

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ALGUNS PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS
NA LAGOA DOS PATOS – PORTO ALEGRE A RIO GRANDE, RS
(verão 1986)

NIENCHESKI, L.F.*; MÖLLER Jr., O.O.*; ODEBRECHT, C.* e FILLMANN, G.*

RESUMO

Com o objetivo de fornecer subsídios para um estudo a longo prazo efetuou-se de 06/01 a 03/02 de 1986 um levantamento de parâmetros físicos (meteorologia, velocidade e direção das correntes e dos ventos, salinidade e transparência) e químicos (oxigênio dissolvido, nitrito, nitrato, fosfato e silicato) num total de sessenta Estações de amostragem na Lagoa dos Patos. Destas, dezessete Estações foram amostradas na região estuarina, e as restantes foram divididas em transectos no sentido Leste-Oeste e Norte-Sul. Para o período amostrado, que foi caracterizado por intensa estiagem, a circulação esteve condicionada pelo regime dos ventos associado aos baixos níveis no interior da Lagoa. A distribuição de salinidade apresentou condições límnicas ao Norte de Tapes, oligohalinas na região intermediária e meso ou polihalinas desde a Barra da Lagoa dos Patos até a linha da Feitoria (estuário propriamente dito). Os valores de maior

* Laboratório de Hidroquímica da FURG

transparência da água estiveram associados à região estuarina, sendo a ressuspensão um importante fator tanto nesta região quanto na área límnic da Lagoa dos Patos. Com relação aos parâmetros químicos, observou-se uma mudança de comportamento e de concentrações para todos os elementos analisados na altura da linha da Feitoria. Este rápido estudo confirmou a complexidade da dinâmica da Lagoa dos Patos. Os estudos de forma integrada devem continuar em toda a sua extensão, procurando abranger períodos de estiagem e enchente, os quais condicionam variações na zonação ecológica deste ambiente.

ABSTRACT - SPATIAL DISTRIBUTION OF SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS IN THE LAGOA DOS PATOS - PORTO ALEGRE TO RIO GRANDE, RIO GRANDE DO SUL (summer 1986).

A sampling program, consisting of 60 stations distributed along and across the Patos Lagoon, was carried out from 6 January to 3 February 1986 in order to study the behavior of this system during a dry season and to obtain elements to prepare a long term research project. Physical and chemical data were collected in each station at several water depths. These data consisted of: current velocity and direction, wind velocity and direction, transparency, dissolved oxygen, nitrate, nitrite, phosphate and silicate. The water circulation within the Lagoon was mainly conditioned by wind action since fresh-water discharges were very low. Landward flows were observed and the estuarine zone, frequently limited in the "Ponta da Feitoria" region, was extended up to Tapes (200 km upstream) due to southerly winds which dominate during this period. Transparency values increased seaward, associated with the low suspended matter concentrations of marine waters. Resuspension of bottom sediments due to wind wave action was an important factor which contributed to the low values of transparency along the lagoon. The

northern and southern regions of the lagoon with respect to the Ponta da Feitoria - Ponta dos Lençois imaginary line presented differences both in behavior and concentration for all the analyzed chemical compounds. Continuation of this type of study during rainy and even dry, periods is strongly recommended, due to the extreme complexity of this system.

INTRODUÇÃO

A Lagoa dos Patos, situada ao sul do Brasil, é a maior lagoa costeira da América Latina, e, apesar de sua vasta extensão e de seu valor ecológico e econômico, são escassas as informações que se referem a este sistema como um todo. VON IHERING (1885) descreveu amplamente a Lagoa dos Patos, sob aspectos hidrológicos, geológicos, fauna de invertebrados bentônicos e peixes, sendo este o primeiro e único estudo sistêmico neste ambiente. A partir da década passada, começaram estudos integrados na região estuarina, donde podemos destacar o Projeto Lagoa (CASTELLO, 1977a e b-1978) e outros relacionados em CLARO e CORRÊA (1983). Além destas, existem informações em certos pontos na Lagoa, como Saco de Tapes (SCHWARZBOLD et al., 1986) e área próxima à desembocadura do Rio Guaíba, ao norte (DMAE, 1973; 1975 e 1978).

A circulação na Lagoa dos Patos é condicionada pela contribuição de águas doces através de seus tributários, pela ação dos ventos e, em menor escala, pela maré astronômica (FONSECA RODRIGUES, 1903; PAIM e MÖLLER, 1986). Devido à íntima relação que existe entre a circulação e demais processos físicos, químicos, geológicos e biológicos em sistemas costeiros rasos, torna-se necessário estudar a Lagoa dos Patos em toda a sua extensão a longo prazo, concomitantemente sob todos os aspectos mencionados. Somente assim será possível qualificar e quantificar o funcionamento deste sistema costeiro raso.

O presente trabalho é o resultado de um levanta-

mento preliminar na Lagoa dos Patos, de Porto Alegre à Rio Grande, no verão de 1986, sobre a distribuição espacial de parâmetros hidrológicos como temperatura, salinidade, material em suspensão (seston), transparência, oxigênio dissolvido e nutrientes inorgânicos dissolvidos. Além disto, tenta-se relacionar os parâmetros de circulação encontrados com os fluxos de água doce e as oscilações de nível ao longo da Lagoa dos Patos, bem como obter uma idéia sobre as variações temporais que ocorrem em curto período de tempo (diárias) em relação aos parâmetros analisados. Este conjunto de informações é fundamental para o planejamento de um programa de estudos na Lagoa dos Patos a longo prazo.

ÁREA DE ESTUDO

A Lagoa dos Patos está situada na planície costeira do Rio Grande do Sul; seu comprimento no sentido de Norte a Sul é 250 km, e sua largura média 60 km, ocupando uma área de 10.360 km². Possui uma profundidade de 0,5 a 3 m em baixios e áreas marginais, e em torno de 6 m no corpo lagunar, entre Itapuã e Feitoria. É formada por quatro células lagunares, e estreita-se na extremidade meridional, quando da comunicação com o Oceano Atlântico, através do Canal do Rio Grande, o qual possui de 2 a 3 km de largura. A porção sul da Lagoa dos Patos apresenta características estuarinas, e ocupa aproximadamente um décimo da superfície total. A Lagoa dos Patos também recebe os aportes da Lagoa Mirim (3.750 km²) através do Canal de São Gonçalo, com 60 km de extensão, formando o complexo lagunar Patos-Mirim. Este recebe águas da metade do estado do Rio Grande do Sul e norte do Uruguai, o que representa uma superfície de drenagem de 107.770 km², ocasionando em determinadas épocas, vazões de 20.000 m³/s para o Oceano Atlântico, por entre os molhes da barra do Rio Grande (HERZ, 1977).

MATERIAL E MÉTODOS

Os pontos de amostragens foram localizados de forma a fornecer informações espaciais e temporais em curto intervalo de tempo, em toda a Lagoa dos Patos (Fig. 1 e 2). As amostragens foram realizadas de 06 a 08 de janeiro de 1986 na região situada entre os molhes da barra do Rio Grande e a região da Feitoria, em 17 pontos de coletas (Fig. 2). Na região lagunar, entre a Feitoria e o Rio Guaíba, foram efetuadas amostragens em 27 pontos (com 5 milhas de distância) distribuídos em transectos, em frente as cidades de São Lourenço (de 12 a 15 de janeiro), Tapes (de 19 a 22 de janeiro) e em frente à Ponta da Formiga (de 29 a 31 de janeiro). Estes transectos, com exceção do de São Lourenço, foram amostrados em dois dias consecutivos, e na seqüência representada pela enumeração das estações. Foi efetuado também um transecto no sentido de Norte a Sul, desde próximo a Porto Alegre (Rio Guaíba) até Rio Grande, onde foram amostrados quinze pontos. Neste transecto, as cinco primeiras estações a partir do Rio Guaíba foram efetuadas no dia 31 de janeiro e, devido às más condições meteorológicas, o transecto foi interrompido próximo à Tapes e retomado no dia 02 de fevereiro, tendo sido o último ponto coletado em 03 de fevereiro, próximo a Rio Grande. Esta interrupção está representada nas Fig. 6 e 7 por um intervalo na abcissa, onde estão representados os pontos de coletas com seus números correspondentes.

A Salinidade e Temperatura foram medidas através de salinômetro por indução e com eletrodo "in situ", marca Yellow-Spring modelo YS-11, em intervalos de 0,5 m até próximo ao fundo. As velocidades e direção de correntes foram medidas com correntômetros, marca Hidrocean, modelo IRFE, e as velocidades e direções do vento com anemômetro portátil marca Hidrocean modelo VAVAL. A Transparência foi determinada através de disco de Secchi. As descargas médias mensais foram obtidas através dos dados de nível e curvas chave dos

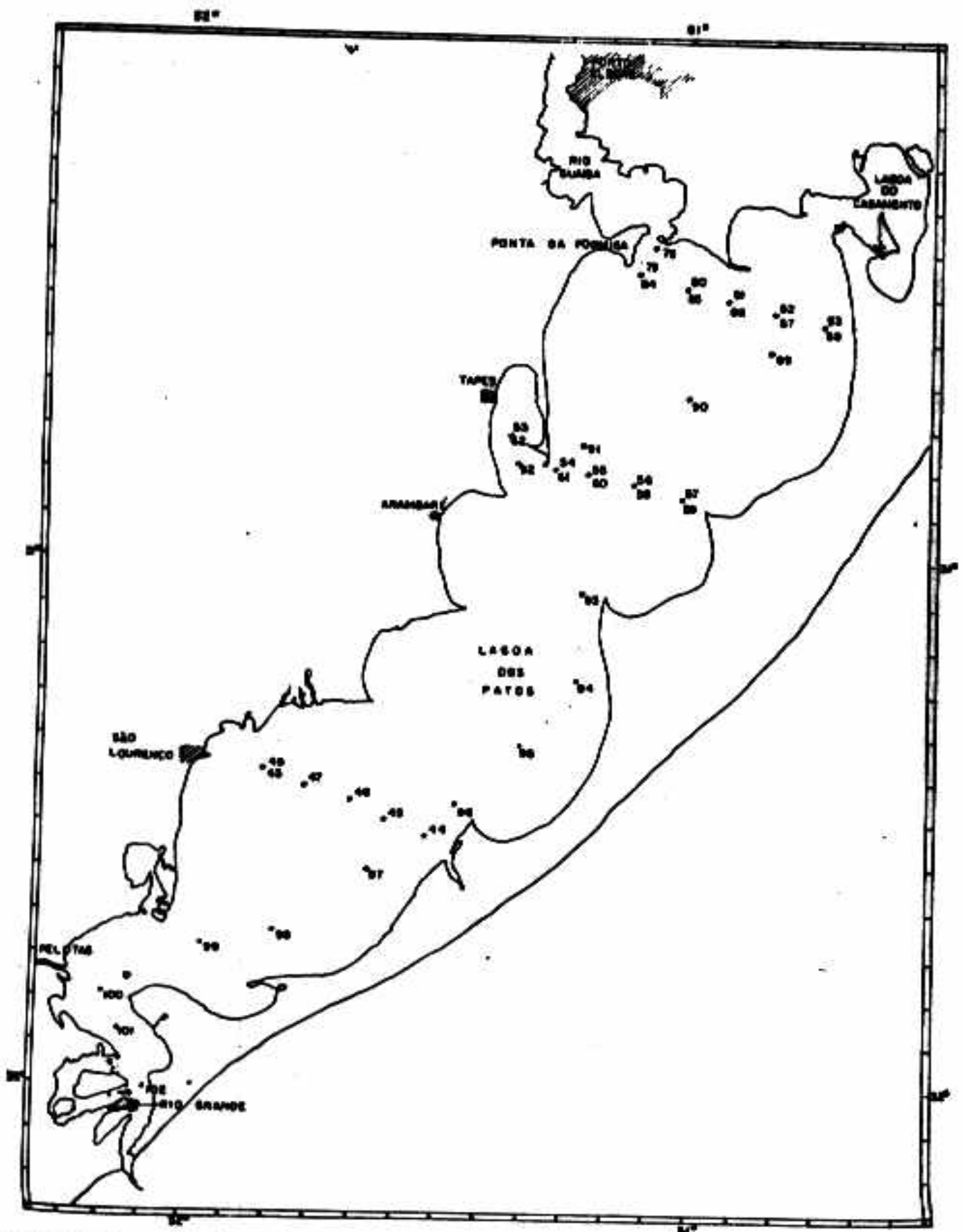


Figura 1 - Pontos de amostragem na Lagoa dos Patos.

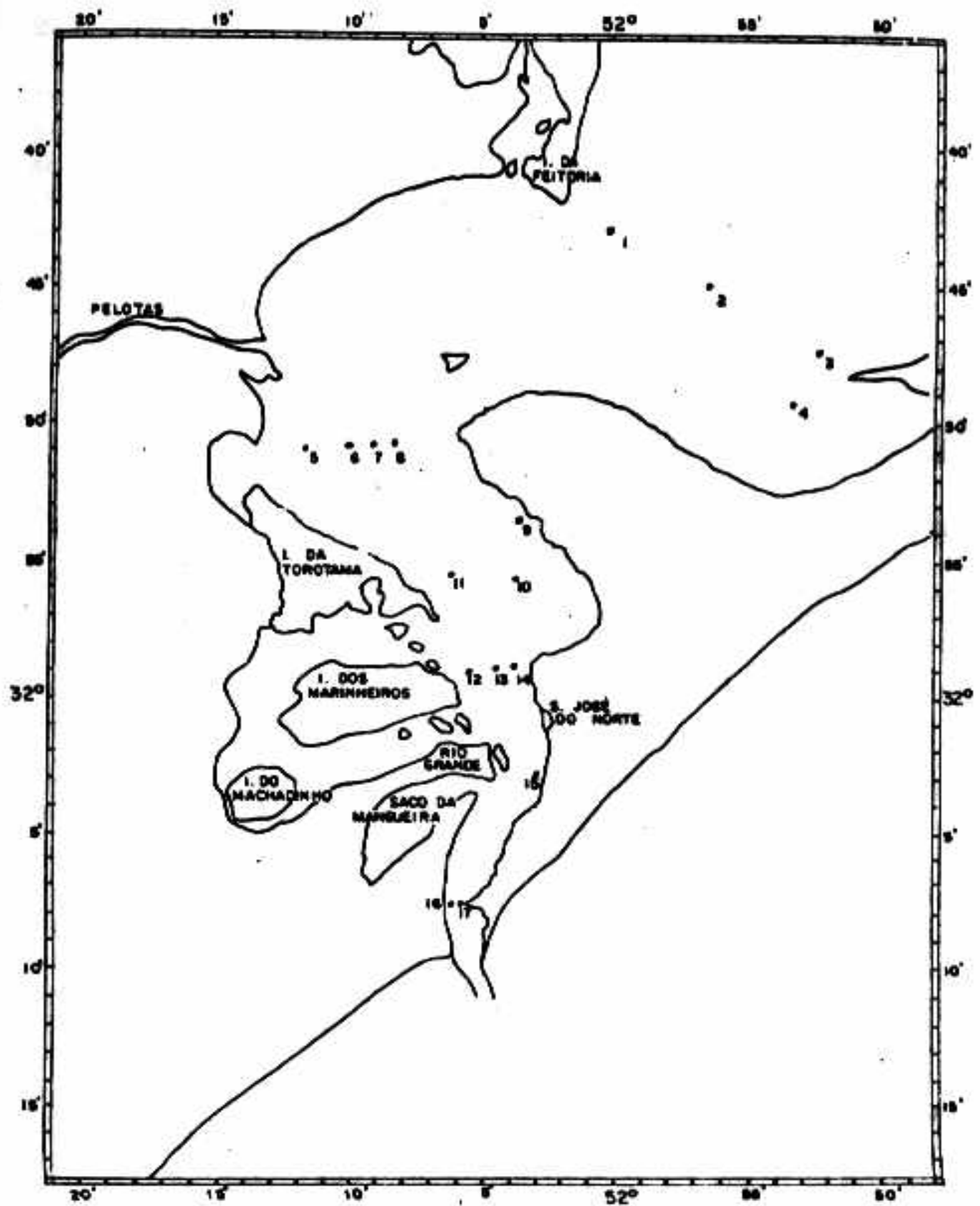


Figura 2 - Pontos de amostragem na parte sul da Lagoa dos Patos.

sistemas Jacuí, Caí, Sinos, Gravataí e Camaquã fornecidos pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE). As variações diárias de nível nos meses de janeiro e fevereiro de 1986, foram obtidas através de registros simultâneos do nível das águas em Rio Grande e Arambaré, na Lagoa dos Patos. Também estas informações foram cedidas pelo DNAEE.

Amostras de água de superfície e próximo ao fundo foram coletadas utilizando-se balde plástico e garrafa horizontal (OTTMANN, 1965) com três litros de capacidade, respectivamente. As seguintes análises e procedimentos foram efetuados:

- Oxigênio Dissolvido: as amostras para estas análises foram as primeiras obtidas, e introduzidas sem borbulhamento em garrafas de volume fixo com tampa esmerilhada. O método utilizado foi o de Winkler modificado (STRICKLAND e PARSONS, 1972), com adição de uma solução de manganês II seguida de hidróxido forte, no momento da coleta. O teor foi expresso em mililitro de oxigênio por litro de amostra, e o percentual de saturação deste elemento na amostra, foi estimado a partir da Tab. 5, contida em GRASSHOFF (1976).

- Material em suspensão: filtrou-se um volume de amostra, dependendo da concentração de material em suspensão na água, sobre filtros de acetato de celulose (Gelman G.A.-6, diâmetro de 47 mm e com diâmetro de poro de 0,45 μ m). Os filtros foram previamente lavados com água deionizada, secos por uma hora a 75°C, pesados e mantidos em dessecador até embarque, quando foram acondicionados individualmente em copos plásticos com tampa. Após filtração, os filtros foram devidamente acondicionados, secos e novamente pesados em laboratório para a determinação da concentração do material em suspensão. Seus teores foram expressos em miligrama de material em suspensão por litro de amostra.

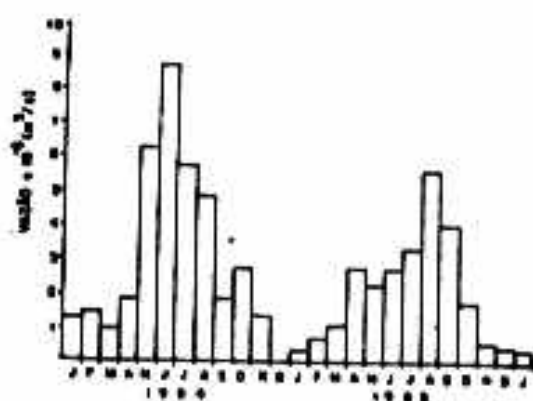


FIG 2 - DESÁRGUA MÉDIA MENSAL DOS SISTEMAS SUGA E CANALIZ.

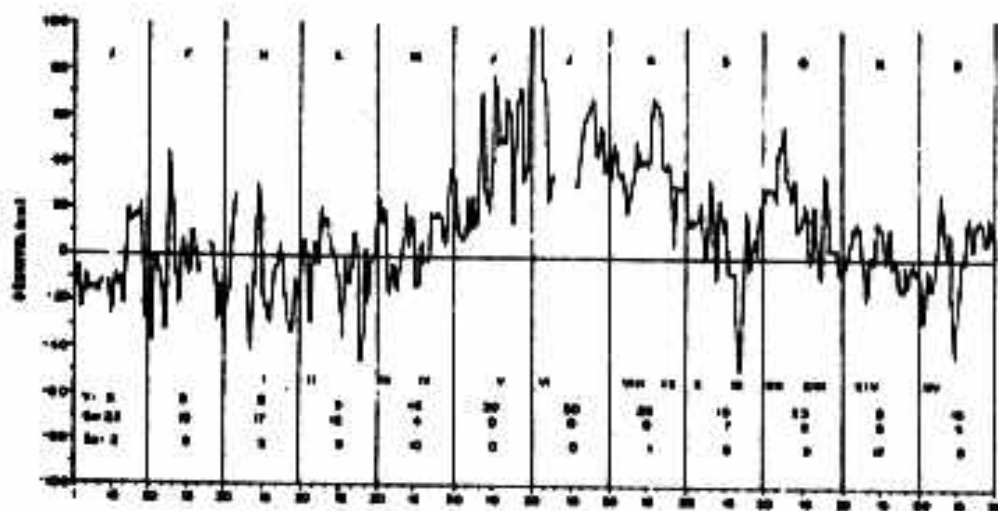


FIG 4 - DESNÍVEIS ENTRE RIO GRANDE E ARAMBARÉ (Jun. 1954, Março de Março 1955)
TOTAL DE QUAIS DIAS DE INCHENTA-DE ESTUÁRIOS

(FAM & HOLIER Jr., 1956)

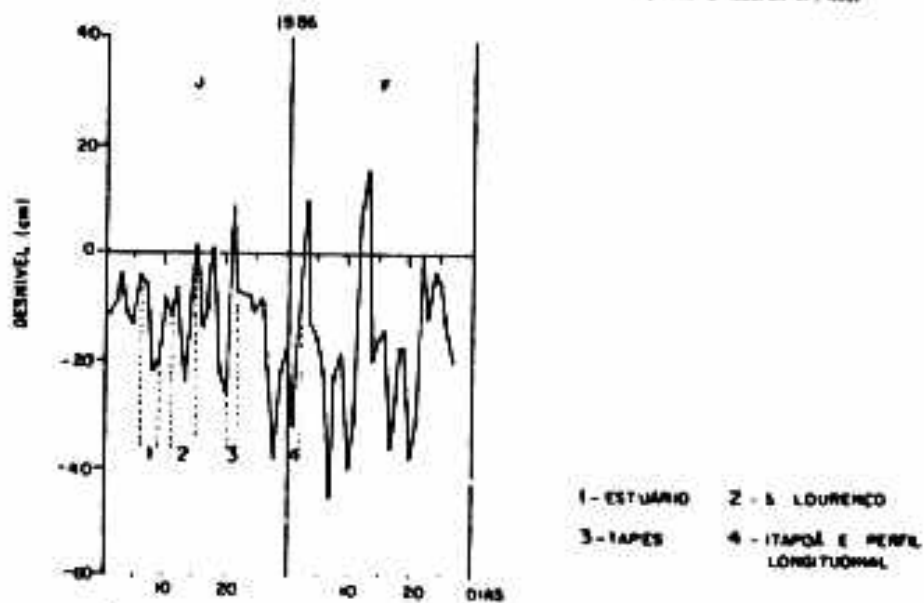


FIG 5 - DESNÍVEL MÉDIO DIÁRIO ENTRE RIO GRANDE E ARAMBARÉ

• **Nutrientes Inorgânicos Dissolvidos:** a água filtrada do material em suspensão (aproximadamente 300 ml) foi distribuída em quatro frascos com tampa rosqueada, que foram estocados no "freezer" de bordo e posteriormente em laboratório, até o momento da análise. O descongelamento para as análises deu-se de forma natural. Os métodos para as análises dos nutrientes dissolvidos (fosfato, silicato, nitrito e nitrato) seguiram STRICKLAND e PARSONS (1972), com utilização de espectrofotômetro de luz visível (Varian, modelo 634-S, fenda de 0,5 mm) e cubetas de vidro de 01 e 10 cm para a leitura da extinção. Os resultados foram expressos na unidade de $\mu\text{atg l}^{-1}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão expressos nas Fig. de 3 a 8, sendo que para as Fig. 6, 7 e 8 as ordenadas representam as concentrações dos parâmetros analisados com suas respectivas unidades, e as abcissas representam os pontos de coletas.

Através das variações plurianuais de vazão dos principais tributários (Guaíba e Camaquã) da Lagoa dos Patos (Fig. 3), notou-se que ocorreu um padrão sazonal. Na época amostrada (janeiro de 1986), as condições foram semelhantes à janeiro de 1984 e 1985, com taxas de vazão baixa, caracterizando portanto uma situação de verão com intensa estiagem. A comparação entre as Fig. 3 e 4 evidencia a íntima relação entre as taxas de vazão e diferenças de níveis de água entre Arambaré e Rio Grande, no verão de 1984: os valores positivos (nível mais alto em Arambaré do que em Rio Grande) ocorreram em épocas de maior vazão (inverno), enquanto que os negativos (níveis mais altos em Rio Grande do que em Arambaré), ocorreram justamente no verão, época de maior evaporação. A Fig. 5 traz os valores diários referentes às diferenças de nível entre Rio Grande e Arambaré, no

período amostrado neste estudo (janeiro e fevereiro de 1986). Notou-se que prevaleceram valores negativos, isto é, os níveis de água na parte central da Lagoa foram mais baixos do que na área sul, próximo a Rio Grande. Estas condições favoreceram a entrada de água salgada para o interior da Lagoa. De fato, o limite do estuário em início de fevereiro de 1986 (Fig. 6), esteve localizado na área central da Lagoa dos Patos, na altura de Tapes (Estação 93; salinidade igual a 0,5‰). A direção e intensidade dos ventos neste período favoreceram a entrada de água salgada com altas velocidades de corrente (aproximadamente 1 m/s) na área sul, mais estreita; na área central, a circulação da água também foi no sentido da entrada de água, embora com velocidades mais reduzidas (Fig. 6). Sob estas condições então, a circulação foi governada pela ação dos ventos, os quais geraram desníveis ao longo da Lagoa dos Patos. DELANEY (1965) já citava a direção, frequência e intensidade dos ventos como determinantes na distribuição da salinidade.

Baseado nos valores encontrados para salinidade (Fig. 6), a Lagoa dos Patos mostrou condições límnicas desde o Rio Guaíba até a estação 92 (Tapes), condições oligohalinas (inferior a 5‰ de salinidade) da estação 93 à 98 (Tapes à Feitoria), e aumento brusco dos teores a partir da estação 98. CLOSS e MEDEIROS (1965) já haviam encontrado, próximo a Tapes, foraminíferos não característicos de ambientes límnicos, a partir do que concluíram que nesta região deve existir um mínimo de salinidade em certos períodos, para permitir a reprodução dessas espécies e, SCHWARZBOLD et al. (1986) cita a presença de cunha salina no Saco de Tapes, em abril de 1985.

Nas estações ao norte da Lagoa, entre a Ponta da Formiga e Tapes, a temperatura, o material em suspensão (Fig. 6), oxigênio dissolvido e % de saturação (Fig. 7) apresentaram estratificação vertical, uma vez que a intensidade do vento foi reduzida. Nas estações 93 a 98, quando a velocidade do vento foi mais alta (em torno de 10 nós), não mais

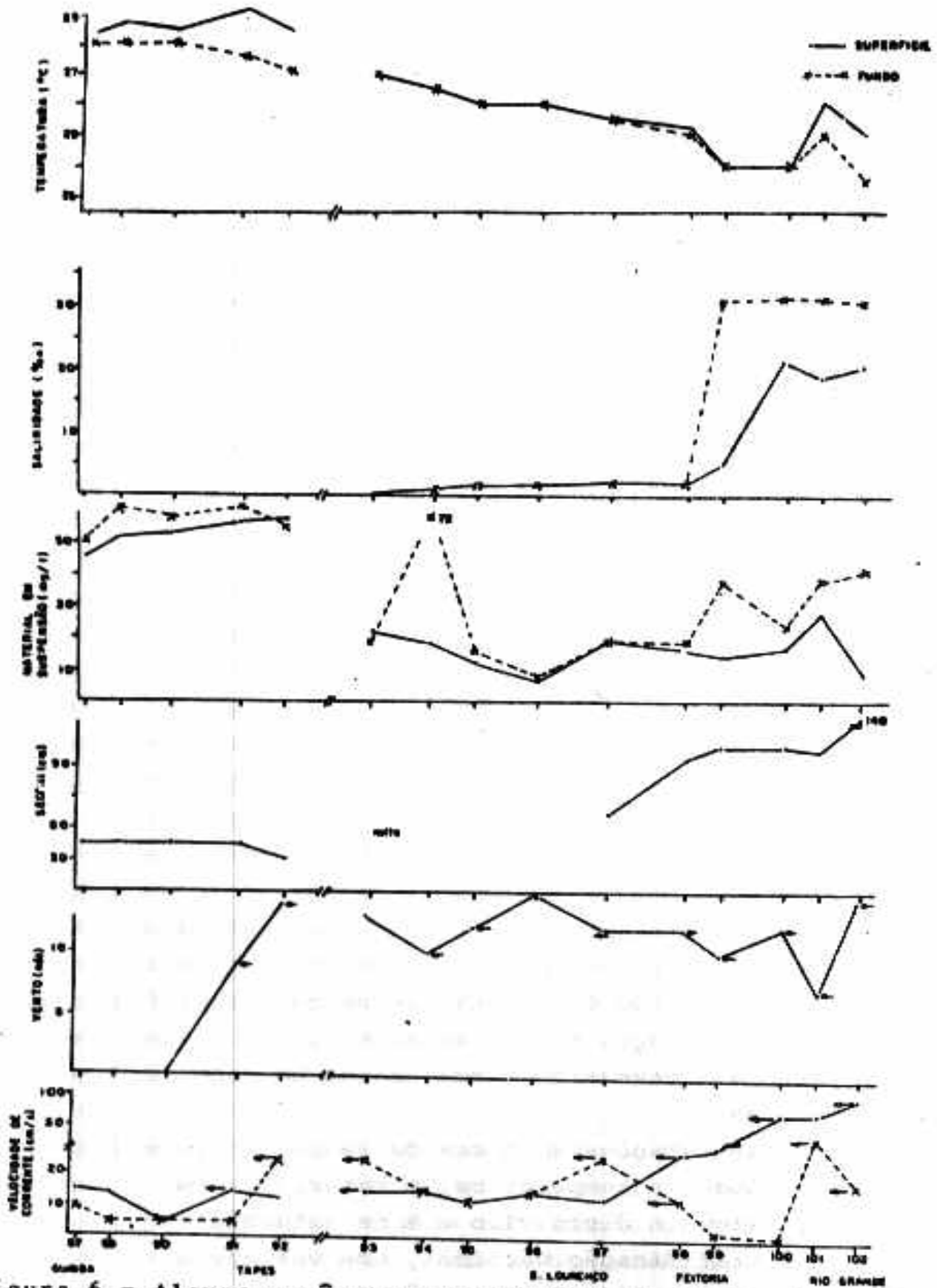


Figura 6 - Alguns parâmetros analisados no transecto de Norte a Sul na Lagoa dos Patos.

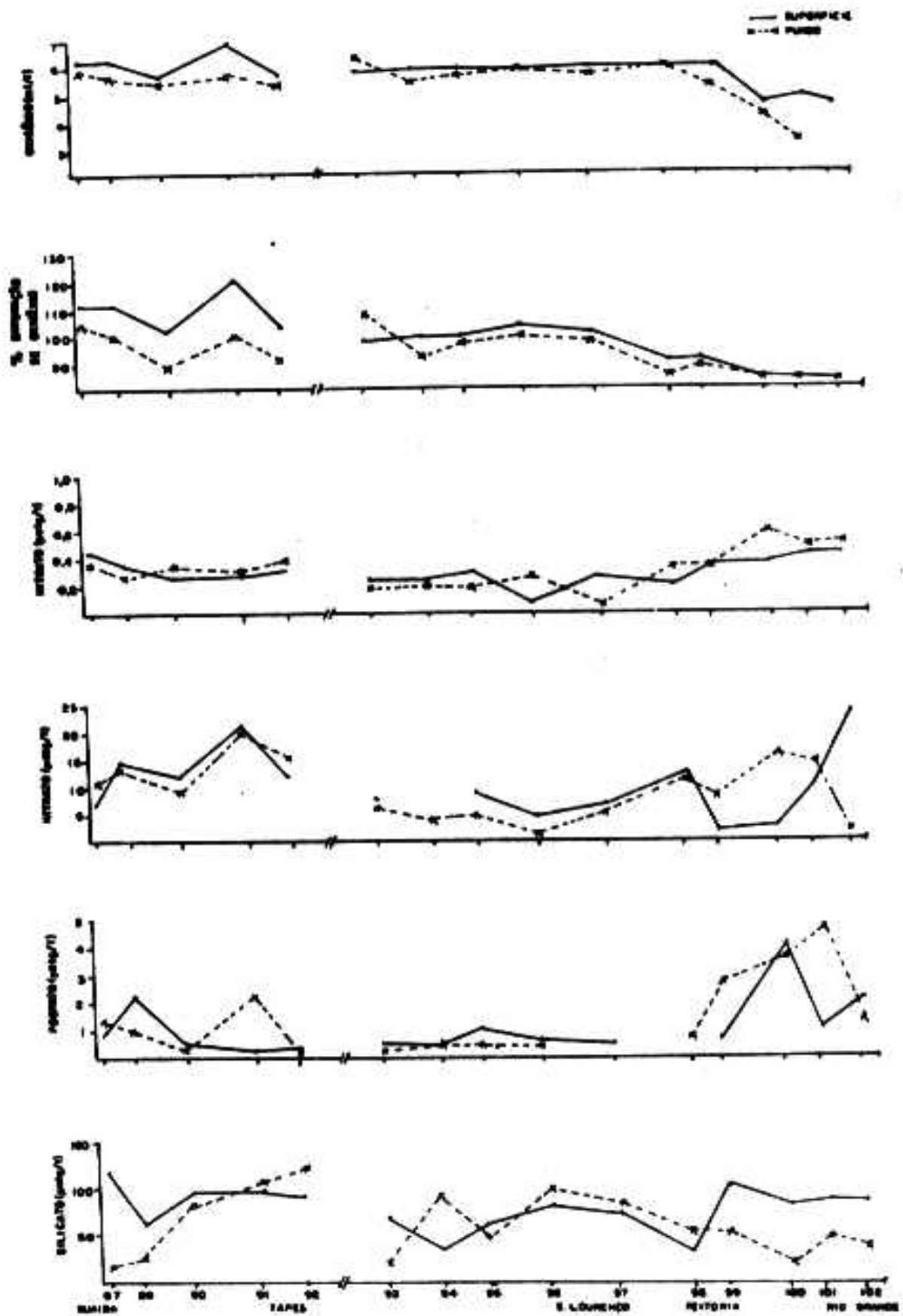


Figura 7 - Alguns parâmetros analisados no transecto de Norte a Sul na Lagoa dos Patos.

se observou estratificação; já na área sul, nota-se estratificação térmica, salina, de material em suspensão e de oxigênio dissolvido. A temperatura e o oxigênio dissolvido apresentaram distribuições semelhantes: diminuíram gradativamente desde o norte até o sul da Lagoa, com pequenas oscilações. A água salgada que penetrou no estuário, apresentou temperatura mais baixa do que as águas lagunares, causando não só a formação de gradientes longitudinais de temperatura e salinidade, mas também uma termoclina e haloclina na região mais próxima a desembocadura.

Os nutrientes inorgânicos dissolvidos de certa forma comportaram-se de modo similar entre si. Na maioria das estações houve diferenças entre os valores de superfície e fundo.

O silicato não apresentou uma tendência definida, mostrando flutuações aleatórias ao longo de todo o perfil, inclusive na região sul onde, na presença de massas de água salgada, manteve praticamente os mesmos níveis observados para a região norte e central da Lagoa. BAPTISTA (1984) demonstrou que as altas concentrações de silicatos no estuário podem ocorrer devido à remoção do material de fundo com a penetração da cunha salina.

Os valores de nitrito assim como os de nitrato apresentaram-se reduzidos na região compreendida entre Tapes e a Feitoria, e aumentaram a partir da Feitoria em direção à Barra do Rio Grande. O fosfato apresentou comportamento muito semelhante aos compostos nitrogenados dissolvidos. Segundo NIXON (1981), é comum observar-se um aumento nas concentrações de fosfato e de compostos nitrogenados, no verão em ambientes estuarinos, e de uma forma geral (sem considerar o comportamento específico de cada sistema), considera-se teores acima de $5 \mu\text{atg l}^{-1}$ de fosfato e $15 \mu\text{atg l}^{-1}$ de nitrato como contaminação da área estuarina. Segundo este critério, as águas estuarinas na época do cruzeiro encontravam-se no limite de serem consideradas como contaminadas.

Não é possível comparar os três transectos efe-

tuados na região lagunar (São Lourenço, Tapes e Ponta da Formiga) entre si (Fig. 8), pois existiu um intervalo de tempo (maior que quatro dias) entre a realização de cada transecto, onde houve variações das condições meteorológicas. Analisando-os separadamente, observou-se que mesmo nos locais onde foram efetuadas coletas nos mesmos pontos, mas em dias consecutivos (Tapes e Ponta da Formiga), encontrou-se resultados diferentes. Verificou-se para os três transectos, a não existência de um padrão definido, ou seja, os resultados encontrados em uma margem não coincidiram com os resultados da margem oposta, nem com os valores encontrados nas estações centrais. Observou-se também sucessivas variações de valores mais altos ora na superfície ora no fundo, nas estações ao longo do mesmo transecto. Esta tendência ficou bastante evidenciada para com os nutrientes inorgânicos dissolvidos. A salinidade foi uma exceção, pois na época em que foram realizados os transectos de Tapes e Ponta da Formiga, o valor de Salinidade era nulo. Nos transectos onde aconteceu estratificação de temperatura, esta tendência é representada somente pelo fosfato e pelo silicato.

Torna-se portanto também impossível tentar comparar os valores encontrados nos transectos São Lourenço, Tapes e Ponta da Formiga, com os valores das estações respectivas no transecto de norte a sul, pois além do intervalo de tempo existente entre a realização de cada transecto, que teria sido o suficiente para que fossem analisadas massas d'água com características diferentes, deve também ser considerado que para um mesmo perfil foram encontradas diferenças entre as concentrações de uma estação para outra.

O presente estudo caracterizou portanto, uma situação de verão em que, devido a um período de intensa estiagem, as contribuições provenientes dos diversos rios que desembocam na Lagoa dos Patos foram baixas. Nestas condições, o regime de circulação foi condicionado pela ação dos ventos, os quais regeram tanto a entrada e saída de massas de águas salinas, como a transferência das massas de águas

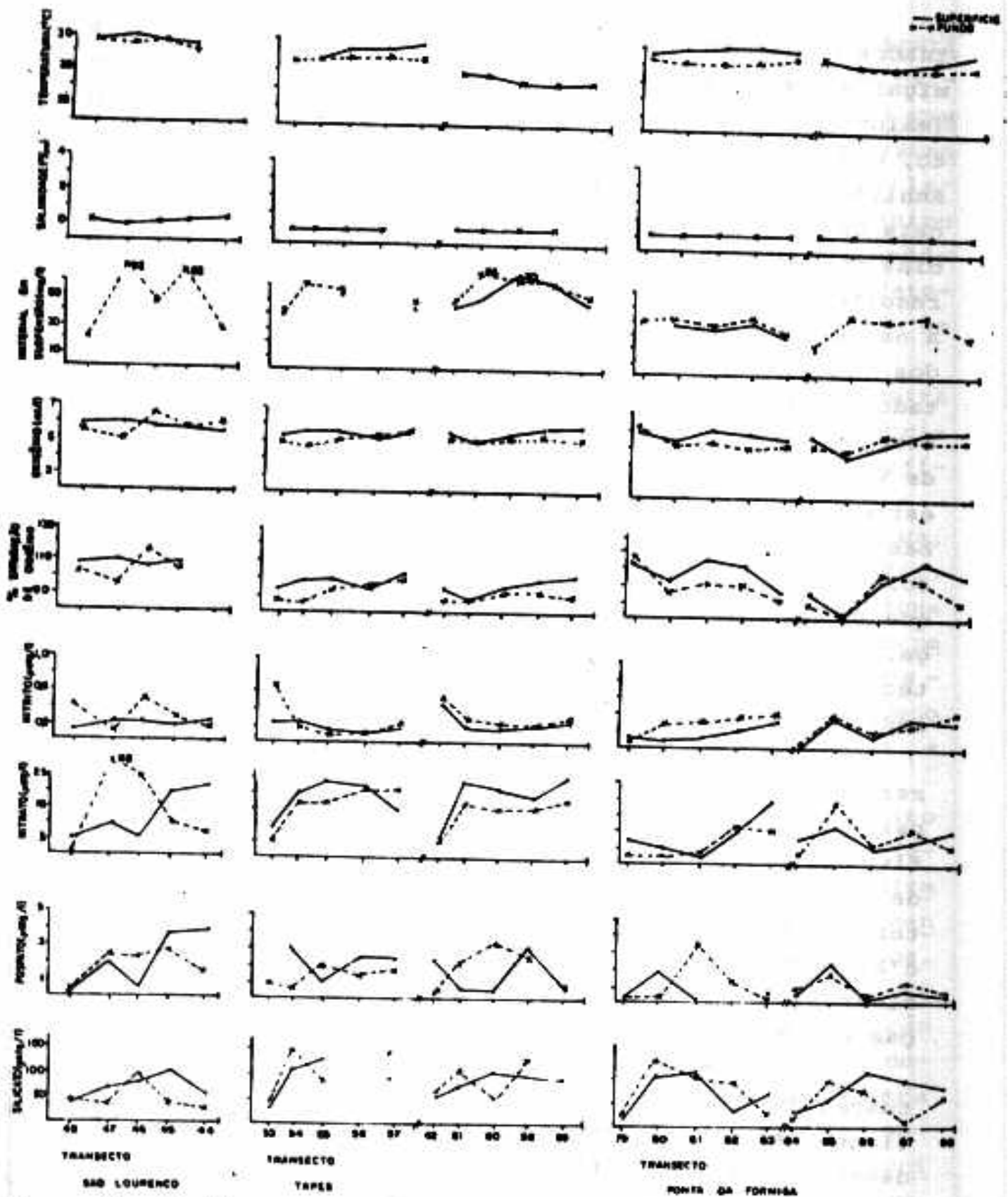


Figura 8 - Parâmetros analisados nos transectos São Lourenço, Tapes e Ponta da Formosa.

dentro do corpo lagunar. Estiveram relacionados com os ventos, fazendo com que pontos de coleta alinhados e distanciados de algumas milhas entre si (seja paralela ou transversalmente ao eixo maior da Lagoa dos Patos), ou um mesmo ponto, após um intervalo de um dia, apresentassem variações na constituição físico-química da água.

Esta rápida avaliação confirmou a complexidade da dinâmica da Lagoa dos Patos. Os estudos de forma integrada devem continuar em toda a sua extensão, procurando abranger períodos de estiagem e enchente, os quais condicionam variações na zonação ecológica deste ambiente. As amostragens deverão ser mais freqüentes no espaço e no tempo, sobretudo nos locais de alta transição como na região compreendida entre a Feitoria e a Barra do Rio Grande.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAPTISTA, J.R. *Flutuações diárias e horários dos elementos dissolvidos, material em suspensão e características físicas da água na parte sul do estuário da Lagoa dos Patos e praia do Cassino (RS, Brasil)*. Rio Grande, RS, FURS, 1984. 100p. (Dissertação)
- CASTELLO, J.P. & MÖLLER JR., O. Sobre as condições oceanográficas no Rio Grande do Sul. *Atlantica*, 2 (2): 25-99, 1977.
- _____. On the oceanographic conditions in the Rio Grande do Sul state. *Atlantica*, 2 (2): 100-10, 1977.
- _____. On the relationship between rainfall and shrimp production in the estuary of the Patos Lagoon (Rio Grande do Sul, Brasil). *Atlantica*, 3: 67-74, 1978.
- CLARO, V.L.B. & CORRÊA, M.G.L. Índice Cumulativo. *Atlantica*, 6: 1-80, 1983.

- CLOSS, D. & MEDEIROS, V.M.F. New observations on the ecological subdivision of the Patos Lagoon in Southern Brasil. *Bol. I.C.N.*, (24): 35, 1965.
- DELANEY, P. *A geologia quaternária da planície costeira do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Escola de Geologia, UFRGS, 1965. (Avulso, 2)
- DMAE. *O Rio Guaíba e seus contribuintes - Plancton e Bentos*. Porto Alegre, 1973. 283p. (GPOL, 6)
- _____. *Distribuição fitoplanctônica nas águas da região metropolitana de Porto Alegre*. Porto Alegre, 1975. 53p. (DMAE, 19)
- _____. *O Rio Guaíba e suas características físico-químicas e biológicas*. Porto Alegre, 1978. 359p. (DMAE, 27)
- GRASSHOFF, K. *Methods of seawater analysis*. Germany, Verlag Chemie. 1976. 317p.
- HERZ, R. *Circulação das águas de superfície da Lagoa dos Patos*. São Paulo, USP, 1977. (Tese)
- NIXON, S. Nutrients dynamics, primary production and fisheries yields of lagoons. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL LAGOONS, Bordeaux, France, 1981.
- OTTMANN, F. Une nouvelle bouteille horizontale. *Mar. Geol.*, 3: 223-6, 1965.
- PAIM, P.S. & MÖLLER JR., O. *Material em suspensão na região estuarina da Lagoa dos Patos*. Rio Grande, RS, FURG, 1986. (Relatório C/RM)
- RODRIGUES, J.A.F. *As embocaduras das lagoas - com aplicação a Barra do Rio Grande do Sul*. São Paulo, Escola Polytechnica, 1903. 77p.

- SCHWARZBOLD, A.; FONSECA, O.J.M.; GUERRA, T. Aspectos limnológicos do Saco de Tapes, Laguna dos Patos. *Acta Limnol. Bras.*, 1: 89-102, 1986.
- STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R. *A practical handbook of seawater analysis*. 2 ed. Ottawa, Fisheries Research Board of Canada, 1972. 310p. (Bulletin, 167)
- Von IHERING, H. Die Lagoa dos Patos. *Deutsche Geogr. Blätter.*, 2: 164-203, 1885.

ENDEREÇO DOS AUTORES

NIENCHESKI, L.F.; MÖLLER JR., O.O.; ODEBRECHT, C.
FILLMANN, G.
Fundação Universidade do Rio Grande
Laboratório de Hidroquímica
Caixa Postal, 474
96200 Rio Grande - RS