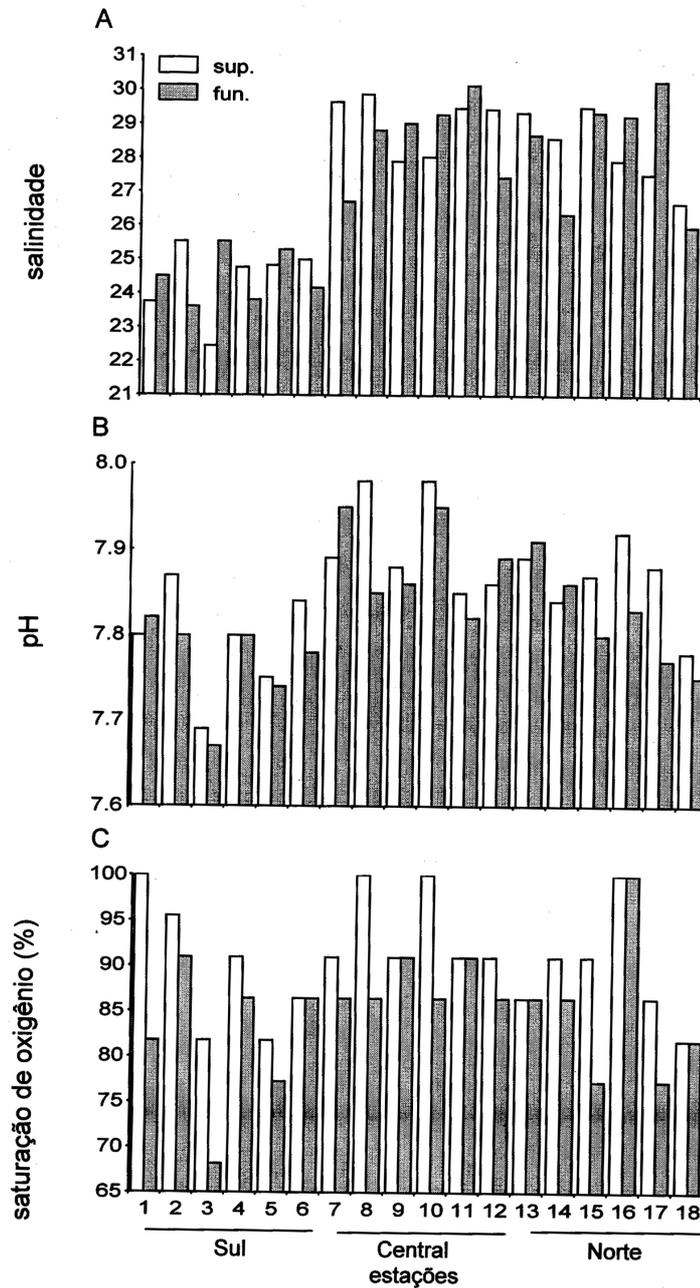


FIGURA 5 – Valores de salinidade (A), pH (B) e de porcentagem de saturação de oxigênio (C) nas estações amostrais, na água de subsuperfície e de fundo, da Lagoa da Conceição (SC).

A concentração média de silicato ( $9,9 \mu\text{M}$ ), nitrato ( $5,1 \mu\text{M}$ ) e nitrito ( $0,3 \mu\text{M}$ ) foi a maior dentre todas as regiões, enquanto que o N-amoniacoal foi em média de menor concentração ( $2,7 \mu\text{M}$ ) (Tab. 1). A concentração do ortofosfato variou pouco entre as regiões, sendo que nesta a concentração média foi de  $0,19 \mu\text{M}$  (Tab. 1). A concentração média do nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) e a média da razão N:P foram as menores encontradas na laguna, de  $7,7 \mu\text{M}$  e 44, respectivamente (Tab 1).

TABELA 1 – Valores mínimos (mín.) e máximos (máx.), médias (méd.) e desvio padrão (*dp*) das variáveis físicas, químicas e biológicas na coluna de água das regiões Sul, Central e Norte da Lagoa da Conceição. Amostragem, setembro de 2000.

Variáveis		Regiões			
		Sul	Central	Norte	
Temperatura (° C)	mín.	18	18	18	
	máx.	20	21	22	
	<b>méd.</b>	<b>19,2</b>	<b>19,5</b>	<b>20,1</b>	
	<i>dp</i>	<b>0,6</b>	<b>0,9</b>	<b>1,2</b>	
Salinidade	mín.	22	27	26	
	máx.	26	30	30	
	<b>méd.</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	
	<i>dp</i>	<b>0,9</b>	<b>1,1</b>	<b>1,4</b>	
pH	mín.	7,67	7,82	7,75	
	máx.	7,87	7,98	7,92	
	<b>méd.</b>	<b>7,78</b>	<b>7,90</b>	<b>7,84</b>	
	<i>dp</i>	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	
OD (% sat.)	mín.	68	86	77	
	máx.	100	100	100	
	<b>méd.</b>	<b>86</b>	<b>91</b>	<b>87</b>	
	<i>dp</i>	<b>8,4</b>	<b>4,75</b>	<b>7,46</b>	
Silicato (μM)	mín.	1,9	3,3	3,4	
	máx.	16,4	7,7	20,8	
	<b>méd.</b>	<b>9,1</b>	<b>5,4</b>	<b>8,4</b>	
	<i>dp</i>	<b>4,5</b>	<b>1,3</b>	<b>5,2</b>	
Fosfato (μM)	mín.	0,11	0,05	0,05	
	máx.	0,44	0,59	0,56	
	<b>méd.</b>	<b>0,20</b>	<b>0,21</b>	<b>0,14</b>	
	<i>dp</i>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,14</b>	
Nitrato (μM)	mín.	3,13	2,04	2,66	
	máx.	9,39	23,33	9,39	
	<b>méd.</b>	<b>5,12</b>	<b>5,05</b>	<b>4,40</b>	
	<i>dp</i>	<b>2,02</b>	<b>5,81</b>	<b>2,23</b>	
Nitrito (μM)	mín.	0,19	0,12	0,19	
	máx.	0,55	0,27	0,34	
	<b>méd.</b>	<b>0,33</b>	<b>0,20</b>	<b>0,26</b>	
	<i>dp</i>	<b>0,13</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	
N-amoniaco (μM)	mín.	0,2	4,6	3,4	
	máx.	5,8	8,2	11,1	
	<b>méd.</b>	<b>2,7</b>	<b>6,0</b>	<b>8,3</b>	
	<i>dp</i>	<b>1,8</b>	<b>1,1</b>	<b>2,1</b>	
NID (μM)	<b>méd.</b>	7,7	9,4	12,9	
	<i>dp</i>	3,6	1,7	3,8	
	Clorofila <i>a</i> (mg.m <sup>-3</sup> )	mín.	0,8	0,6	0,4
		máx.	4,5	15,7	7,2
<b>méd.</b>		<b>2,6</b>	<b>4,5</b>	<b>1,8</b>	
<i>dp</i>		<b>1,1</b>	<b>4,7</b>	<b>1,8</b>	
Feofitina <i>a</i> (mg.m <sup>-3</sup> )	mín.	0,9	0,0	0,0	
	máx.	5,6	15,5	11,8	
	<b>méd.</b>	<b>3,0</b>	<b>3,5</b>	<b>2,1</b>	
	<i>dp</i>	<b>1,5</b>	<b>4,5</b>	<b>3,4</b>	
N:P	<b>méd.</b>	44	69	139	
	<i>dp</i>	<b>19</b>	<b>53</b>	<b>66</b>	

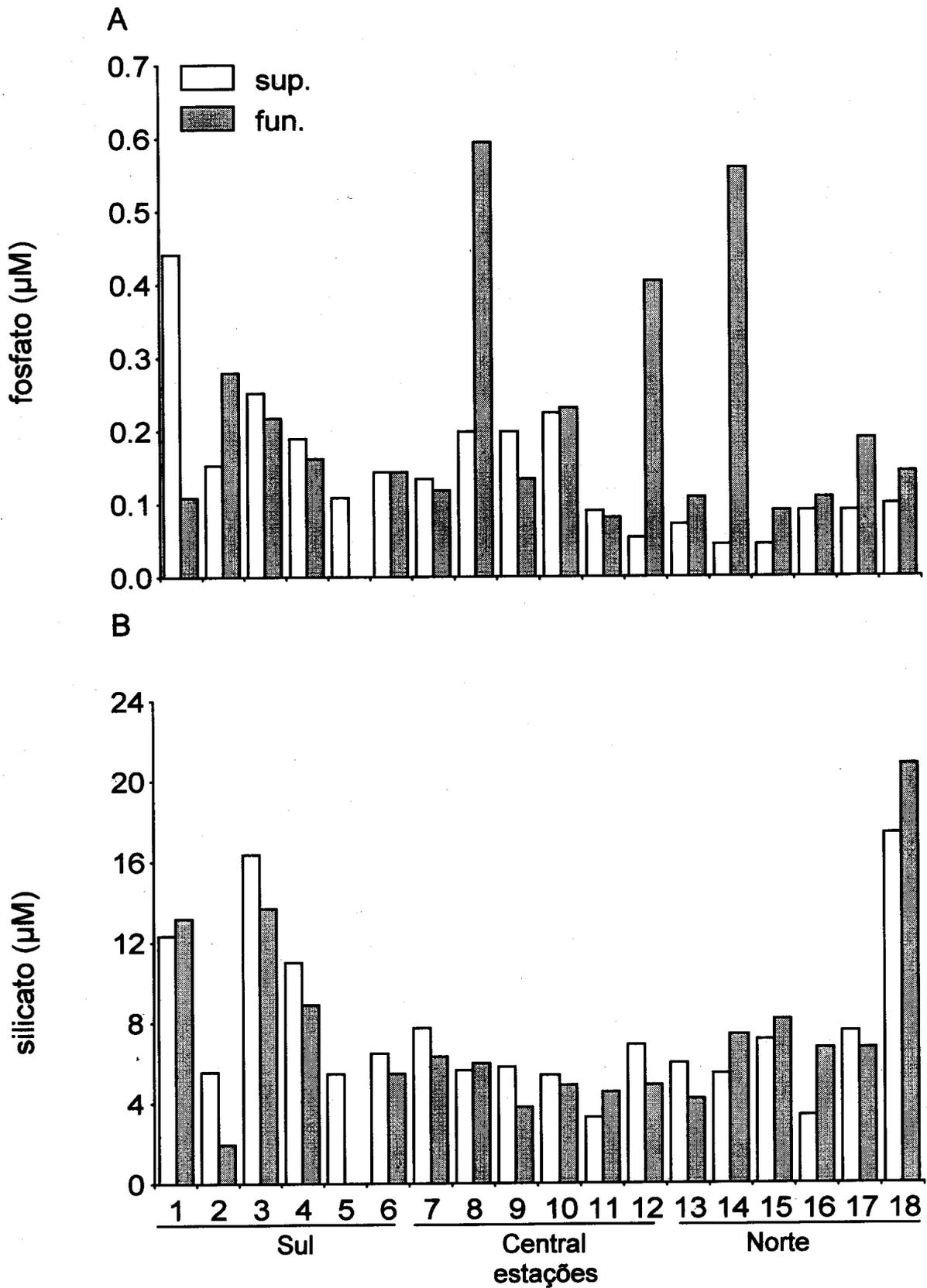


FIGURA 6 – Concentração ( $\mu\text{M}$ ) de Fosfato (A) e Silicato (B) nas estações amostrais, na água de subsuperfície e de fundo, da Lagoa da Conceição (SC).

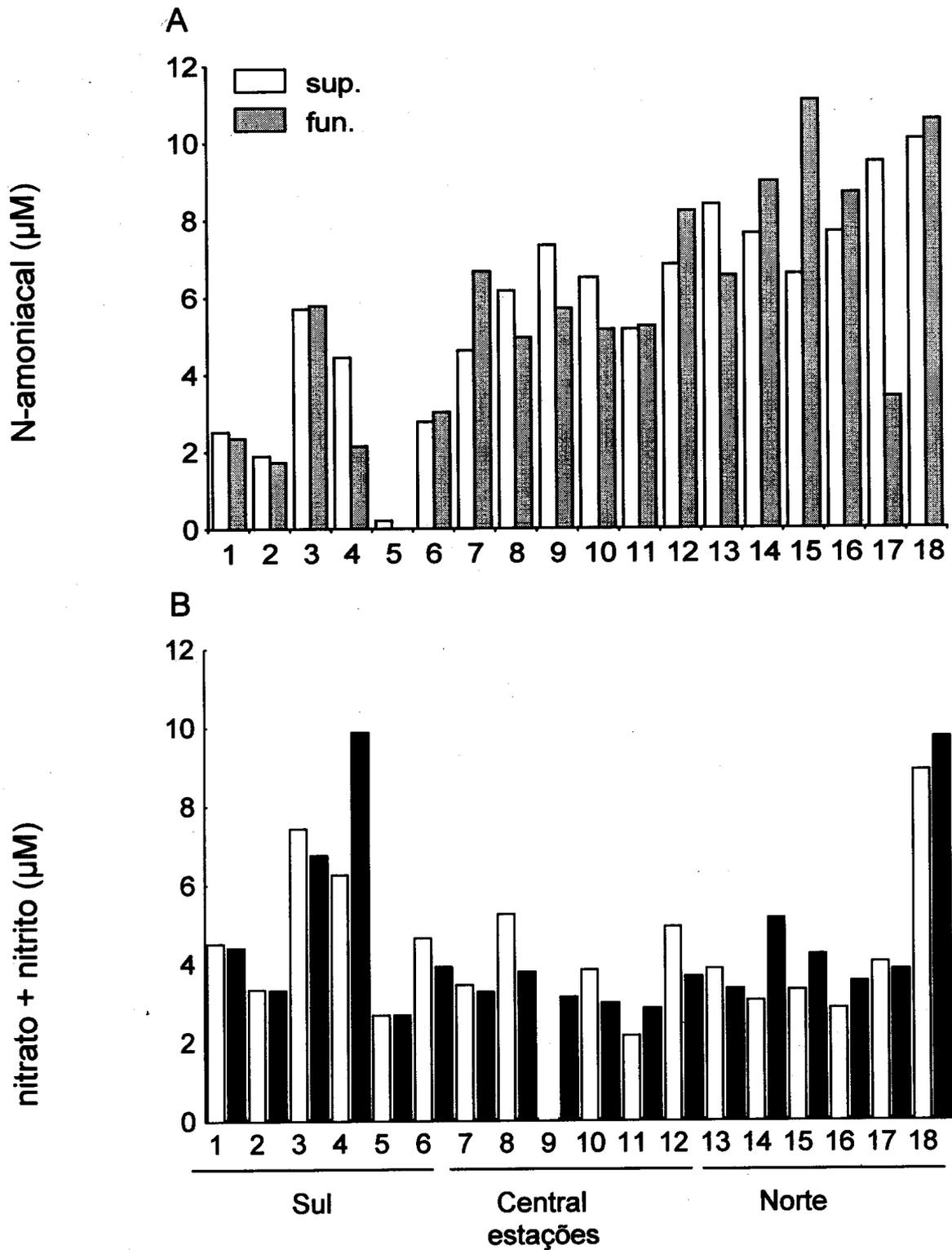


FIGURA 7 – Concentração (µM) de N-amoniaco (A) e Nitrito + Nitrito (B) nas águas de subsuperfície e fundo nas estações amostrais da Lagoa da Conceição.

A concentração média de clorofila *a* (2,4 mg.m<sup>-3</sup>) e de feofitina *a* (3,3 mg.m<sup>-3</sup>) foi menor do que a da região central e maior do que a da norte (Tab. 1). As águas de fundo apresentaram as maiores concentrações destes pigmentos, exceto na estação 6 (Fig. 8).

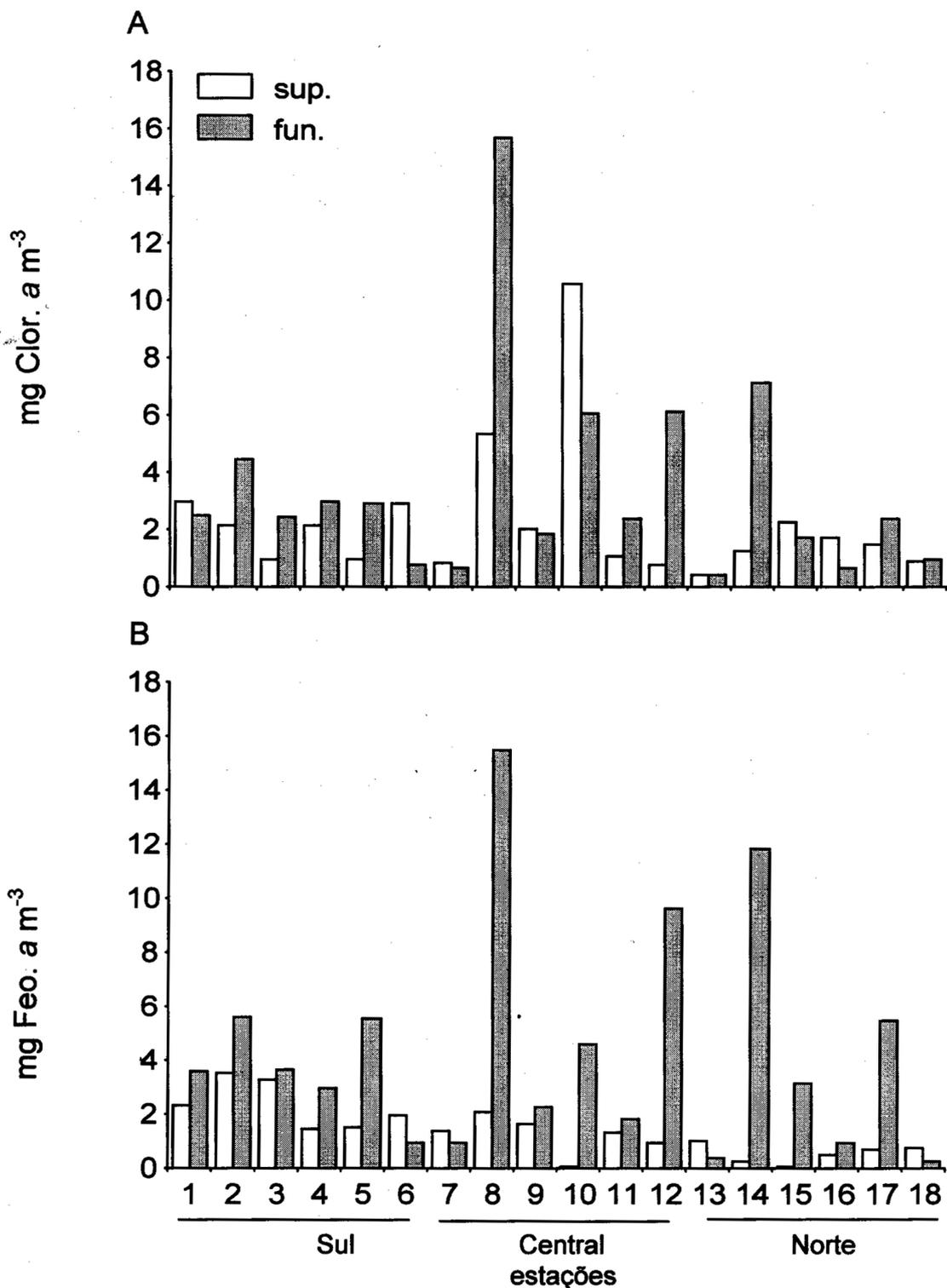


FIGURA 8 – Concentração (mg.m<sup>-3</sup>) de clorofila a (A) e feofitina a (B) nas águas de subsuperfície e fundo nas estações amostrais da Lagoa da Conceição (SC).

### 3.4 – Região Central

O valor médio de salinidade (29), de pH (7,90) e de porcentagem de saturação de oxigênio (91%) foi o maior dentre as regiões (Tab. 1). Nas águas de fundo das estações 7, 8 e 12 a salinidade foi menor do que as de superfície (Fig. 5A). Os menores valores de porcentagem de saturação de oxigênio foram encontrados na água de fundo, exceto nas estações 9 e 11 onde não houve diferença entre as profundidades (Fig. 5C).

A concentração média de silicato ( $5,4 \mu\text{M}$ ), de nitrato ( $3,4 \mu\text{M}$ ) e de nitrito ( $0,2 \mu\text{M}$ ) foi a menor encontrada na laguna (Tab. 1). A maior concentração de ortofosfato ( $0,59 \mu\text{M}$ ) da laguna ocorreu na água de fundo da estação amostral 8 (Fig. 6A). Um pico na concentração de nitrato ( $23,3 \mu\text{M}$ ) ocorreu na água de superfície da estação 9, o qual pode ter sido um erro analítico. A concentração média do nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) foi de  $9,4 \mu\text{M}$  e a média da razão N:P foi de 69 (Tab. 1).

A concentração média de clorofila *a* ( $4,5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) e de feofitina *a* ( $3,5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) foram as maiores encontradas na laguna (Tab. 1). Na água de fundo da estação amostral 8 ocorreu um pico de concentração para ambos os pigmentos,  $15,7 \text{ mg Clor-}a \cdot \text{m}^{-3}$  e  $15,5 \text{ mg Feo-}a \cdot \text{m}^{-3}$ . A feofitina foi mais elevada nas águas de fundo em todas as estações, exceto na estação 7 (Fig. 8).

### 3.5 – Região Norte

O valor médio de salinidade (28) foi similar ao da região central (Tab. 1). O pH apresentou um gradiente decrescente em direção ao maior tributário da laguna, Rio João Gualberto, com média de 7,84 (Fig. 5B). Nas estações 13, 14, 15 e 18 a salinidade de fundo foi menor do que a de superfície (Fig. 5A).

A concentração média de ortofosfato ( $0,14 \mu\text{M}$ ) e de nitrato ( $4,4 \mu\text{M}$ ) foi a menor da laguna, enquanto que a do N-amoniaco ( $8,3 \mu\text{M}$ ) foi a maior (Tab. 1). A concentração de silicato foi similar a da região central, com exceção de um pico na água da estação 18 (Fig. 6B). O N-amoniaco apresentou um gradiente crescente em direção ao Rio João Gualberto, com as maiores concentrações na água de fundo (Fig. 7B). A concentração média do nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) foi de  $12,9 \mu\text{M}$ , a maior da laguna, assim como, a média da razão N:P, de 139 (Tab. 1).

A concentração média de clorofila *a* ( $1,8 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) e de feofitina *a* ( $2,1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) foi a menor da laguna (Tab. 1). Picos de ambos os pigmentos ocorreram na água de fundo das estações amostrais 12 e 14 (Fig. 8).

## 4 – ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste de similaridade ANOSIM (Tab. 2) determinou diferenças significativas entre as regiões (Sul, Central e Norte) da Lagoa da Conceição, mas não entre as áreas amostradas (Rasas e Profundas). O teste pareado detectou diferenças significativas entre a região Sul com as regiões Central e Norte, mas não entre as regiões Central e Norte.

TABELA 2 – Resultados dos testes ANOSIM e pareado para diferenças entre as Regiões (Sul x Central x Norte) e as Áreas (rasas x profundas). Os resultados que apresentaram diferenças significativas estão destacados em negrito.  $p < 0,005$

Teste Global	R	p
Entre Regiões	0,36	<b>0,000</b>
Entre Áreas	0,18	0,006
Comparação entre as Regiões	R	p
Sul x Central	0,43	<b>0,000</b>
Sul x Norte	0,54	<b>0,000</b>
Central x Norte	0,17	0,042

## 5 – DISCUSSÃO

### 5.1 – Condições Físicas

As lagunas estranguladas são caracterizadas por um alto tempo de residência de água e sua hidrodinâmica é influenciada pela ação dos ventos, pela variação de maré e pelas taxas de evaporação e precipitação no sistema (Barnes 1980, Kjerfve 1994, Knoppers & Kjerfve 1999). Os ventos afetam a mistura vertical da coluna da água e o fluxo de água entre o mar adjacente e o interior do sistema, além de catalisarem a taxa de evaporação da água superficial do corpo lagunar (Kjerfve 1986).

Os ventos mais frequentes que atuam na Lagoa da Conceição são os do quadrante norte, N-NE, seguidos pelos ventos de maior intensidade do quadrante sul, S-SE, (Cruz 1998). Ambos os ventos favorecem a entrada de água marinha no sistema, principalmente em períodos onde a razão evaporação-precipitação é maior. O vento sul-sudeste intensifica o desnível do mar causado pela ação da força de Coriolis, acumulando água na borda oeste do Oceano Atlântico Sul e propiciando a entrada de água para a laguna. As correntes superficiais da laguna induzidas por estes ventos transportam água para as margens norte e noroeste, criando um desnível interno de água, que pode ser compensado com a entrada de água marinha no sistema (Odebrecht & Caruso Junior 1987).

Os ventos que atuaram sobre a Lagoa da Conceição antes e durante o período de amostragem são classificados como brisa fraca à moderada do quadrante sul e norte. Esses ventos somados a baixa precipitação, de 30 mm para os cinco dias que precederam a coleta, favoreceram a entrada de água salgada no sistema como o observado pelos altos valores de salinidade.

Knoppers *et al.* (1984) observaram que a ação de ventos intensos sobre a Lagoa da Conceição em um período de dois dias é suficiente para homogeneizar verticalmente o sistema. A ANOSIM não detectou diferenças significativas entre as áreas rasas e profundas da laguna, indicando uma homogeneização vertical na coluna da água (Tab. 2). A análise MDS (Fig. 4) permite visualizar uma maior dispersão entre as águas de superfície e de fundo das áreas profundas em comparação as rasas. Como não foi feita uma perfilagem da coluna da água e em concordância a análise de similaridade, o que deve estar diferenciando as águas de superfície e fundo das áreas profundas são os processos biogeoquímicos que ocorrem na interface água-sedimento e não os processos hidrológicos atuantes na ocasião da amostragem.

Num ecossistema aquático, o balanço hídrico caracteriza a sua inter-relação com os sistemas adjacentes (Smith & Atkinson 1999). A conservação do volume de água no sistema implica que o somatório do que entra menos o somatório do que sai é, teoricamente, igual a zero (Smith & Atkinson *op. cit.*). As fontes de água numa laguna são a chuva, os rios, a água subterrânea, os esgotos e a água do mar adjacente. A evaporação e o fluxo para o mar adjacente podem ser consideradas as vias de saída. O período da amostragem deste trabalho foi caracterizado como sendo de estiagem, portanto, o aporte de água pluvial e via precipitação é pequeno. A conservação do volume hídrico na Lagoa da Conceição ocorrerá se a entrada de água via mar e água subterrânea compensar o volume de água que se perde via evaporação e que não entra via chuva e rio. Odebrecht & Caruso Junior (1987), num período em que a razão precipitação/evaporação estava abaixo da média, detectaram infiltração de água do subsolo na laguna, considerando um gradiente halino de 1 entre a água superficial e de fundo. No presente estudo, esta infiltração foi mais acentuada, pois ocorreu em várias estações do sistema com um gradiente de até 3, confirmando que a água subterrânea tem influência na renovação hídrica e conseqüentemente, na dinâmica físico-química e biológica da Lagoa da Conceição.

Em suma, a necessidade de aprofundamento dos estudos sobre os processos bênticos nos diferentes subsistemas da Lagoa da Conceição é evidente e tem fundamental importância ao suporte e compreensão dos fenômenos biogeoquímicos que nela ocorrem, considerando sua variação espacial e temporal.

Sob a condição de estiagem, que caracteriza o período de primavera na região (Cruz 1998), a laguna se distingue em dois sistemas significativamente ( $p < 0,005$ ) distintos: o Sul e o Centro-Norte.

A região Sul possui uma barreira física em sua conexão com a região Centro-Norte e apresenta, teoricamente, uma taxa de renovação de água menor do que o restante da laguna. Os menores valores de salinidade e de pH encontrados na região Sul que, quando comparados aos das outras regiões, indicam um elevado aporte de água doce e uma baixa taxa de mistura com a água mais salina do subsistema Centro-Norte. O maior tempo de residência das águas na região Sul propicia a retenção e a sedimentação de matéria orgânica autóctone e alóctone (Odebrecht & Caruso Junior 1987), cuja mineralização justifica os baixos teores de oxigênio encontrados, principalmente, na água de fundo, assim como, os altos valores médios de nutrientes inorgânicos dissolvidos e a baixa razão clorofila *a* e feofitina.

## 5.2 – Nutrientes

Os esgotos domésticos são conhecidas fontes de fósforo, particulado ou dissolvido, para ambientes costeiros. Nas margens e no entorno do sistema sul está o maior aglomerado imobiliário da Lagoa, despejando seus efluentes domésticos *in natura* na coluna da água. As concentrações de fosfato encontradas no presente trabalho são baixas, semelhantes às observadas por Knoppers (1984), Persich (1990) e Bendo *et al.* (2000) (Tab. 3), apesar da triplicação do número de habitantes fixos na região desde a década de 80 até hoje (IBGE 2000) (Tab. 3). Assumindo a produção per capita diária de fósforo de 2,5 g P e que 70 % da população contribui para esta produção (Machado *et al.* 1997), verifica-se que existe um importante mecanismo para a manutenção dos baixos valores deste composto no sul da Lagoa ao longo dos anos. A remoção de fósforo pode dar-se por adsorção à partículas e sua sedimentação (Persich 1990, Bendo *et al.* 2000) ou por assimilação pelos produtores primários. Ambientes de intensa sedimentação funcionam como filtro para fósforo, como foi observado, em estuário, por Aguiar (2002). A biomassa fitoplanctônica, expressa em clorofila *a*, pode ser considerada pequena quando comparada às regiões de alta produtividade (Braga 1995, Guarini *et al.* 1997), o que invalidaria a segunda hipótese. Porém é conhecida, mas não quantificada, a elevada biomassa de macroalgas bênticas (*Enteromorpha* sp., *Padina* sp. e *Ulva* sp.) recobrando o substrato da região Sul. Esses gêneros encontrados são típicos de ambiente eutrofizados (Stal *et al.* 1996) e possivelmente são os produtores de maior importância nessa região da laguna, sendo assim, responsáveis pela assimilação de fosfato. De acordo com Knoppers & Kjerfve (1999), as macroalgas são os principais produtores primários na laguna restrita de Piratininga (RJ), onde a regeneração de nutrientes ocorre principalmente na interface água-sedimento. Na Lagoa de Araruama, onde a produção primária é baseada em microfítobentos, esses mesmos autores, citam

que o bentos contribui com 5% dos nutrientes para a demanda do fitoplâncton e que, em lagunas onde o fitoplâncton é a base da cadeia alimentar esta demanda varia entre 10 a 30%. Considerando que na Lagoa da Conceição a zona eufótica atinge a superfície do sedimento, é de se esperar que a comunidade bêntica desempenhe um grande papel na ciclagem e absorção dos nutrientes regenerados, controlando a demanda destes para o sistema pelágico. Estudos para quantificar os fluxos de nutrientes e de matéria orgânica na interface água-sedimento deverão ser feitos para comprovar esta hipótese.

TABELA 3 – Tabela comparativa do número de habitantes, das concentrações em  $\mu\text{M}$  de nitrato ( $\text{N-NO}_3$ ), nitrito ( $\text{N-NO}_2$ ), N-amoniaco e fosfato ( $\text{P-PO}_4$ ) e da razão N/P entre 1980 e 2000 na Lagoa da Conceição, SC.

Ano	Nº Hab.	Referência	Amostragem	Regiões	N-NO <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	N-amon.	P-PO <sub>4</sub>	N/P
1980	7897	Knooppers <i>et al.</i> 1984	jul. 82	sul	2,0	0,06	0,1	0,39	7
				central	2,3	0,03	2,0	0,52	8
				norte	13,2	0,06	0,1	0,47	29
		Souza-Sierra <i>et al.</i> 1987	nov. 83 a nov. 84	sul	0,7	0,07	-	0,09	-
				central	0,8	0,10	-	0,07	-
				norte	1,2	0,09	-	-	-
1991	14784	Persisch 1990	dez. 87 a dez. 88	sul	0,6	0,22	-	0,28	-
				central	0,4	0,20	-	0,31	-
				norte	0,4	0,33	-	0,38	-
2000	27432	Este estudo	set. 2000	sul	4,7	0,3	2,7	0,19	44
				central	3,4	0,2	6,0	0,21	69
				norte	4,4	0,3	8,3	0,14	139

A correlação inversa entre a salinidade e o silicato ( $r = -0,41$ ;  $p < 0,001$ ), indica que o aporte fluvial é uma das fontes de silício e que este elemento apresenta um comportamento conservativo ao longo da laguna.

Valores relativamente altos de N-amoniaco e nitrito na região norte indicam que o tributário é uma fonte de nitrogenados. De acordo com Porto Filho (1990), o norte da laguna favorece a deposição de sedimentos finos e de matéria orgânica. A baixa porcentagem de saturação de oxigênio nesta região e a alta concentração de N-amoniaco na água de fundo, devem ser resultantes da mineralização da matéria orgânica do sedimento. Ou seja, além do tributário, o sistema bêntico estaria contribuindo com as concentrações elevadas de nutrientes nessa região, principalmente no período de estiagem quando o fluxo de água fluvial é menor.

A salinidade se correlacionou inversamente ao nitrito ( $r = -0,56$ ;  $p < 0,001$ ) e ao N-amoniaco ( $r = -0,62$ ;  $p < 0,001$ ), mostrando o processo de desnitrificação ocorrendo nas águas menos salinas, sugerindo um comportamento conservativo ao longo da região Centro-Norte. Este comportamento não deve estar vinculado apenas a dissolução destes nutrientes na coluna de água ao longo da laguna, mas ao contrário do encontrado por Knoppers *et al.* (1984), os maiores valores de pigmentos ocorreram na região Central, onde deve estar ocorrendo uma maior taxa de assimilação dos nutrientes na coluna de água. No final de novembro de 2000, nas proximidades da estação amostral 8 do presente estudo, Mathiensen (com. pess.) detectou em água de superfície com alta concentração de clorofila *a* um afloramento da cianobactéria *Trichodesmium* sp., fixadora de nitrogênio. Nesta região foi detectado o maior teor de clorofila *a* na água de fundo, também observado por Odebrecht & Caruso Junior (1987). Segundo Carpenter *et al.* (1993), *Trichodesmium* sp. habita o sedimento quando suas células são jovens e os afloramentos de superfície apresentam uma maior porcentagem de células senescentes. Guimarães & Röhrig (1997) também verificaram células senescentes nas florações de *T. hildebrandtii*, na água de superfície do litoral catarinense. Apesar de não ter sido averiguada a composição da comunidade microalgal no presente trabalho, é possível que a clorofila na água de fundo da estação 8 seja proveniente deste gênero, que aflorou posteriormente à esta amostragem. Sendo assim, esta região pode se comportar como um sorvedouro de nutrientes nitrogenados e uma fonte de matéria orgânica para os demais níveis tróficos.

### 5.3 – Eutrofização

Knoppers & Kjerfve (1999), baseados no estoque médio anual de clorofila, consideraram a Lagoa da Conceição como sendo eutrófica, enquanto que a lagoa de Piratininga, onde as macroalgas são a base da cadeia alimentar, como hipertrófica. A hipótese de que a região Sul tem a sua produtividade primária baseada em macroalgas do mesmo gênero daquelas encontradas na Lagoa de Piratininga e considerando os altos valores médios de nutrientes nitrogenados e o isolamento geofísico desta região, pode-se caracterizar este subsistema como hipertrófico e o subsistema Centro-Norte como eutrófico. No final do verão de 2000, na região Sul foi observada uma característica de distrofia: durante as chuvas intensas do verão houve a proliferação de macroalgas que, no processo de decomposição, geraram gás sulfídrico, típico de decomposição anaeróbica, pois se exalava um odor característico (jornal Diário Catarinense, 5 de novembro de 2000). Odebrecht & Caruso Junior (1987) caracterizaram a Lagoa da Conceição como um sorvedouro de matéria orgânica, ou seja, em eutrofização. Apesar de não ter sido detectado aumento nas concentrações do fosfato nas últimas décadas, as

concentrações médias de nitrito aumentaram uma casa decimal e as de nitrato e de N-amoniaco duplicaram em relação aos dados fornecidos por Knoppers *et al.* (1984) e Souza Sierra *et al.* (1987) (Tab. 3). A média da razão N:P encontrada no presente trabalho variou de 44 a 139, na década de 80 Knoppers *et al.* (1984) encontraram valores entre 6 a 29, considerando que as concentrações do fosfato variaram pouco ao longo do tempo, pode-se esperar que o incremento de nitrogênio inorgânico dissolvido tenha contribuído para esta variação. Odebrecht (1988) ao estudar a composição planctônica da Lagoa da Conceição cita a ocorrência de quatro gêneros de cianobactérias, mas não enfatiza as suas abundâncias e nem descreve a ocorrência de *Trichodesmium* sp. Como este gênero é fixador de nitrogênio e a laguna está apresentando um aumento deste composto, pode-se deduzir que estão ocorrendo alterações na comunidade algal como resposta à eutrofização do sistema. Estudos enfocando a composição de microalgas, pelágica e bentônica, e a sua sazonalidade em relação as variáveis físico-químicas deverão ser feitos para quantificar a real alteração na dinâmica dos produtores primários do sistema. Deve-se ressaltar que muitas florações de cianobactérias, dentre elas algumas espécies de *Trichodesmium*, geram toxicidade no meio aquático, afetando a cadeia alimentar do ecossistema e impossibilitando o uso de recursos marinhos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Núcleo de Estudos do Mar (UFSC) pelo total apoio concedido. À Polícia Militar Ambiental de Santa Catarina pelo apoio logístico durante a campanha amostral. À Jaqueline Neto pelo auxílio durante a coleta. Ao Msc. Paulo R. Pagliosa Alves e aos revisores anônimos pelos comentários e sugestões.

Este trabalho foi realizado com recursos da FAPESP através do processo 99/09247-0.

## LITERATURA CITADA

- ABREU, PC, C HARTMANN & C ODEBRECHT. 1995. Nutrient-rich saltwater and its influence on the phytoplankton of the Patos Lagoon estuary, Southern Brazil. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.*, 40: 219-229.
- AGUIAR, VM. 2002. Estudo da dinâmica do fósforo no Sistema Estuarino de Santos/São Vicente em seu trajeto em direção à Baía de Santos. Dissertação de mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo. 166p.
- ASSUMPÇÃO, DT, APP TOLEDO & D AQUINO. 1981. Levantamento ecológico da Lagoa da Conceição (Florianópolis, Santa Catarina). Caracterização de parâmetros ambientais. *Ciência e Cultura*, 33: 1096-1101.
- BARNES, RSK. 1980. Coastal Lagoons. The natural history of a neglected habitat. Cambridge Studies in Modern Biology 1. 106 p.
- BENDO, A, MLAM CAMPOS, JC SIMONASSI, E SNOEIJER & ES SIERRA. 2000. *Anais XIII semana nacional de oceanografia. Itajaí, SC, Brasil*: 249-251
- BOYNTON, WR, WM KEMP & CW KEEFE. 1982. A comparative analysis of nutrients and other factors influencing estuarine phytoplankton production. In: KENNEDY, VS (ed.). Estuarine Comparisons. Academic Press, New York, : 69-90.
- BRAGA, ES. 1995. Nutrientes dissolvidos e produção primária do fitoplâncton em dois sistemas estuarinos do Estado de São Paulo. Tese de doutorado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BRAGA, ES, C BONETTI, L BURONE, J BONETTI FILHO. 2000. Eutrophication and bacterial pollution caused by industrial and domestic waste at Baixada Santista Estuarine System. *Marine Pollution Bulletin*, 40 (2): 165-173.
- BRAY, JR & JT CURTIS. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27: 325-349.
- CARPENTER, EJ, PJA SIDDIQUI, B BERGMAN, J O'NEIL & DG CAPONE. 1993. The tropical diazotrophic phytoplankton *Trichodesmium*: biological characteristics of two species. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 95: 295-304.
- CLARKE, KR & RM WARWICK. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environmental Research Council (UK), Plymouth, UK. 144p.
- CRUZ, O. 1998. A Ilha de Santa Catarina e o continente próximo; um estudo de geomorfologia costeira. Florianópolis, Editora da UFSC. 276p.
- GRASSHOFF, K, M EHRHARDT & K KREMLING. 1983. Methods of seawater analysis. 2ed. Verlag Chemie, Weinheim. 419p.
- GUARINI, JM, GF BLANCHARD, PH GROS & SJ HARRISON. 1997. Modelling the mud surface temperature on intertidal flats to investigate the spatio-temporal dynamics of the benthic microalgal photosynthetic capacity. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 153: 25-36.
- GUIMARÃES, SCP & LR RÖRIG. 1997. Microrganismos associados à florações da cianobactéria *T. hildebrandtii* na costa de SC. *Notas técnicas da Fascimar*, 1: 43-47.
- JONGE, VND & JEE van BEUSEKOM. 1992. Wind and Tidal Induced Resuspension of Sediment and Microphytobenthos in the Ems Estuary. In: JONGE, VN (ed.). Physical Processes and Dynamics of Microphytobenthos in the Ems Estuary (The Netherlands). Ministry of transport, Public Works and Water Management. 155p.
- KJERFVE, B. 1986. Comparative oceanography of coastal lagoons. In: D.A WOLFE (ed.) Estuarine variability Academic Press., New York.:63-81
- KNOPPER, B. 1994. Aquatic primary production in coastal lagoons. In: KJERFVE, B (ed.). Coastal lagoon processes. Elsevier Oceanography Series, 60. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Chap. 9:243-286.
- KNOPPERS, B. & B KJERFVE. 1999. Coastal Lagoons of southeastern Brazil: Physical and Biogeochemical characteristics. In: PERILLO, GME, MC PICCOLO & M PINO-QUIVIRA (eds.). Estuaries of South America, their geomorphology and dynamics. Springer- Verlag Berlin Heidelberg, Chap. 3: 35-66.
- KNOPPERS, BA & PF MOREIRA. 1988. Matéria em suspensão e sucessão do fitoplâncton na Lagoa da Guarapina, R.J. *Acta Limnologica Brasileira*, III (2): 291-317.
- KNOPPERS, BA, SS OPITZ, MP DE SOUZA & CF MIGUEZ. 1984. The spatial distribution of particulate organic matter and some physical and chemical water properties in Conceição Lagoon; Santa Catarina, Brazil (July 19, 1982). *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 27 (1): 59-77.
- MACHADO, EC, CB DANIEL, N BRANDINI & RLV QUEIROZ. 1997. Temporal and spatial dynamics of nutrients and particulate suspended matter in the Bay of Paranaguá, PR, Brazil. *Nerítica*, 11: 9-16.

- MACINTYRE, HL & JJ CULLEN. 1995. Fine scale vertical resolution of chlorophyll and photosynthetic parameters in shallow-water benthos. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 122: 227-237.
- MARTENS, CS. 1993. Recycling efficiencies of organic carbon, nitrogen, phosphorous and reduced sulfur in rapidly depositing coastal sediments. In: WOLLAST R, FT MACKENZIE & L CHOU (eds.). Interactions of C, N, P and S Biogeochemical Cycles and Global Change Springer- Verlag Berlin Heidelberg. NATO ASI Series I (4)., Chap. 1-61.
- ODEBRECHT, C & C GOMES JR. 1987. Hidrografia e matéria particulada em suspensão na Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. *Rev. Atlântica*, Rio Grande, 9 (1): 83-104.
- ODEBRECHT, C. 1988. Variação espaciais e sazonais do fitoplâncton, protozooplâncton e metazooplâncton na Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, Brasil. *Rev. Atlântica*, Rio Grande, 10 (1): 21-40
- PARSON, TR, M TAKAHASHI & B HARGRAVE. 1984. Biological Oceanographic Processes. 3 ed. Oxford, Pergamon Press. 330 p.
- PERSICH, GR. 1990. Parametros físico-químicos, seston e clorofila a na Lagoa da Conceição, SC. Monografia à conclusão do curso de Pós-graduação "Lato sensu", especialidade em Hidroecologia, UFSC-SC. 34p.
- PORTO FILHO, E. 1990. Aspectos texturais e conteúdo de matéria orgânica nos sedimentos de fundo da Lagoa da conceição, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. Florianópolis. Monografia à conclusão do curso de Pós-graduação "Lato sensu", especialidade em Hidroecologia, UFSC-SC. 110p.
- RODRIGUES, R.M. 1990. Avaliação do Impacto do sistema de esgoto sanitário na Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC. Dissertação de Mestrado Geografia, UFSC. 130 p.
- SIMON, NS. 1989. Nitrogen cycling between sediment and the shalow-water column in the transition zone of the Potomac River and estuary. II. The role of wind-driven resuspension and adsorbed ammonium. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 28: 531-547.
- SMITH, SV & MJ ATKINSON. 1999. Mass balance of nutrients fluxes in Coastal Lagoons. In: KJERFVE, B. (ed.). Coastal Lagoon processes. Elsevier, Amsterdam., Chap. 6 : 133-153.
- SORIANO-SIERRA, EJ. 1990. Ecossistemas de marismas da Lagoa da Conceição. I. O Biótopo. *ACIESP*, 2:132-141
- SOUZA, ECPM & C DAVID. 1996. Variação diária dos pigmentos fotossintetizantes do microfitobentos da Praias de Aparecida, Santos (23° 58' 48" ' - 46° 19' 00" ' W), Sao Paulo, Brasil. *Inst. Oceogr.* 147-154.
- SOUZA SIERRA, MM, EJ SORIANO-SIERRA, JRS SALIM. 1987. Distribuição espacial e temporal dos principais nutrientes e parâmetros hidrológicos da Lagoa da Conceição, SC, Brasil. *An. Cient. UNALM*, 2: 19-32.
- STAL, LJ, SB BEHRENS, M VILLBRÄNDT, S Van BERGEIJK & F KRUYNING. 1996. The biogeochemistry of two eutrophic marine lagoons and its effects on microphytobenthic communities. *Hydrobiologia*, 329: 185-198.
- STRICKLAND, JDH & T PARSON. 1972. A practical handbook of seawater analysis. 2(Bulletin, 122). Ottawa, Fisheries Research, Board of Can. 172p.
- TRÉGUER, P & P LE CORRE. 1976. Manual d'analysis des seis nutritifs das l'eau de mer. 2<sup>o</sup> ed. Université de Bretagne Occidentale, Brest. 110p.

Entrada: 19/03/01

Aceito: 16/07/02

